

# AGROFORESTERIA

Año 2 No. 8 Oct. - Dic. 1995

EN LAS AMERICAS



## SISTEMAS SILVOPASTORILES:

EFEECTO DE TRES DENSIDADES DE ÁRBOLES EN EL POTENCIAL FORRAJERO DE UN SISTEMA SILVOPASTORIL NATURAL, EN LA REGIÓN ATLÁNTICA DE COLOMBIA

SISTEMAS SILVOPASTORILES: ESTIMACIÓN DE BENEFICIOS DIRECTOS COMPARADOS CON MONOCULTURAS EN LA PAMPA ONDULADA, ARGENTINA





Desde hace 20 años, el CATIE ha venido realizando una importante labor de investigación y capacitación en SSP, en los países de la región (Foto J Benavides)



La interacción entre parcelas en la experimentación agroforestal, puede ser extensiva debido a la dispersión lateral de las raíces y el dosel de los árboles. Maíz (*Zea mays*), asociado con *Gliricidia* sp Turrialba, Costa Rica (Foto D Kass).



Haga una incisión de 1 cm a lo largo de la estaca. Se recomienda usar estacas de 8 a 12 cm de diámetro y 1.5 a 2 m de longitud (Foto F Solano).



## Índice

<b>1. Editorial</b> .....	4//
<b>2. Agroforestales en América</b> .....	6
<b>3. Avances de Investigación:</b>	
A. Camero R. Experiencias desarrolladas por el CATIE en el uso del follaje de <i>Erythrina</i> sp. y <i>Gliricidia sepium</i> en la producción de carne y leche de bovinos .....	
	9
L. A. Giraldo/J. Botero/J. Saldarriaga/P. David Efecto de tres densidades de árboles en el potencial forrajero de un sistema silvopastoril natural, en la región Atlántica de Colombia .....	
	14
R. M. Marlats/G. Denegri/O. E. Ansín/J. W. Lanfranco Sistemas silvopastoriles: estimación de beneficios directos comparados con monoculturas en la pampa ondulada, Argentina .....	
	20
M. R. Rao/M. Govindarajan Experimentos agroforestales de campo: control de interferencia entre parcelas .....	
	26
<b>4. ¿ Cómo Hacerlo ?</b>	
A. Camero/M. Ibrahim Bancos de proteínas de poró ( <i>Erythrina berteroana</i> ) y madero negro ( <i>Gliricidia sepium</i> ) .....	
	31
<b>5. Noticias Agroforestales</b> .....	33
<b>6. Reseñas de Libros</b> .....	34
<b>7. Agenda Agroforestal</b> .....	35
<b>8. Publicaciones Agroforestales</b> .....	35



## SISTEMAS SILVOPASTORILES: UNA ALTERNATIVA PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE PEQUEÑOS Y MEDIANOS PRODUCTORES

Basado en la amplia experiencia derivada de la investigación y el desarrollo en el trópico, se ha demostrado que la producción animal ofrece un gran potencial para mejorar el bienestar socioeconómico y la calidad de vida humana.

Tal potencial existe para los pequeños y medianos productores cuyos sistemas disponen de recursos con enormes ventajas comparativas para la producción animal. Sin embargo, existen limitantes para realizar este potencial con las especies rumiantes:

1. Se culpa a la ganadería por la deforestación, la destrucción de la biodiversidad y la degradación de los suelos.

2. Persiste el problema fundamental de la escasa alimentación para los animales durante la época seca, más las soluciones convencionales basadas en granos básicos, importadas de las zonas templadas, siguen siendo no viables económica y ecológicamente.

3. Las políticas estatales, servicios de apoyo y mercados no incentivan o impulsan a que los productores inviertan y mejoren el manejo, la productividad y la sostenibilidad de los sistemas de producción, procesamiento y comercialización animal.



Ganadería bajo palma (*Cocos nucifera*), asociada con pasto guinea (*Panicum maximum*), para la producción de carne en condiciones de riego, en el trópico seco. Madrid, Colima, México. (Foto J. Pérez-Guerrero).

Desde el punto de vista tecnológico-productivo, se ha identificado y se viene desarrollando un área que promete cambiar dramáticamente la producción animal de las Américas. Se trata de tecnologías que son capaces de:

- a. Hacer producir las áreas marginales para la producción agrícola y mejorar en el tiempo su capacidad productiva.

- b. Lograr rendimientos durante todo el año y una más alta calidad nutritiva, muy superiores a los obtenidos mediante los sistemas de manejo intensivo tradicional.

c. Reciclar nutrientes del suelo y del ambiente para mantener una producción estable y con un nivel bajo de insumos externos.

d. Lograr un uso eficiente de los recursos oxígeno, agua, sombra, mano de obra y de materiales locales, a través de sistemas simbióticos de uso de la tierra.

e. Generar bienes o servicios, tales como leche, carne, piel, tracción animal, madera, fruta, leña y otros, para el consumo doméstico, el mercado, la capitalización o el embellecimiento de la propiedad, los que permiten que el productor asegure las necesidades familiares, optimice el uso de sus recursos escasos y se proteja contra los riesgos del mercado.

f. Abaratar los costos de producción, lo que prepara el camino para competir exitosamente dentro del marco del libre comercio en las Américas.

Se trata de los sistemas silvopastoriles, en donde se manejan integralmente los árboles y arbustos para fines productivos, complementarios y suplementarios dentro de los sistemas existentes. Sin exagerar, podría afirmarse que los sistemas silvopastoriles ofrecen la opción más viable por el momento para que la producción animal contribuya efectivamente al desarrollo socioeconómico y equitativo, acorde con las bondades y requisitos naturales de la región.



Sistema Silvopastoril con jaíl (*Alnus jarullensis*) y pasto kikuyu (*Pennisetum clandestinum*). CATIE, Costa Rica (Foto J. Pérez-Guerrero).

Para lograrlo, las políticas y programas de investigación, desarrollo y capacitación deben brindar prioridad a los sistemas silvopastoriles, a saber:

1. Priorización de especies autóctonas con un alto potencial forrajero.

2. Fortalecer los procesos de domesticación de las especies priorizadas, la industrialización y utilización de los productos.

3. Diseño de ecosistemas donde el sistema silvopastoril sea un componente productivo y complementario, aprovechando el conocimiento local, para lograr sistemas sostenibles del uso de la tierra.

4. Capacitación de los estudiantes, productores, profesionales y políticos con el fin de fortalecer, apoyar y aplicar las técnicas silvopastoriles. ♦

*Marcelino Avila*

Dr. Marcelino Avila  
Asesor Ministerio de Agricultura  
y Pesca de Belice



Nota: En el Editorial anterior (Año 2 No 7 Julio-Setiembre 1995), se consignó equivocadamente el número y páginas de la revista *Agroforestry Systems*, siendo el correcto: 10: 215-239. Ofrecemos nuestra disculpa.

## Agroforestales en América

### JORGE BENAVIDES: DIECISÉIS AÑOS DE EXPERIENCIAS SILVOPASTORILES EN AMÉRICA CENTRAL

Gloria Muñoz<sup>1</sup>

*Las cualidades nutritivas de ciertos árboles y arbustos en los trópicos, han favorecido el desarrollo de una práctica sumamente beneficiosa: los Sistemas Silvopastoriles (SSP), mediante las cuales se integran en un mismo espacio físico árboles, pastos y animales.*

*La disponibilidad de ciertas leguminosas y arbustos que permanecen verdes durante el verano y que sirven de alimento para ruminantes mayores y menores, debe ser motivo de interés en los países de clima tropical, donde poco se conoce y se aprovecha de este recurso. Además, la posibilidad de obtener otros productos secundarios como leña, madera para postes y otros servicios, cortinas rompevientos, sombra y abono verde, obliga a considerar seriamente su establecimiento.*

*El M.Sc. Jorge Benavides, con dieciséis años de trabajo en SSP en el CATIE, comenta sus experiencias y el desarrollo obtenido por el Centro en esta área.*

#### **¿Cuál ha sido el trabajo desarrollado por el CATIE en Sistemas Silvopastoriles-SSP?**

Los estudios sobre árboles forrajeros como recurso tradicionalmente subutilizado, desde el punto de vista de su integración al sistema con animales, lo que persiguen es fomentar el uso de ramas y hojas para la alimentación de vacas, cabras y ovejas, aprovechando los numerosos beneficios que brindan al terreno y a la producción.

En 1976, hace veinte años, el CATIE abrió la primera unidad que se dedicó al estudio de los



Desde hace 20 años, el CATIE ha venido realizando una importante labor de investigación y capacitación en SSP, en los países de la región (Foto J Benavides)

Sistemas Silvopastoriles y que llevaba este mismo nombre. Desde entonces ha habido continuidad en el estudio de los SSP, lo que nos ha permitido identificar excelentes especies de árboles y arbustos con potencial forrajero.

Mediante el estudio de estas especies, principalmente de sus hojas, ramas y tallos, ha sido posible valorizar recursos tradicionalmente subutilizados, desde el punto de vista de su apoyo en la producción animal.

Hemos podido identificar especies de árboles y arbustos de excelente calidad forrajera, tanto para la alimentación de animales como para la producción de biomasa. Se han identificado especies como el poró (*Erythrina poeppigiana*),

<sup>1</sup> Editora revista Agroforestería en las Américas, CATIE. Turrialba, Costa Rica

*gigantea* Acanthaceae), morera (*Morus alba*), chicasquil o chaya (*Cnidocolus* sp.), clavelón (*Hibiscus rosa-sinensis* Malvaceae), jocote (*Spondias* sp. Anacardiaceae), para hablar sólo de Costa Rica, más un número importante de especies en la zona sur de Honduras y la parte occidental de Guatemala. Durante estos años se ha trabajado con rumiantes mayores y menores (vacas, cabras y ovejas).

Hace nueve años se comenzó a trabajar en la implementación de módulos agroforestales para la producción de leche con cabras, tanto en Costa Rica como en Guatemala, resultando en un gran éxito en lo que se refiere a su adopción.

Actualmente se continúa con la misma línea de investigación, pero con un mayor énfasis en rumiantes mayores y se abrió una nueva línea para el estudio de conservación de forrajes por medio de ensilajes, para la alimentación del ganado durante el verano.

En este campo se han obtenido excelentes resultados con morera y chicasquil. Con la morera se han realizado trabajos de consumo y de ganancia de peso del ganado con buenos resultados.

Estamos tratando de introducir la morera en lecherías de alta productividad y a la fecha, hemos conseguido producir hasta 15 kilos de leche con vacas sin el uso de concentrados, únicamente suplementadas con el follaje de morera en las zonas altas de Costa Rica.

La Subunidad de Árboles Forrajeros tiene un fuerte componente en asistencia técnica y capacitación. Más de 20 estudiantes se han graduado del Programa de Maestría del CATIE en la temática de árboles forrajeros y SSP y más de 500 productores y de 1000 técnicos y profesionales, han recibido capacitación. Los estudios de Maestría en este campo cada día tienen mayor demanda por parte de estudiantes y profesionales de los países de la región.

La Subunidad de Árboles Forrajeros del CATIE ha aprovechado el uso de especies leguminosas como suplemento, para la alimentación de animales durante el verano (Foto J. Benavides)

## ¿Cuál ha sido el desarrollo de los SSP en América Central?

El desarrollo de los SSP con cabras inició en 1980 y ha sido espectacular en Costa Rica. En vacas los resultados han sido importantes pero sus efectos en los sistemas de producción animal apenas comienzan, ya que el trabajo con estos rumiantes se inició en 1993. Un ejemplo del impacto que ha tenido este trabajo es el experimentado por la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (C.R.) y el CATIE, donde más de 20 fincas en Coronado utilizan las técnicas SSP. Se han obtenido algunos logros en la costa Atlántica del país, pero el nivel de adopción de tecnologías marcha despacio, debido a que los mecanismos de extensión existentes en la región no son del todo eficientes.

El trabajo con cabras ha funcionado bien gracias a la creación de la Comisión Nacional de Desarrollo de la Actividad Caprina en Costa Rica, en 1985. Participan en esta Comisión numerosas instituciones del país, tales como el Banco Nacional de Costa Rica, el Instituto Nacional de Aprendizaje, las universidades de Costa Rica y Nacional, la Asociación Costarricense de Criadores de Cabra, la Escuela Centroamericana de Ganadería, y el Ministerio de Agricultura y Ganadería, entre otras, aportando su apoyo técnico y logístico. Es por esta razón que en los últimos 10 años el tamaño de los hatos de cabras en Costa Rica se ha incrementado en un 25% y la producción por animal en alrededor de un 40%. Esto ha permitido el desarrollo eficiente de la caprinocultura en Costa Rica y su



vinculación con tecnologías de tipo agroforestal, al introducir el uso de árboles y arbustos forrajeros. Este aspecto marca la diferencia con los sistemas de producción caprina tradicionales del trópico.

Además de Costa Rica, se ha trabajado en Guatemala, Honduras y ahora con mucha energía se está entrando a El Salvador. En cada país se desarrollan diferentes aspectos, pero el trabajo siempre está dirigido a brindarle una alternativa de producción y alimentación al pequeño productor.

### *¿ Cuáles son los beneficios ecológicos, agronómicos y socioeconómicos de los SSP ?*

Basado en mi experiencia, la ventaja de los SSP es que, por un lado implican un uso mucho más racional de la tierra y de los recursos naturales en general, que los sistemas tradicionales de explotación ganadera que han existido en América Central. A la vez que estamos aprovechando la vocación natural de nuestra tierra para la producción de plantas leñosas, se proponen tecnologías que implican una forma más sostenible de producción. Hablamos de plantas perennes, del uso de plantas leguminosas que requieren de menos fertilizantes y de fertilización orgánica. Desde el punto de vista social por ejemplo, el manejo de cabras representa una excelente alternativa en terrenos pequeños o fincas donde no se puede manejar rumiantes mayores y donde las

familias tienen grandes necesidades de alimento.

Económicamente se ha demostrado que con estas tecnologías y el uso de especies forrajeras, el proceso de producción de leche puede abaratarse en contraste con el proceso seguido tradicionalmente, basado en el uso de concentrados.

Finalmente, en los módulos agroforestales con cabras se han realizado estudios socioeconómicos de su funcionamiento, que muestran la rentabilidad de estos sistemas (por encima del 35%) y que incluyen la mano de obra como un costo, a pesar de que éstos están orientados al consumo familiar.

### *¿ Cuáles son las líneas de investigación que interesan actualmente al CATIE ?*

Hay dos líneas principales en los SSP que son los árboles forrajeros y la asociación de árboles con pasturas, y en ambos campos hay necesidades urgentes y prioridades que seguir. En el caso de los árboles forrajeros hay especies de las cuales se conoce su excelente calidad nutricional pero se requiere hacer mayor valoración agronómica; mientras que en árboles con pasturas es fundamental realizar evaluaciones de las técnicas de establecimiento de árboles dentro de los pastizales, del uso de este follaje como abono verde y de la influencia de su presencia en el suelo a mediano y largo plazo. ♦



Nacido en Costa Rica, Jorge Benavides Grütter realizó estudios de bachillerato en la Escuela de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agronómicas de La Habana, donde obtuvo el grado de Ingeniero Agrónomo

Zootecnista, en 1972. Obtuvo el grado de Maestría en Ciencias Agrícolas, en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), en 1982. En 1976 regresó a su país de origen, donde permaneció trabajando con haciendas privadas. En 1980 ingresa a la Unidad de Animales Menores del CATIE y cinco años después se incorpora como técnico. Posteriormente, asume el cargo de Líder de la Subunidad de Árboles Forrajeros, hoy adscrita al Área de Cuencas y Sistemas Agroforestales.

América Central, Argentina, Colombia, Cuba, Ecuador, Francia, Holanda, España, India, Puerto Rico, República Dominicana y México son algunos de los países que ha recorrido como expositor, profesor, técnico y consultor a lo largo de su carrera profesional.

Tiene a su haber la publicación de cuatro libros en los cuales refleja su experiencia en el estudio de árboles y arbustos forrajeros, producción caprina y sistemas silvopastoriles. Cuenta con 74 publicaciones y ha participado en la conducción de una veintena de tesis de maestría. Fue fundador y actualmente funge como coordinador de la Comisión Costarricense para el Desarrollo de la Actividad Caprina, destacándose como uno de los principales promotores de la aplicación de leñosas forrajeras en los sistemas de producción animal de América Central.

## Avances de Investigación

# EXPERIENCIAS DESARROLLADAS POR EL CATIE EN EL USO DEL FOLLAJE DE *Erythrina* sp. Y *Gliricidia sepium* EN LA PRODUCCIÓN DE CARNE Y LECHE DE BOVINOS



Dos décadas de experimentación en SSP, aseguran la definición de diseños de sistemas de producción de leche, más acordes con las necesidades de las comunidades rurales y el desarrollo sostenible de la región (Foto D. Kass)

**Palabras clave:** Sistemas de producción, suplementos proteicos, árboles forrajeros, leguminosas leñosas.

### RESUMEN

Desde el punto de vista biológico y económico, la inclusión del follaje de leguminosas arbóreas (*Erythrina* sp. y *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp.) como suplementos proteicos en dietas de terneros posdestete y vacas en producción, en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), ha demostrado que estos follajes son de menor calidad que las otras fuentes de uso tradicional (harina de pescado, carne, soya y algodón), a diferencia de la urea. Sin embargo, se logran producciones de leche y ganancias de peso aceptables. En todos los casos se determinó que el uso del follaje de estas leguminosas arbóreas fue una alternativa de suplementación proteica más económica que las fuentes tradicionales investigadas hasta la fecha.

RESEARCH DEVELOPED BY CATIE IN THE USE OF  
FOLIAGE OF *Erythrina* sp. AND *Gliricidia sepium*  
IN MILK AND VEAL PRODUCTION  
BY DAIRY CATTLE

### ABSTRACT

Biological and economic evaluation of the inclusion of the foliage of the woody legumes, *Erythrina* sp. and *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. as protein supplements in the diets of weaned calves and cows in milk production at the Tropical Agriculture Research and Training Center (CATIE), has shown that this foliage is of lower quality than traditional protein supplements such as fish meal, soybean meal and cottonseed meal, but is superior to urea. Nevertheless, acceptable levels of weight gains and milk production were obtained with tree foliage. In all cases, it was found that the use of the leaves of these woody legumes was a more economical alternative protein supplement than the traditional sources previously studied.

Alberto Camero Rey <sup>1</sup>

La inclusión de follajes arbóreos en sistemas de producción bovina y la de otros recursos de la finca (rastros de cultivos, caña de azúcar) y residuos agroindustriales de la región (melaza, banano verde, pulidura de arroz, semilla de algodón, cascarilla de café, etc.), ha sido una de las estrategias utilizadas por el CATIE en el diseño de sistemas de producción de carne y leche más económicos, sustentables y compatibles con la conservación de los recursos naturales.

Desde el punto de vista biológico y económico (producción de leche y carne de bovinos), el CATIE ha evaluado el uso de follaje arbóreo de leguminosas de alto potencial forrajero y buena calidad nutritiva. Debido a que por lo general el contenido de nitrógeno de estos forrajes es muy soluble a nivel ruminal, se ha investigado en forma paralela el efecto de la adición de diferentes suplementos energéticos, buscando beneficios económicos para los productores, especialmente en condiciones de escasez de pastos de buena calidad, capital y mano de obra.

<sup>1</sup> M.Sc. Investigador Asociado, Coordinación Agroforestal CATIE-Danida Area de Cuencas y Sistemas Agroforestales CATIE 7170 Turrialba, Costa Rica Tel (506) 556 1786 Fax (506) 556 7766 E-mail: acamero@catie.ac.cr



El presente trabajo es una revisión bibliográfica que resume la investigación realizada en el CATIE sobre el uso de follaje de leguminosas arbóreas (*Erythrina* sp. y *Gliricidia sepium*) como suplemento proteico para la producción de leche y carne en bovinos, en las condiciones del trópico húmedo bajo de Costa Rica.

### MEJOR PESO EN TERNERAS DE LECHERÍA Y TORETES PARA CARNE

Pineda (1986) midió en terneras de lechería, el efecto de cuatro niveles de sustitución de la proteína aportada por la harina de soya (65% de los requerimientos totales), por proteína proveniente del follaje de poró (*Erythrina poeppigiana*), utilizando niveles de sustitución de 0, 33, 67 y 100%.

En este estudio se demostró la factibilidad económica de reemplazar el 67% de la proteína en raciones de terneras de lechería en período posdestete, por proteína proveniente del follaje de poró, aunque las terneras ganaron menos peso que cuando fueron suplementadas sólo con harina

En un trabajo realizado por Vásquez (1992), de soya como fuente proteica (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Promedio de ganancia diaria de peso y resultados económicos de cuatro niveles de sustitución de proteína de harina de soya por proteína de poró (*E. poeppigiana*), en terneras de lechería.

Parámetros	Niveles de sustitución			
	0%	33%	66%	100%
Ganancia de peso (g día <sup>-1</sup> )	410	366	372	294
Beneficio neto (US\$ día <sup>-1</sup> )	0.076	0.086	0.126	0.092
% del ingreso total	27	33	43	43

Fuente: Pineda, 1986

Vargas (1987), utilizando *Erythrina cochleata* como suplemento proteico en toretes en pastoreo de la raza Brangus, observó un incremento significativo de la tasa de crecimiento cuando el nivel de consumo de materia seca de poró fue igual o superior al 0.3 % del peso vivo (Cuadro 2). Al adicionar una fuente energética como el

banano verde al poró, las ganancias de peso fueron superiores a las observadas en los toretes suplementados sólo con poró.

**Cuadro 2.** Ganancia de peso en toretes en pastoreo suplementados con follaje de poró (*E. cochleata*).

Tratamiento	Ganancia de peso (g día <sup>-1</sup> )
Pastoreo	398
Pastoreo + 0.3% PV <i>E. cochleata</i>	380
Pastoreo + 0.5% PV <i>E. cochleata</i>	524
Pastoreo + 0.7% PV <i>E. cochleata</i>	509
Pastoreo + 0.5% PV <i>E. cochleata</i> + banano*	579

\*Representó el 20% del consumo total de MS

Fuente: Vargas, 1987.

se alimentaron terneras Jersey cruzadas con Criollo Lechero Centroamericano, con una dieta basal de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) usando como fuente proteica urea, poró y harina de pescado. Se encontraron diferencias en la ganancia diaria de peso de las terneras. Los resultados fueron superiores en el tratamiento con harina de pescado comparado con poró y la urea (Cuadro 3). El análisis económico demostró que el uso del poró como suplemento proteico rindió ingresos netos superiores en 7.7 y 2.2 veces a la harina de pescado y urea, respectivamente.

### PRODUCCIÓN DE LECHE DE VACAS EN PASTOREO Y CONFINAMIENTO

Bajo este esquema de investigación, Tobón (1988), utilizando vacas que pastorearon en potreros con una mezcla de 52% de *Brachiaria ruziziensis* Germ. & Evrard, 31% pasto natural mezcla de *Paspalum conjugatum* Berg. y *Axonopus compressus* (Sw.) Beauv., 12% de *Cynodon nlemfuensis* Vanderyst, evaluó cuatro niveles de oferta de consumo de poró que representaron el 0, 0.19, 0.37 y 0.53% del peso vivo en materia

**Cuadro 3. Efecto de la suplementación con diferentes fuentes proteicas sobre la ganancia de peso en novillas de lechería alimentadas con caña de azúcar (*S. officinarum*).**

Parámetros	Fuentes proteicas		
	H. pescado	Poró	Urea
Ganancia de peso (g día <sup>-1</sup> )	763	648	592
Beneficio neto (US\$ día <sup>-1</sup> )	0.025	0.194	0.092
% del ingreso total	4	33	17

Fuente: Vásquez, 1992

seca. La producción de leche se incrementó en forma lineal positiva (PL = 8,75+1,29X) como consecuencia de la suplementación de poró. No se encontró una diferencia significativa en cuanto a los beneficios netos entre tratamientos. (Cuadro 4).

**Cuadro 4. Efecto de cuatro niveles de follaje de poró (*E. poeppigiana*) sobre la producción de leche de vacas en pastoreo.**

Variables	% del PV en MS de poró			
	0	0.19	0.37	0.53
Producción de leche (kg vaca <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> )	8.7	9.1	9.2	9.5
Beneficio neto (US\$ vaca <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> )	2.05	2.06	2.07	2.09
% del ingreso total	98	95	94	92

Fuente: Tobón, 1988

Abarca (1988), trabajó con vacas Jersey en pastoreo de *C. nlemfuensis*, suplementadas con dos niveles de melaza de caña (1.5 y 3.0 kg MS vaca<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>) y dos fuentes proteicas, harina de pescado y poró (0.71 y 3 kg MS vaca<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>; respectivamente) Se encontró que los animales suplementados con poró produjeron 9% menos que los alimentados con harina de pescado (9 y 8.2 kg leche vaca<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>). El análisis económico indicó una mayor rentabilidad del poró sobre la harina de pescado, debido a la disminución de los costos variables, por efecto de la suplementación del forraje.

Alagón (1990) llevó a cabo un estudio bioeconómico de la producción de leche con un grupo de 12 vacas Jersey (puras y mestizas de la raza Criolla Lechera y Jersey), estabuladas y con una dieta basal de caña de azúcar.

El estudio demostró que el uso del poró como suplemento proteico, en comparación con otras fuentes tradicionales (harina de soya, harina de pescado y urea) es una alternativa real, al obtener

producciones diarias de leche de 9.7 kg vaca<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>.

Analizando la información disponible y basado en los resultados encontrados sobre la respuesta animal a la suplementación con follaje de arbóreas leguminosas, Camero (1991) evaluó el efecto del follaje de poró y madero negro, como suplementos proteicos en comparación con urea, en la producción de leche de vacas estabuladas alimentadas con heno de jaragua (*Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf.), de baja calidad. Los resultados indicaron que la producción de leche fue igual para los tratamientos con base en poró y madero negro y diferentes con urea. El análisis económico de presupuestos parciales demostró que la suplementación con madero negro y poró fue superior en un 20 y un 19%, respectivamente, al tratamiento con urea (Cuadro 5).

Corado (1991) llevó a cabo la evaluación del efecto de varios niveles de pulidura de arroz (0, 0.2, 0.4 y 0.6 kg MS/100 kg PV) sobre la producción de vacas lecheras en pastoreo (potreros compuestos de un 43% de *B. ruziziensis*, 5% de *C. nlemfuensis*, 36% de otras gramíneas (*P. conjugatum* y *A. compressus*) y el resto de malezas y leguminosas nativas), a las cuales se les suministró una cantidad fija de follaje de poró (0.5 kg MS/100 kg PV) y de melaza de caña (0.75 kg MS vaca<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>). Los resultados demostraron la existencia de un efecto importante de los tratamientos sobre la producción de leche (Cuadro 6). La inclusión de la pulidura de arroz en la dieta mejoró los beneficios económicos netos obtenidos. Sin embargo, la suplementación en una proporción de 0.20 kg MS de pulidura de

arroz/100 kg pv, dio los mejores resultados económicos

**Cuadro 5.** Efecto de la suplementación con tres fuentes proteicas sobre la producción de leche de vacas alimentadas con heno de jaragua (*H. rufa*).

Variables	Suplementos		
	Poró	Madero	Urea
Producción de leche (kg vaca <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> )	7.3	7.4	6.7
Beneficio neto (US\$ vaca <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> )	1.08	1.10	0.88
% del ingreso total	57	58	51

Fuente: Camero, 1991

**Cuadro 6.** Efecto de la suplementación con pulidura de arroz sobre la producción de leche de vacas en pastoreo suplementadas con poró (*E. poeppigiana*).

Variables	Pulidura kg MS/100 kg PV			
	0	0.20	0.40	0.60
Producción de leche (kg vaca <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> )	8.8	9.7	9.9	10.5
Beneficio neto (US\$ vaca <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> )	2.18	2.42	2.32	2.37
% del ingreso total	83	82	78	76

Fuente: Corado, 1991

Dada la importancia del uso de fuentes suplementarias de energía en sistemas de alimentación de rumiantes con follajes de leguminosas arbóreas, Jiménez (1992) evaluó el efecto de la suplementación con cuatro fuentes energéticas (0.72 Mcal ED/100 kg PV de sorgo, banano verde, pulidura de arroz y melaza). Trabajó con vacas en pastoreo que recibieron una cantidad fija de 0.5 kg de MS/100 kg PV de follaje de poró (*E. poeppigiana*). Los resultados obtenidos mostraron que no existió diferencia entre las fuentes energéticas usadas, sobre la producción de leche (Cuadro 7).

El análisis financiero demostró la viabilidad del uso de las fuentes energéticas utilizadas, sin embargo, la suplementación con banano ofreció las mayores ventajas debido al bajo costo de este producto en el mercado local.

**Cuadro 7.** Efecto de la suplementación de cuatro fuentes energéticas sobre la producción de leche de vacas en pastoreo suplementadas con follaje de poró (*E. poeppigiana*).

Variables	Tratamientos			
	Sorgo	Banano	Melaza	Pulidura
Producción de leche (kg vaca <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> )	9.0	8.9	8.6	8.8
Beneficio neto (US\$ vaca <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> )	2.15	2.42	2.28	2.29
% del ingreso total	80	90	86	89

Fuente: Jiménez, 1992.

## CONCLUSIÓN

Considerando las condiciones en que se desarrollaron estos estudios y con base en los resultados reportados, se pueden formular las siguientes conclusiones:

1. Los follajes de *Erythrina* sp. y *Gliricidia sepium*, como fuentes nitrogenadas en la suplementación alimenticia para la producción de leche y carne, son de menor calidad que las fuentes proteicas utilizadas tradicionalmente, con excepción de la urea

2. Aunque los follajes de *Erythrina* sp. y *Gliricidia* sp. poseen menor calidad proteica que las fuentes utilizadas tradicionalmente, se logra una buena producción de leche y ganancia de peso cuando se emplean como suplemento de dietas basales con forrajes de bajo contenido nutricional.

3. En todos los casos revisados, el uso de follajes de leguminosas arbóreas (poró *Erythrina* sp. y madero negro *Gliricidia sepium*), constituye una alternativa de suplementación proteica más económica que las tradicionales para la producción de leche y ganancia de peso. ♦

## BIBLIOGRAFÍA

**ABARCA, S.** 1988. Efecto de la suplementación con poró (*Erythrina poeppigiana*) y melaza sobre la producción de leche en vacas pastoreando estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*). Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 68 p.

**ALAGÓN, G.** 1990. Comparación del poró (*Erythrina poeppigiana*) con otras fuentes nitrogenadas de diferente potencial de escape a la fermentación ruminal como suplemento de vacas lecheras alimentadas con caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 145 p.

**CAMERO, A.** 1991. Evaluación del poró (*Erythrina poeppigiana*) y madero negro (*Gliricidia sepium*) como suplementos proteicos para vacas lecheras alimentadas con heno de jaragua (*Hyparrhenia rufa*). Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 91 p.

**CORADO, L.** 1991. Efecto de cuatro niveles de pulidura de arroz sobre la producción de leche de vacas en pastoreo, suplementadas con follaje de poró (*Erythrina poeppigiana*). Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 95 p.

**JIMÉNEZ, G.** 1992. Efecto de cuatro fuentes energéticas sobre la producción de leche de vacas en pastoreo suplementadas con follaje de poró (*Erythrina poeppigiana*). Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 67 p.

**PINEDA, O.** 1986. Hojas de poró (*Erythrina poeppigiana*) en la alimentación de terneras de lechería. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 67 p.

**TOBON, C. J.** 1988. Efecto de la suplementación con tres niveles de poró (*Erythrina poeppigiana*) sobre la producción de leche en vacas en pastoreo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 72 p.

**VÁSQUEZ, R.** 1991. Comparación del poró (*Erythrina poeppigiana*) con dos fuentes nitrogenadas comerciales en la suplementación de terneras de lechería alimentadas con una dieta basal de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 107 p.

**VARGAS, A.** 1987. Evaluación del forraje de poró (*Erythrina cochleata*) como suplemento proteico para toretes en pastoreo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 88 p.



La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) como alimentación para el ganado es muy utilizada en las zonas productoras de azúcar en América Latina. (Foto G. Muñoz)



**Palabras clave:** Sistemas Silvopastoriles (SSP), árbol, pasturas, forraje, biomasa, pasto de guinea (*Panicum maximum*), ganado.

#### RESUMEN

Se midió el efecto de tres densidades de árboles en los componentes sombra, cantidad de biomasa y calidad del forraje que provee el pasto de guinea (*Panicum maximum*) y los árboles, así como el aporte de nutrimentos al suelo, a través del reciclaje proveniente de la hojarasca, las ramas y los frutos. El estudio se efectuó al norte de Colombia, en casi 15 ha dedicadas a Sistemas Silvopastoriles. Los SSP se establecieron por procesos de regeneración natural. En los tratamientos se utilizaron nueve parcelas permanentes de 70x70 m, para un total de 4900 m<sup>2</sup> y se evaluó el número de árboles y especies presentes, así como el área de sombra proyectada. Se definieron tres tratamientos de densidades de árboles para las variables baja, media y alta (74, 89 y 96 arb./ha, respectivamente). Se usó un diseño estadístico de bloques al azar con tres repeticiones (bloques), que fueron medidas dos veces al año (verano e invierno).

La mayor biomasa disponible de pastura se registró en la densidad baja durante el verano. La altura de los árboles fue mayor en la densidad alta y no se reportaron diferencias en el diámetro del tallo. Los contenidos de proteína cruda del forraje de guinea fueron bajos, especialmente en el verano. La degradabilidad ruminal *in situ* no se afectó por la densidad de los árboles durante el verano, pero fue baja y lenta; igualmente la biomasa radicular del pasto no se vio afectada por la densidad de árboles.

El aporte de proteína de los árboles no varió por la densidad, pero fue más alto con la leguminosa (*Calliandra calothyrsus*) Meiss., con valores mayores al 15%, durante el verano. La leguminosa mostró un mayor potencial forrajero.

#### EFFECT OF THREE TREE DENSITIES ON THE FORAGE POTENTIAL OF A NATURAL SILVOPASTORAL SYSTEM IN THE ATLANTIC REGION OF COLOMBIA

#### ABSTRACT

The effect of three tree densities on the following components of a silvopastoral system were measured: shade, total biomass and forage quality of both trees and *Panicum maximum* pasture; nutrients supplied to the soil through recycling of leaves, fruits and branches. The study was carried out in an area of almost 15 ha of silvopastoral systems established by processes of natural regeneration, in northern Colombia. For measurement purposes, nine permanent plots of 70 m x 70 m were used, giving a total area of 4900 m<sup>2</sup> per plot. The number of trees and species present and the area of shade projection were determined in each plot. Three different tree densities were defined as low, medium and high (74, 89 and 96 trees/ha, respectively) with three repetitions of each treatment in a randomized complete block design. Measurements were made twice yearly during the rainy (winter) and dry (summer) seasons.

Greatest pasture biomass availability occurred with the lowest tree density during the dry season. Trees were tallest at the highest density but no differences in stem diameter due to treatments were observed. Crude protein content of the *Panicum* forage was low, especially in the dry season. *In situ* rumen degradability was not affected by the tree density during the dry season, but was low and slow. Root biomass of the pasture was not affected by the tree density.

The protein contribution of the trees did not vary with tree density but was highest with the leguminous tree, *Calliandra calothyrsus* Meiss., which had in protein contents greater than 15% in the dry season. This woody legume showed the greatest forage potential in the silvopastoral systems.

## EFFECTO DE TRES DENSIDADES DE ÁRBOLES EN EL POTENCIAL FORRAJERO DE UN SISTEMA SILVOPASTORIL NATURAL, EN LA REGIÓN ATLÁNTICA DE COLOMBIA

L. A. Giraldo V.<sup>1</sup>  
Jorge Botero<sup>2</sup>  
Javier Saldarriaga<sup>2</sup>  
Patricia David<sup>2</sup>

Los Sistemas Silvopastoriles (SSP) representan una posibilidad para mejorar la productividad y la estabilidad de los sistemas de uso de la tierra, en diferentes ecosistemas en Colombia. Sin embargo, el aporte de los árboles al sistema no ha sido suficientemente cuantificado. En consecuencia, es necesario identificar y diseñar SSP y evaluarlos, tanto en prototipos como en fincas con sistemas piloto.

Los SSP son de importancia en América Latina, en donde la ganadería produce una enorme presión por pasturas en las áreas boscosas. (Sánchez, 1995).

En Colombia, debido a la presión para producir alimentos en sistemas estables y rentables a largo plazo, capaces de preservar los recursos naturales, han cobrado especial importancia los árboles forrajeros como fuente para la alimentación animal. Más recientemente ha surgido el manejo de SSP que integran el uso de pasturas, árboles y animales con diferentes objetivos y estrategias de producción (Giraldo, 1994).

Las actividades de investigación desarrolladas en los SSP son descriptivas y no responden a las interacciones árbol-ganado-pastura (Sánchez, 1995) y las evaluaciones son pocas.

<sup>1</sup> M Sc Profesor Asociado Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Apdo. Aéreo 1779 Fax: 94-2300420. Medellín, Colombia. E-mail: silvopas@perseus.unalmed.edu.co

<sup>2</sup> Zootecnistas. Investigadores Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Apdo. Aéreo 1779 Fax: 94-2300420. Medellín, Colombia

Uno de los aspectos más influyentes en los SSP es la densidad de árboles; por eso interesa conocer las relaciones entre el árbol y la pastura y su influencia en la productividad del pasto.

En la región norte de Colombia (Pinto, Magdalena), se estima que existen alrededor de 15.000 ha con SSP. Aquí se inició un proyecto con el objeto de evaluar el efecto de la incidencia de la sombra en tres densidades de árboles, sobre la cantidad y calidad de la biomasa del forraje de la pastura asociada y el pasto de guinea (*Panicum maximum*). También se estudió el aporte de nutrientes al suelo, a través del reciclaje proveniente de la hojarasca, las ramas y los frutos de los árboles.

### MÉTODOS ESTADÍSTICOS Y DE CAMPO

El trabajo se realizó en la finca La Gloria en el municipio de Santa Ana, al sur del departamento de Magdalena, (9°17' LN y 74° 50' LO). El sitio fue clasificado como una zona de vida de Bosque Seco Tropical (bs-T), con una temperatura media anual de 27°C y precipitaciones medias anuales de 1100 mm; distribuidas

bimodalmente y con una altitud de 50 msnm. Los suelos son fértiles (pH=6.4; P=35.2 ppm; Ca= 6.4; Mg= 1.4 y K=0.4 meq/100 g de suelo) y las texturas van desde franco/arenoso a franco/arcilloso.

El SSP natural en la región fue establecido por procesos de regeneración natural y ha venido siendo utilizado en forma comercial, en los últimos años. La composición de estos sistemas comprende árboles muy diversos, sobresaliendo el guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam); cañahuate (*Tabebuia chrysea*); orejero (*Enterolobium cyclocarpum*) y carbonero (*Calliandra calothyrsus*), en asociación con pasto de guinea.

Para los tratamientos se seleccionaron nueve parcelas permanentes de 70x70 m, para un área de 4900 m<sup>2</sup>, en las cuales se realizaron evaluaciones en cuanto al número de árboles y de especies presentes, el área de sombra proyectada por la copa y por la densidad. Se definieron tres tratamientos o densidades de árboles, correspondientes a tres variables experimentales: baja, media y alta (Cuadro 1). En cada tratamiento se seleccionaron tres repeticiones para cada uno, generando en total un área de experimentación de casi 4.4 ha.

Cuadro 1. Características de los tratamientos (4.4 ha) para la evaluación de SSP en Magdalena, Colombia

Tratamiento	Número árb./ha	Número especies árb./ha	Cobertura Copa árb en 4900 m <sup>2</sup>
Densidad alta	96a	9b	3667a
Densidad media	89b	13a	2795b
Densidad baja	74c	11a	1546c

Promedios en la misma columna seguidos de letras distintas, son diferentes (p<0.05).



Las investigaciones realizadas sobre SSP son muy descriptivas y no consideran las interacciones árbol-ganado-pastura (Foto G Muñoz)

Se utilizó un diseño estadístico de bloques al azar con tres repeticiones (bloques), donde las variables experimentales fueron la densidad alta, media y baja. Las variables de respuesta fueron medidas en dos épocas del año (verano e invierno). En el pasto se estimó la disponibilidad de biomasa, biomasa de la raíz a dos distancias del

fuste del árbol -mitad y límite del área de cobertura de la copa-, composición química (proteína cruda, FDA y FDN) y la degradabilidad ruminal *in situ*, mediante la técnica de la bolsa de nylon (Giraldo, 1995). Adicionalmente, en el 10% de las especies de árboles más representativas de cada parcela, se estimó la altura del fuste por la técnica del Blumeleiss, el diámetro del árbol a la altura del pecho y la intensidad de la luz que penetra a través del follaje por medio del densiómetro. También se estimó el aporte al sistema de detritus por los árboles y sus contenidos de nitrógeno, fósforo y potasio.

En los picos del verano e invierno, se tomaron muestras de biomasa comestible por los animales (hojas y peciolos) de los árboles predominantes y se realizaron análisis de composición química (proteína cruda, FDA, FDN) y de degradabilidad ruminal a diferentes tiempos de incubación con animales canulados del rumen. El análisis de los datos se realizó con el programa SAS, mediante los métodos de ANOVA, GLM y las pruebas de Duncan.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La magnitud del sombreado depende de la cantidad de árboles por unidad de superficie, de la altura, la arquitectura y la fenología de cada especie. Las pasturas tropicales del tipo metabólico C<sub>4</sub>, alcanzan su máxima producción con altos niveles de intensidad lumínica. La influencia de los árboles sobre la producción de las pasturas, considerando solamente la intersección de la radiación solar, se espera que resulte en una reducción en la tasa de producción. El efecto mayor de la intersección lumínica en la cantidad de la biomasa, se da durante el verano y entre densidades alta y media, comparadas con la densidad baja.

El Cuadro 2 muestra el efecto de densidad de los árboles sobre la producción de pasto en el verano e invierno, la densidad de árboles solamente afectó significativamente la producción de biomasa en el período de verano. Diferencias semejantes en la producción de pasto en épocas

Cuadro 2 Efectos de tres densidades de árboles, en la producción de biomasa de *P. maximum*, en dos épocas del año

Densidad de árboles	Disponibilidad de biomasa (kg MS/ha)	
	Verano	Invierno
Alta	3080b (52)*	6028a (19)
Media	3783b(63)	6852a (16)
Baja	7629a (43)	5458a (20)

Promedios con las mismas letras en la vertical no difieren según Duncan ( $p < 0.05$ ). \*Entre paréntesis intensidad lumínica que penetra a través del docel de los árboles.

Cuadro 3. Aportes de detritus y medidas dasométricas en tres densidades de árboles en SSP naturales, Colombia

Densidad de árboles	Detritus (kg/ha)	Long. fuste (m)	DAP (cm)
Alta	2732a	3.2a	37.6a
Media	2690a	1.6b	40.9a
Baja	1198b	1.6b	35.8a

Promedios con las mismas letras en la misma columna, no difieren ( $p < 0.05$ ).

diferentes, con densidades de árboles mayores que las utilizadas en este experimento, fueron encontradas por Bustamante (1991). Cameron *et al.*, (1990) reportaron que la mayor producción de pasto se obtuvo cuando hubo una cobertura de árboles del 20%.

Según la especie y las condiciones edáficas, los árboles pueden llegar a horizontes más profundos del suelo, absorber nutrientes y retornarlos a la superficie con la caída natural del follaje, ramas y frutos (Budowski, 1981).

Cuadro 4. Aportes de elementos nutritivos de árboles de carbonero (*Calliandra calothyrsus*) en SSP naturales, con tres densidades de árboles.

Densidad de árboles	Nitrógeno (kg/ha)	Fósforo (kg/ha)	Potasio (kg/ha)
Alta	41.79a (98.84)a	1.61a (3.22)a	2.54a (10.66)a
Media	48.42a (101.68)a	1.88a (3.22)a	2.07a (10.66)a
Baja	21.56b (43.83)b	0.53b (1.29)a	1.13b (11.53)a

Promedios con las mismas letras en la vertical, no difieren ( $p < 0.05$ ). Entre paréntesis se distinguen los datos de invierno.

En el Cuadro 3 se muestran las evaluaciones dasométricas y el aporte de detritus de los árboles en las tres densidades de los SSP evaluados.

El efecto de los árboles sobre el suelo en los diferentes SSP se traduce en un incremento de la fertilidad y es más marcado cuando los árboles alcanzan tamaños mayores (Giraldo, 1994).

En general, el aporte de nutrimentos por los árboles de carbonero es mayor que los de guácimo. Los valores son superiores en las densidades altas y medias (Cuadros 4 y 5).

Cuadro 5. Aportes de elementos nutritivos de árboles de guácimo (*G. ulmifolia*) en SSP naturales, con tres densidades de árboles

Densidad de árboles	Nitrógeno (kg/ha)	Fósforo (kg/ha)	Potasio (kg/ha)
Alta	35.51a (69.21)a*	2.81a (3.27)a	2.91b (33.54)a
Media	33.08a (62.77)a	2.04a (3.19)a	4.84a (32.53)a
Baja	10.30b (26.89)b	0.99a (1.66)a	2.03b (14.09)a

Promedios con las mismas letras en la vertical, no difieren ( $p < 0.05$ ). \*Entre paréntesis se distinguen los datos de invierno

En Costa Rica, Russo (1984) encontró un aporte anual de 331 kg de nitrógeno, 32 de fósforo, 156 de potasio, 319 de calcio y 86 de magnesio, en plantaciones de café con 280 árboles/ha de *Erythrina poeppigiana*.

La sombra de los árboles, al atenuar la intensidad de luz y la temperatura foliar de las plantas, modifica también el contenido de proteína cruda de los pastizales tropicales.

Los contenidos de proteína cruda del pasto guinea no se vieron influenciados por las diferentes densidades, tanto en verano como en invierno. Sin embargo, los valores fueron bajos incluso para el invierno. Los contenidos de pared celular en verano son altos y mayores para la densidad media, baja y alta, respectivamente; en cambio, los valores de FDA son menores en época de invierno y no difieren entre tratamientos (Cuadro 6).



Cuadro 6. Contenido de proteína cruda y composición de la fibra del pasto de guinea (*P. maximum*) en dos épocas del año, en SSP naturales en Colombia.

Densidad de árboles	Proteína (%)	FDN(%) verano/invierno	FDA(%)
Alta	3.8a/8.1a	75.9c/72.2a	57.4a/48.6a
Media	3.7a/7.7a	79.5a/72.6a	57.6a/49.1a
Baja	3.6a/7.7a	77.9b/71.2a	56.2a/46.7a

Promedios con las mismas letras en la vertical, no difieren ( $p < 0.05$ ).

Daccarett y Blyndestein (1968) encontraron que la estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) asociada a *Erythrina poeppigiana* (44% de luz) tuvo un 8.4% de proteína; mientras que ese mismo pasto a pleno sol alcanzó una concentración de 6%.

En condiciones de sombreado moderado, se han obtenido mayores concentraciones de nitrógeno en el forraje de las pasturas que crecen en la sombra de los árboles, en relación con los no sombreados (Belsky, 1992).

La producción de raíces de las gramíneas decrece cuando éstas crecen bajo sombra (Wong y Wilson, 1980). Bajo las condiciones de la evaluación, no se observaron efectos de los tratamientos en la biomasa radicular del pasto, por la cercanía de la gramínea al fuste del árbol, excepto en época de verano (Cuadro 7).

Cuadro 7. Contenido de proteína cruda de dos especies de árboles con potencial forrajero, en tres densidades diferentes, durante dos épocas.

Densidad de árboles	Guácimo ( <i>G. ulmifolia</i> ) verano/invierno	Carbonero ( <i>C. calothyrsus</i> ) verano/invierno
Alta	10.4a/18.3a	15.4a/24.0a
Media	8.4a/15.5a	17.3a/24.2a
Baja	9.8a/14.6a	18.1a/25.0a

Promedios con las mismas letras en la vertical, no difieren ( $p < 0.05$ ).

En general los forrajes de árboles y arbustos muestran valores de proteína cruda relativamente altos, dependiendo de la especie y del tipo de árbol. En Costa Rica se reportan por ejemplo, contenidos de proteína cruda por encima del 14% en varias especies consideradas como promisorias para los SSP, como la *Leucaena (L. leucocephala)*,



el madero negro (*G. Sepium*) y el guácimo (*G. ulmifolia*) (Pezo *et al.*, 1990).

Los valores de proteína cruda no defirieron entre tratamientos, pero en guácimo son menores y para el carbonero son mayores, ya que éste último es leguminoso, colocándose en ventaja como especie promisoría para SSP. (Cuadro 7)

El valor nutritivo de los árboles varió en los diferentes componentes de la biomasa arbórea: las hojas presentaron mayores concentraciones de nutrientes que las ramas y los tallos. La variación también se ha relacionado con la edad y con la posición en el árbol: las hojas jóvenes fueron más ricas en proteínas que las viejas y éstas además, presentaron baja digestibilidad debido a las concentraciones mayores de lignina y posiblemente de taninos (Benavides, 1991).

Otro factor de la calidad nutritiva relacionado con el potencial forrajero de los árboles, es el fraccionamiento de la fibra. El estudio evidenció un mayor efecto por época del año, que por los tratamientos de densidad arbórea; igualmente las diferencias más marcadas se dan entre especies.

La degradabilidad ruminal para el pasto de guinea en verano fue muy baja (alrededor del 40%), a las 96 horas de incubación intraruminal, independientemente de la densidad de árboles en el sistema silvopastoril. En invierno la degradabilidad de la MS es mayor respecto al verano (65% para densidad alta y baja, y 57% para densidad media, a las 96 horas de incubación ruminal).



El forraje de guácimo presentó mayor degradabilidad ruminal en los árboles con densidad alta (alrededor del 80% a las 72 horas de incubación intraruminal) durante el verano y fue más rápida, a pesar de tener una menor fracción soluble (33% a las seis horas de incubación)

El carbonero tuvo efectos con la densidad alta y en la degradabilidad ruminal del follaje del árbol durante el verano, lo que significa que posee un menor potencial de fermentación ruminal. En invierno, la velocidad de degradación de la MS del follaje de carbonero es más rápida en

las tres densidades, lo que confirma su potencial de fermentación en el rumen.

## CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos en las condiciones de la evaluación de los SSP, muestran cómo la baja densidad de árboles en el silvopastoreo, produce mayor cantidad de forraje en la gramínea, especialmente en época de verano. La calidad nutritiva de la pastura se vio más afectada por la época del año, que por la densidad de los SSP.

En la densidad baja se presentan los menores aportes de detritus. Sin embargo, el aporte de nutrimentos a través del detritus, es mayor en el carbonero. Pero los mayores aportes de nitrógeno se dan en altas densidades en ambas épocas. El guácimo es la especie que mayores aportes hace al reciclaje de fósforo, especialmente en densidades bajas.

La biomasa de raíces del pasto de guinea, es menor en densidades altas, no obstante, su disminución es menor, cuanto más cerca estén del fuste de los árboles. La época del año parece tener un mayor efecto en la biomasa de las raíces de la pastura, sugiriendo la importancia del estudio de la dinámica de este aspecto en el manejo de los SSP.

La calidad nutritiva del forraje de guinea fue baja en todas las densidades, con mayores efectos en la época seca (especialmente proteína cruda y FDN en verano). La degradabilidad ruminal del pasto no se vio afectada por la densidad de árboles, siendo en todos los casos baja y lenta.

El potencial del aporte de las especies arbóreas a la alimentación animal, en términos de proteína cruda y FDN es buena, sobretodo en verano, donde la calidad de la gramínea disminuye drásticamente. Por otro lado, la degradabilidad ruminal de ambas arbóreas, se vio afectada por la época del año, siendo en general media y más lenta en verano para el guácimo. El carbonero se vio afectado negativamente en su degradabilidad, en la densidad alta ♦

**BIBLIOGRAFÍA**

**BELSKY, A.** 1992. Effects of trees on nutritional quality of understory gramineous forage in tropical savannas. *Tropical Grasslands (A.C.T.)* 26 (1):12-20.

**BENAVIDES, J.** 1983. Investigación en árboles forrajeros *In: Curso Corto intensivo sobre técnicas agroforestales con énfasis en la medición de parámetros biológicos y socioeconómicos Contribuciones de los participantes. Comp L. Babar. Turrialba, C.R. CATIE (Mimeogr.)* p. irr.

\_\_\_\_\_ 1991. Integración de árboles y arbustos en los sistemas de alimentación para cabras en América Central. Un enfoque agroforestal. *El Chasqui. C.R.* No 25 p. 6-36.

**BUDOWSKI, G.** 1981. Algunas ventajas y desventajas de sistemas agroforestales (presencia simultánea o secuencias de árboles asociados con cultivos y/o plantas forrajeras) en comparación con cultivos no arbóreos. Turrialba, Costa Rica. CATIE 4 p.

**BUSTAMANTE, J.** 1991. Efecto del asocio de árboles de poró (*Erythrina poeppigiana*) sobre la producción y calidad de ocho gramíneas tropicales. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R. CATIE 131 p.

**CAMERON, D.; RANCE, S.; CHARLES, D.; JONES, D.** 1994. Árboles y pastura: un estudio sobre los efectos del espaciamiento. *Agroforestería en las Américas. C.R.* (1): 18-20.

**DACCARET, M.; BLYNDESTAIN, J.** 1986. La influencia de árboles leguminosos y no leguminosos sobre el follaje que crece bajo ellos. Turrialba, C.R. 18(4):405.

**EASRHEM, J.; ROSE, C.** 1990. Tree/pasture interactions at range of tree densities in an agroforestry experiment. Part 1. Rooking patterns. *Australian Journal Agricultural Research* v. 41:683-695.

**GIRALDO, L.A.** 1995. Estandarización de la técnica de la biodegradación ruminal *in situ*, para evaluar forrajes tropicales. III Encuentro Nacional de Investigadores en Ciencias Pecuarias. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Nov 22-23 de 1995. 6 p. (en prensa).

**GIRALDO, L.A.** 1994. Elementos de evaluación integral de Sistemas Silvopastoriles. *In: Memorias del Seminario sobre Agroforestería: Alternativa alimenticia para rumiantes en el trópico.* Universidad Nacional de Colombia, CATIE-CIAT-COA-CORPOICA, Universidad Javeriana. Santafé de Bogotá. 27-28 Oct de 1994. 30 p. (en prensa).

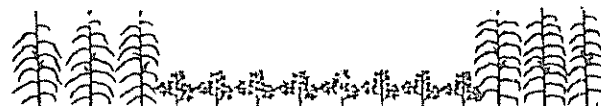
**GIRALDO, L.A.; VELEZ, G.** 1993. El componente animal en los Sistemas Silvopastoriles *Industria y Producción Agropecuaria (Col.)* v. 1 (3):27-31.

**PEZO, D.; KASS, M.; BENAVIDES, J.; ROMERO, F.; CHAVES, C.** 1990. Potential of legume tree fodders as animal feed in Central America. *In: Shrubs and tree fodders for farm animals (1989, Denpasar, Indonesia) Proceeding of a workshop Ed. por C. Devendra. Otawa, Canadá. IDRC.* p. 163-175.

**RUSSO, R.** 1984. *Erythrina: un género versátil en sistemas agroforestales del trópico húmedo. Turrialba, C.R., CATIE. Programa de Recursos Naturales* 16 p.

**SÁNCHEZ, P.** 1995. ¿Hacia dónde va la agroforestería? *Agroforestería en las Américas. (C.R.)* 2 (5):4-5.

**WONG, C; WILSON, J.** 1980. The effect of shading on the growth and nitrogen content of green panic and siratro in pure and mixed swards defoliated at two frequencies. *Australian Journal of Agricultural Research* v. 31 (2):269-285. ♦



Agradecemos a todas las personas que durante este año han trabajado con nosotros, en la revisión técnica de los artículos que llegaron para su publicación. A ellas debemos en buena parte, la realización de esta publicación.

Alfredo Alvarado  
 Marcelino Avila  
 Jorge Benavides  
 John Beer  
 Gerardo Budowski  
 Jorge Faustino  
 Alberto Camero  
 Philip Cannon  
 Glenn Galloway  
 Mohammed Ibrahim  
 Alejandro Imbach  
 Jorge Jiménez  
 Donald Kass  
 María Kass  
 Edgar Köpsell  
 Rafael Ocampo  
 Danilo Pezo  
 Ricardo Russo  
 Romeo Solano  
 Eduardo Somarriba  
 Miguel Vallejo  
 Arturo Vargas  
 William Vásquez  
 Edgar Víquez



**AGROFORESTERIA**  
 EN LAS AMÉRICAS

# SISTEMAS SILVOPASTORILES: ESTIMACIÓN DE BENEFICIOS DIRECTOS COMPARADOS CON MONOCULTURAS EN LA PAMPA ONDULADA, ARGENTINA

R M Marlats<sup>1</sup>  
G. Denegri  
O.E. Ansin  
J.W. Lanfranco

**Palabras clave:** Sistemas Silvopastoriles, indicadores económicos, evaluación directa, *Populus deltoides*, Tasa Interna de Retorno, Valor Total Relativo, Razón Equivalente de Tierras.

## RESUMEN

Se comparan los niveles de retorno mediante la utilización de indicadores económicos y de productividad de dos Sistemas Silvopastoriles (SSP) con las tradicionales monoculturas ganadera y forestal, en el Sur de la Pampa Ondulada, Provincia de Buenos Aires, Argentina.

Los sistemas comparados después de los ocho años de edad fueron los siguientes: las monoculturas fueron una plantación de *Populus deltoides* Marsh. cv Cat Fish 2 (625 arb./ha) y para la ganadería, un pastizal dominado por especies indígenas y naturalizadas de *Bromus catharticus* H.B.K., *Lolium multiflorum* Lam., *Paspalum dilatatum* Poir. y *Cynodon dactylon* L. Para las policulturas, se tomaron las producciones originadas por SSP con dos densidades arbóreas del mismo taxón y, similar composición y estructura de tapiz herbáceo.

Para la evaluación productiva, económica y financiera de los sistemas se emplearon los siguientes indicadores: Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), Valor Total Relativo (RVT) y Razón Equivalente de Tierras (RET).

Para los tres últimos indicadores, los mejores rendimientos productivos y económicos fueron: para el SSP de 416 arb/ha, le siguieron en orden decreciente, el SSP 250 arb/ha, la forestación pura y finalmente la actividad ganadera tradicional.

Las ventajas de la policultura pueden superarse si se incluye el tratamiento de una escala económica y el valor agregado de la industrialización de la producción maderera.

## SILVOPASTORAL SYSTEMS: ESTIMATION OF DIRECT BENEFITS COMPARED WITH MONOCULTURES IN THE PAMPA ONDULADA OF ARGENTINA

## ABSTRACT

Rates of return for two silvopastoral systems as well as for the corresponding cattle and forestry monocultures were compared in the southern Pampa Ondulada in the province of Buenos Aires, Argentina, using various economic and productivity indicators.

The systems which were compared after eight years were as follows: for the tree monoculture, a plantation of *Populus deltoides* cv Cat Fish 2 (625 trees/ha) and for monoculture cattle production, a pasture dominated by the following indigenous and introduced species: *Bromus catharticus* H.B.K., *Lolium multiflorum* Lam., *Paspalum dilatatum* Poir., and *Cynodon dactylon* L. For the polycultures, the production of silvopastoral systems with the same grass species mixture under two *Populus* densities (416 and 225 trees/ha) was used.

The following indicators were used for the productive, economic and financial evaluation of the systems: net present value (NPV), internal rate of return (IRR), land equivalent ratio (LER), and relative yield total (RYT). The highest values for IRR, LER and RYT were obtained with the silvopastoral system with 416 trees/ha, followed by the silvopastoral system with 225 trees/ha, the tree monoculture and finally, the traditional cattle raising ("cattle monoculture"). Advantages of the polyculture systems were even greater if economies of scale were realized and increased value was obtained by industrialization of the timber production.

El establecimiento y el desarrollo de los Sistemas Silvopastoriles (SSP) deben adecuarse a los factores ecológicos, sociales, económicos y políticos de la zona que los adoptará. Son sistemas que se caracterizan por su diversificación y beneficios ampliamente demostrados, estos aspectos son más favorables respecto a otras modalidades del uso de la tierra (Von Maydell, 1985; Percival *et al.*, 1984; Knowles, 1988), ya que logran un adecuado balance entre productividad, estabilidad, diversidad y autorregulación del ambiente (ICRAF, 1989).

Ante la posibilidad de su adopción, a menudo surgen los cuestionamientos relacionados con la sostenibilidad de la producción y su rentabilidad en el corto y mediano plazo: ¿Puede un SSP competir con una monocultura agropecuaria o forestal? ; ¿es una excusa debida a fallas de las prácticas convencionales en zonas marginales? (Von Maydell, 1985). Sobreviene, entonces, la necesidad de realizar evaluaciones económicas que permitan optar entre los beneficios de la policultura de los SSP o las monoculturas tradicionales.

El sur de la Pampa Ondulada en la provincia de Buenos Aires, es una de las zonas agropecuarias más importantes de la Argentina. La ganadería bovina exten-

<sup>1</sup> Investigadores del Departamento de Silvicultura de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional La Plata. Apdo. N° 31 (1900) La Plata, Argentina. Fax: 54-21-252346

siva productora de carne es una de sus actividades principales. La oscilación en los precios del mercado y la baja rentabilidad de las explotaciones en las últimas décadas, han constituido una situación que provoca inestabilidad económico-social en amplios sectores rurales, acentuándose en las pequeñas y medianas superficies prediales. Frente a esta situación, Aguerre y Denegri (1991) contraponen la actividad forestal con las siguientes ventajas comparativas: 1- Tendencia favorable y menor variabilidad de los precios; 2- Menores restricciones arancelarias y no arancelarias que generan mercados más transparentes; 3- Pronóstico de dificultades en el abastecimiento de materia prima forestal para casi todo el mundo a mediano plazo, presentando un escenario favorable para las exportaciones forestales argentinas.

El área considerada posee ambientes favorables para la producción de álamos (*Populus* spp.), que hoy aparece con carácter sustitutivo de las actividades agropecuarias tradicionales. Existen establecimientos con plantaciones que abastecen a la industria papelera y de aserrío, ratificando sus posibilidades biológicas y económicas.

Uno de los principales inconvenientes para decidir el ingreso a la actividad, es el tiempo necesario para alcanzar la restitución de la inversión. Frente a este panorama, los SSP pueden constituirse en una alternativa para incorporar la explotación forestal utilizando las ventajas económicas que tiene cada componente del sistema por separado, el rápido retorno de las actividades agropecuarias y las características favorables del mercado forestal internacional.

Uno de los temas a dilucidar es si estos

componentes reunidos en SSP, ofrecen realmente un avance económico y una opción de mayor estabilidad.

Diversas herramientas de medidas económicas y de productividad se han desarrollado para cotejar las propuestas entre las mono y policulturas. Así, en la cuantificación de la productividad puede considerarse la "razón equivalente de tierras" o LER (Land Equivalent Ratio) propuesta por Mead y Wiley (1980). Se sugiere también el uso de las herramientas económicas clásicas: la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN). Vandermeer (1989) desarrolló el Valor Total Relativo (RVT), relacionando el valor monetario de las dos culturas (como mono y policultura) proponiéndola como idónea para considerar económicamente estos sistemas.

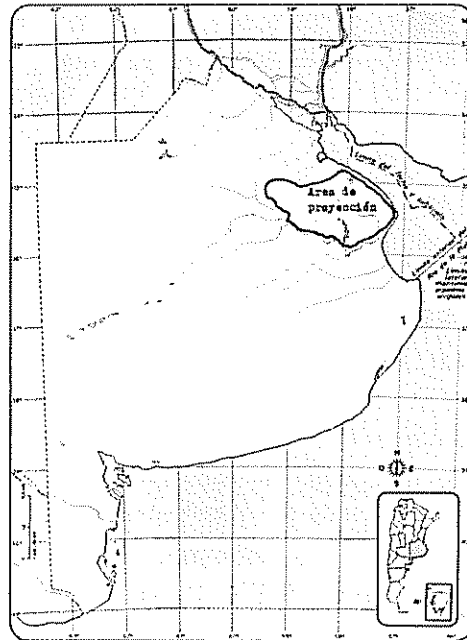
Planteado el problema, se definió como objetivo del presente trabajo la comparación estimativa de los niveles de retorno de dos SSP, con las

tradicionales monoculturas ganadera y forestal, mediante la utilización de Indicadores de Productividad y Económicos, sin contabilizar los beneficios ecológicos de los SSP.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los suelos de las producciones evaluadas son Typic Arguidolls, comunes en la zona Sur de la Pampa Ondulada (Lanfranco, 1986). La situación muestral analizada pertenece a un área demostrativa, ubicada en la Estación Experimental "Julio Hirschhorn", de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata, República Argentina (34° 55' LS y 57° 57' LW).

Los modelos comparados durante un período de ocho años estuvieron integrados por:



1. Monocultura forestal (MF) integrada por una plantación comercial de álamo (*Populus deltoides* Marsh. cv Cat Fish 2), de 625 plantas por hectárea, que rindió al octavo año un volumen útil para celulosa de 122 t ha<sup>-1</sup>. El precio aplicado fue de 10 US\$/t), habitualmente pagado para la madera de monte en pie por la industria de celulosa.

2. Monocultura ganadera (MG) compuesta por un pastizal dominada por especies indígenas y naturalizadas de *Bromus catharticus* H.B.K., *Lolium multiflorum* Lam., *Paspalum dilatatum* Poir. y *Cynodon dactylon* L., cuya productividad fue proyectada para un modelo ganadero de cría bovina, de frecuencia modal para la zona y para el componente carne, se tomó el precio promedio de una serie histórica de 20 años (0.78 US\$/kg para terneros).

3. Policultura Silvopastoril con 250 árboles por hectárea (PSSP 250), área basimétrica 7,85 m/ha, configuración espacial rectangular con árboles separados a 4 m y 10 m entre filas y tapiz herbáceo similar a MG.

4. Policultura Silvopastoril con 416 árboles por hectárea (PSSP 416), área basimétrica de 13 07 m<sup>2</sup>/ha, configuración espacial rectangular con árboles separados cada 4 m y 6 m entre filas y también tapiz herbáceo similar a MG.

Para cada modelo productivo se consideró una escala de 300 ha, basada en la superficie capaz de alimentar una producción sostenida de madera para la industria. La reunión de esa superficie puede hacerse a través de los aportes de uno o varios productores. Se consideró además, la mayor frecuencia de establecimiento por superficie (Cuadro 1); en la cual se observa que la mayor cantidad de explotaciones se encuentran en el rango de 100 a 600 ha.

Para la evaluación económica de los modelos se emplearon los siguientes indicadores económicos:

1- Tasa Interna de Retorno (TIR):

$$TIR (i^*) \quad S \quad I - E = 0; \\ (1+i^*)^n$$

Cuadro 1. Cantidad y superficie de explotaciones agropecuarias por escala de extensión, en la zona tratada.

Tamaño en ha	Porcentaje por estab./Superf.	Tamaño en ha	% por estab./superf.
0 a 50	14 1.1	51 a 100	14.8 2.8
101 a 200	24 9.1	201 a 400	20 14
401 a 600	9 10.4	601 a 1000	8.5 15.9
1001 a 2500	7.5 27.9	más de 2500	1.7 18.6

Fuente: Encuesta Nacional Agropecuaria de 1982. Ministerio de Asuntos Agrarios de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

Donde: I= ingresos; E= egresos; i\*= TIR (incógnita); n= tiempo

2- Valor Actual Neto (VAN):

$$VAN = \frac{S \quad I - E}{(1+i)^n}$$

Donde: I= ingresos; E= egresos; i= tasa de interés; n= tiempo

3- Valor Total Relativo (RVT), es una relación monetaria usada para la comparación de los SSP donde:  $RVT = (a P1 + b P2) / (a M1)$ , en la cual P1 y P2 son las producciones de los subsistemas en las policulturas y M1 y M2 los rendimientos en sus cultivos puros. Se le aplica a las producciones físicas los precios (a y b) relacionados a la producción principal (Mean y Wiley, 1980).

Para la comparación de productividad se empleó una razón equivalente de tierras denominada originalmente Land Equivalent Ratio (LER) Vandermeer (1989), este índice es una relación productiva para la evaluación comparativa de los SSP:

$$LER = (P1/M1 + P2/M2)$$

Para comparar los resultados se evaluaron las monoculturas y policulturas en un período de ocho años, considerándose en todos los casos que se compra el suministro ganadero, se foresta al comienzo del ciclo, para liquidar el conjunto al octavo año.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las producciones físicas de los distintos tratamientos utilizadas en los cálculos, se aprecian en las figuras 1, 2, 3 y 4

En el Cuadro 2 aparecen los resultados finales de los análisis surgidos de la aplicación de las herramientas propuestas. Los indicadores utilizados arrojan diferentes respuestas, la TIR, el RVT y la LER favorecen a las policulturas

Indicador económico	Monocultura ganadera MG	Monocultura forestal MF	PSSP 416	PSSP 250
VAN (8%)\$/ha	11.05	51.46	102.40	48.63
TIR %	9.27	9.30	10.66	9.49
RVT			1.75	1.55
LER			1.41	1.26

Al analizar estos resultados se aprecia la potencialidad de los sistemas con sus ventajas físicas y económicas, respecto de las monoculturas. En tanto que aplicando el VAN al 8% de interés, la mayor utilidad se obtuvo en la PSSP 416 y en orden decreciente, la forestación pura MF, la PSSP 250 y la actividad ganadera tradicional MG. Estos datos coinciden con los registrados por Arthur-Worsop (1985), quien trabajando en un SSP de *Pinus radiata*, en Nueva Zelanda, obtuvo un valor actual neto (US\$/ha), mayor que el registrado en actividades puras,

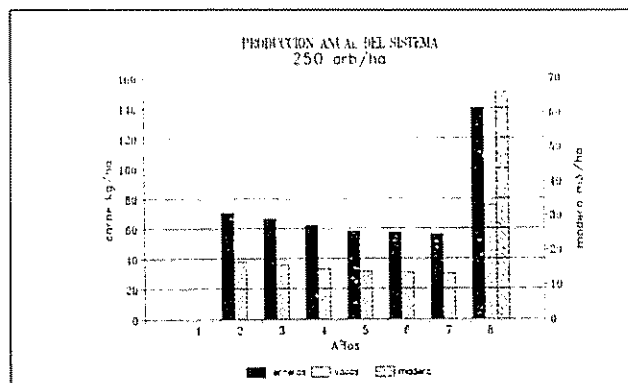


Figura 2. Producción de la policultura con 250 arb/ha, durante ocho años se suceden los retornos ganaderos, periodo al cabo del cual se suman los retornos de ambas culturas

ganadería y forestación, operando con una tasa de interés del 10%

La tasa de interés es un aspecto importante que debe considerarse en la evaluación de las PSSP, lógicamente esta variable influye directamente sobre la rentabilidad del sistema. Así, la misma fluctuará según varíen las tasas de interés entre el 3% y el 10% y combinándose

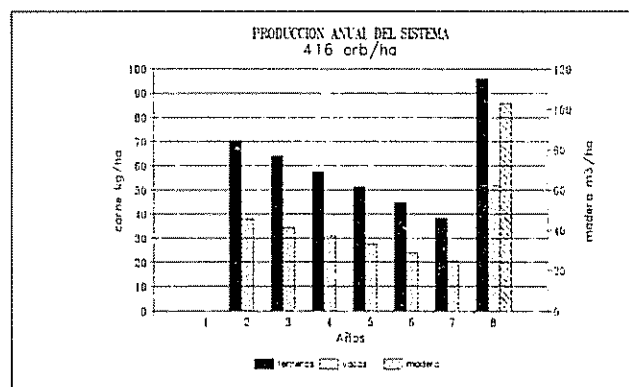


Figura 3. Los retornos anuales sucesivos ganaderos son menores, pero al final del ciclo el total es significativamente mayor

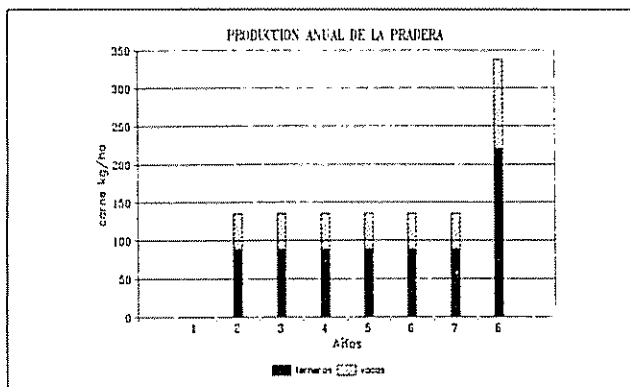


Figura 1 Producción de la Pradera. Se observa el retorno permanente a través de ocho años, con la liquidación total del stock ganadero al finalizar este periodo.

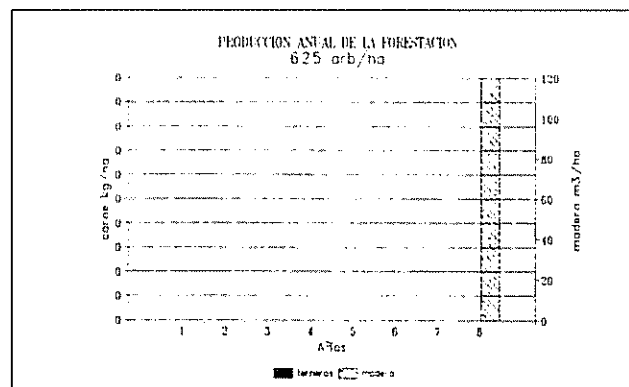


Figura 4. La actividad forestal con esta modalidad de aprovechamiento (corta total al turno), posee un sólo retorno al final de su ciclo.

con la densidad de plantación, variará la rentabilidad de la policultura (Doyle *et al.*, 1986). Con la tasa de interés del 8%, de uso común en la Argentina, la PSSP 416 es quien brinda la combinación más favorable.

Los análisis de sensibilidad indican que los resultados económicos de las actividades forestales están condicionados por un alto número de variables. Fundamentalmente, son factores ligados al componente forestal, donde se destacan: la distancia de la industria de aserrío, la distancia de los puertos, los costos de aprovechamiento de la madera, el índice de sitio y la fertilidad (Marlats, 1990).

Al incrementarse la escala de la producción y el valor agregado, mayor es la posibilidad que se tiene de acceder a plazas externas. Estas aseguran condiciones de precios y de mercados superiores. Además, en muchos casos ofrecen financiar el proceso productivo. También, es necesario considerar el precio de la madera, ya que su valor deberá incrementarse debido al crecimiento del desbalance entre la demanda y la oferta mundial. Doyle *et al.* (1986) calcularon el Valor Actual Neto (libras/ha) suponiendo hasta una duplicación del precio de la madera y un mantenimiento de los precios ganaderos.

La Figura 5, cuando define a los SSP desde un enfoque económico, focaliza el énfasis en las interacciones de sus componentes. Estas pueden ser competitivas, complementarias y aun suple-

mentarias, como resultado de las condiciones especiales creadas por las combinaciones (Hoekstra, 1987). En la PSSP 416 arb./ha se observa que la incorporación del sistema a la actividad tradicional, favorece la rentabilidad del establecimiento y produce una estabilización de los ingresos, ante la oferta continua de los productos. Dado que el sistema no funciona como la sumatoria de los componentes individuales que lo integran, debido a su complementariedad, los valores del RVT se acercan a los de la actividad forestal más que a ubicarse entre los de sus dos integrantes.

Por otra parte, se estima que los valores de madera en pie de los rollizos que provengan de los SSP, serán superiores al tener un mayor diámetro (producto de la menor densidad), pudiéndose destinarlos a las industrias del aserrío o de bobinado.

Desde el punto de vista social, la variación estacional en el requerimiento de mano de obra podría resultar a primera vista, un factor poco atractivo para el productor agropecuario. No obstante, se puede absorber a través de la capacidad de trabajo familiar. Deben agregarse los empleos permanentes generados en los viveros, en la explotación forestal y en las posibles industrias conexas. Ello beneficiaría a la comunidad rural, ya que las actividades ganaderas necesitan poca mano de obra para su implementación.

Si bien los resultados económicos demostrarían su conveniencia, la adopción de los SSP está condicionada por la preferencia del productor hacia lo que conoce, la ganadería. No obstante, la falta de familiaridad con la producción forestal, debería minimizarse ante los bajos riesgos de la policultura, actividad en la cual hay que destacar los beneficios ecológicos de la conservación y el mejoramiento del ambiente.

## CONCLUSIÓN

La rentabilidad económica de la inclusión del árbol en el paisaje rural, resulta

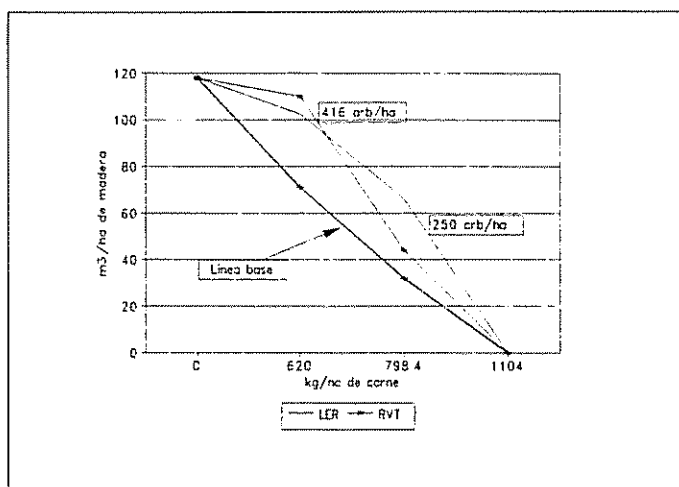


Figura 5. Las curvas del LER y el RVI muestran puntos de optimización diferentes, aunque superan a las monoculturas. La producción de carne es la acumulada a lo largo de los ocho años.

positiva a través de los sistemas silvopastoriles.

Los efectos ecológicos, cuya valoración aditiva sólo es posible en el tiempo, son acompañados por resultados favorables de medición económica-financiera directa. Así, la adopción de la actividad es promocionable como instancia superadora de las monoculturas.

La estrategia de estos emprendimientos debe incluir economías de escala y valores agregados, a los cuales pueden arribarse en forma unitaria o con asociaciones que conformen cuencas de abastecimiento con industrias propias. ♦

## BIBLIOGRAFÍA

- ACCIARESI, H.A.; MARLATS, R.M.; MARQUINA, J.** 1993. Sistemas Silvopastoriles: incidencia de la radiación fotosintéticamente activa sobre la fenología y la producción estacional forrajera s 1, España, INIA. p 19-30.
- AGUERRE, M.; DENEGRI, G.** 1991. Análisis comparativo del comportamiento de precios de productos de origen forestal frente a los agropecuarios Buenos Aires, Arg., Asociación Forestal. 95 p.
- ARTHUR-WORSOP, M.J.** 1984. An economic evaluation of agroforestry: the national viewpoint s 1, N.Z., Economics Division s.p.
- DOYLE, C.J.; EVANS, J.; ROSSITER, J.** 1986. Agroforestry: an economic appraisal of the benefits of intercropping trees with grassland in Lowland Britain Agricultural Systems (G B )21:1-32.
- GOLD, M.A.; HANOVER, J.W.** 1987. Agroforestry systems for the temperate zone Agroforestry Systems (Holanda) 5:109-121.
- HOEKSTRA, D.A.** 1986. Economics of agroforestry. Agroforestry Systems (Holanda) (5)3:293-300.
- ICRAF.** 1989. Annual report Nairobi, Kenia s.p.
- KNOWLES, R.L.** 1988. Work of the agroforestry project team An outline. In Agroforestry Symposium (1986, Rotorua, N.Z.) Proceedings. Ed. by P.Maclaren. FRI Bulletin No 139 p 113-120.
- LANFRANCO, J.W.** 1986. Suelos pertenecientes a la Estación Experimental J. Hirschhorn de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Plata s 1, Arg., Universidad Nacional de La Plata s.p.
- MALAJCZUK, G.; MORRISON, D.; HAVEL, J.; ANDERSON, G.; MOORE, R.** 1984. An economic study of agroforestry in the Manjimup Region, Western Australia. Forests Department of Western Australia Technical Paper no 10 s.p.
- MARLATS, R.M.** 1990. Consideraciones sobre política de investigación para el desarrollo forestal de la República Argentina In Seminario sobre Política Forestal Nacional(1990, Buenos Aires, Arg.) (Memorias). Buenos Aires, Arg., Asociación Forestal Argentina, Buenos Aires. p. 60-64
- MEAD, R.; WILEY, R.W.** 1980. The concept of a "Land Equivalent Ratio" and advantages in yields from intercropping. Experimental Agriculture (G.B.) 16:217-228.
- PERCIVAL, N.S.; HAWKE, M.F.; BOND, D.I.; ADREW, B.L.** 1984. Relationship between *Radiata pine* and understorey pasture production. In Agroforestry Symposium (1984, s 1, N.Z.) Proceedings. FRI Bulletin No 139 s.p.
- VANDERMEER, J.** 1989. The ecology of intercropping N.Y., EE.UU., University of Cambridge Press, 24 p.
- VON MAYDELL, H.J.** 1985. The contribution of agroforestry to world forestry development Agroforestry Systems (Holanda) 3:83-90.



### LA MEJOR FORMA DE LLEGARLE A TODOS....!!

Ahora usted puede anunciarse en la revista Agroforestería en las Américas. A partir del próximo número que será dedicado al tema de Huertos Caseros, dispondremos de tres páginas para publicidad. Las personas, universidades, empresas e instituciones interesadas deben comunicarse con nuestra oficina. Las tarifas que se ofrecen son:

1 Página a Color US\$750  
1 Página B/N US\$500  
Cintillo a Color US\$180  
Contraportada B/N US\$800

1/2 Página a Color US\$500  
1/2 Página B/N US\$350  
Cintillo B/N US\$150  
Publireportaje US\$3000\*

1/4 Página a Color US\$350  
1/4 Página B/N US\$200  
Contraportada a color US\$1000  
Afiche US\$5000\*\*

\* Los publireportajes serán entregados por el interesado, junto con las ilustraciones respectivas y el espacio máximo es de dos páginas. La presentación es a color y se dará crédito a la fuente. Los publireportajes se distinguirán del resto de la revista por el tipo de letra y el título de publireportaje.

\*\* Los afiches se conciben como una edición conjunta entre la revista y el interesado, por tanto deberán hacer referencia al tema agroforestal. El objetivo de este servicio es ofrecer una producción buena y de bajo costo, por medio de la cual proyectos, universidades y empresas den a conocer su trabajo. Se ofrece la distribución de los mismos según los países de interés, por medio de la revista. El contenido y diseño del afiche puede ser aportado por el interesado y exige de un acuerdo común entre las partes.

CATIE 7170 Turrialba, Costa Rica. Tel. (506) 556 1789 Fax (506) 556 7766 E-mail: agrofor@catie.ac.cr



## EXPERIMENTOS AGROFORESTALES DE CAMPO. CONTROL DE INTERFERENCIA ENTRE PARCELAS <sup>1</sup>

M.R. Rao <sup>2</sup>

M. Govindarajan <sup>3</sup>

En los experimentos de campo, los investigadores deben asegurarse que están midiendo los efectos reales de los tratamientos en diferentes parcelas y no la influencia de los tratamientos en parcelas adyacentes. Por supuesto, es inevitable algún grado de interferencia entre parcelas vecinas en los experimentos de campo. Al eliminar una o dos líneas en los lados y uno o dos m al final de las líneas, se elimina el efecto de interferencia entre parcelas en la mayoría de los experimentos con un cultivo anual. Sin embargo, en los experimentos agroforestales, la interacción entre parcelas puede ser extensiva debido a la dispersión lateral de las raíces y el dosel de los árboles. Si se rodean parcelas de sólo cultivos por todos sus lados con parcelas agroforestales, las raíces de los árboles pueden extenderse a las parcelas con cultivos y agotar en esa área los nutrientes y el agua. Como consecuencia, los rendimientos de los cultivos podrían ser ficticiamente bajos, desviando los indicadores del potencial agroforestal. Por esta razón se debe dar especial atención a la distribución y manejo de experimentos agroforestales para evitar esta interferencia.

Existen tres áreas principales de interferencia entre parcelas simultáneas y adyacentes. La primera es arriba del suelo, causada por el efecto de las parcelas con árboles de sombra o parcelas con cultivos de protección (abrigaño). La segunda es sobre el suelo, causada por el movimiento del agua y la hojarasca entre parcelas. La tercera es bajo el suelo, causada por la interferencia de raíces y la competencia por recursos entre parcelas.

De éstas, la tercera es la de mayor preocupación para los investigadores ya que es universal, puede parcializar seriamente los resultados y pasar desapercibida fácilmente. En este artículo, discutimos las formas de minimizar los tres tipos de interferencia, pero en nuestro enfoque la interferencia bajo suelo es la más imperceptible.

La interferencia bajo el suelo entre parcelas se debe a la rápida expansión de las raíces de los árboles por varios metros en todas direcciones, en busca de agua y nutrientes (Cuadro 1). La interferencia entre parcelas adyacentes de árboles es generalmente menos dañina que entre parcelas de árboles y no arbóreas, o parcelas sólo con cultivos, debido a que los árboles de crecimiento similar tienden a competir equitativamente.



La interacción entre parcelas en la experimentación agroforestal, puede ser extensiva debido a la dispersión lateral de las raíces y del dosel de los árboles. Maíz (*Zea mays*,) asociado con *Gliricidia* sp. Turrialba, Costa Rica (Foto D.Kass).

Sin embargo, las raíces de los árboles se expanden rápidamente hacia las parcelas de cultivos, debido a que los árboles dominan los cultivos y estos no ocupan el suelo durante todo el año. Esto resulta en un agotamiento del

<sup>1</sup> Traducido de Agroforestry Today, Enero-Marzo 1996, por Ariadne Jiménez, CATIE.

<sup>2</sup> Meka R. Rao es Coordinador del Programa Interacción de Componentes del ICRAF y de la Estación de Investigación Machakos. Su dirección es ICRAF, PO Box 30677, Nairobi, Kenya; FAX: +254 2 521 001; E-mail: mrao@cgnnet.com.

<sup>3</sup> M. Govindarajan concluyó recientemente su Ph.D en Agroforestería en la Universidad de Florida, Estados Unidos

Cuadro 1. Expansión radicular lateral (ERL) de varias especies arbóreas en diferentes suelos y condiciones climáticas

Sitio	Precipitación	Suelo	Especies	ERL*(m)	Edad	Fuente
Hileras Machakos,	(mm) 740	Alfisoles	<i>Senna siamea</i>	6	(Años) 0.8	H Odhiambo, comun personal ICRAF
Kenya			<i>S. spectabilis</i>	6	0.8	idem
			<i>L. leucocephala</i>	7	4.0	los autores
Onne, Nigeria	2400	Ultisoles	<i>S. siamea</i>	5	6.0	Hauser (1993)
			<i>D. barteri</i>	15	6.0	Hauser (1993)
Arboles Machakos, Kenya	740	Alfisoles	<i>S. siamea</i>	13	4.0	Rao <i>et al.</i> (1993)
			<i>L. Leucocephala</i>	> 8	4.5	idem
			<i>Sesbania sesbania</i>	6	4.0	NA Saleem, comun personal ICRAF
Chiapata, Zambia	1000	Alfisoles	<i>S. sesban</i>	4	1.0	F Kwesiga, comun personal ICRAF
Mali, Nigeria	NA	Alfisoles	<i>Acacia seyal</i>	26	NA	Groot and Soumaré (1995)
			<i>Sclerocarya birrea</i>	50	NA	idem

agua y los nutrientes del suelo de las parcelas de solo cultivos, y en bajos rendimientos. Esto también resulta en acumulación de biomasa y concentración de nutrientes en parcelas agroforestales, llevando a un mejor crecimiento tanto de los árboles como del subsecuente cultivo. Esto puede entonces conducir a la sobreestimación de los beneficios de las tecnologías agroforestales y a una subestimación de los efectos negativos de la competencia, en el caso de sistemas agroforestales simultáneos.

Veamos por ejemplo, los resultados de un experimento de cultivo en callejones en el oeste de Kenya, en el cual se evaluaron seis especies arbóreas en parcelas de 28 m<sup>2</sup> (Otieno *et al.*, 1991). El rendimiento promedio de maíz en callejones rodeado por *Leucaena leucocephala* por estación fue de 2.5 t ha<sup>-1</sup>, comparado con 1.72 t ha<sup>-1</sup> para las parcelas adyacentes con sólo maíz.

Se podría concluir que el cultivo en callejones ha mejorado el rendimiento del maíz en un 45%. Pero cuando se comparan los rendimientos del maíz en cultivo en callejones, con los de solo maíz dentro del experimento pero más allá de la posible influencia de las hileras de *Leucaena* (3.55 t ha<sup>-1</sup>) es claro que el cultivo en callejones realmente disminuyó el rendimiento del maíz en un 30%. Entre más pequeña sea la parcela, mayor es la interferencia entre ellas y mayor la

magnitud del error en la comparación del tratamiento.

El grado de interferencia entre las parcelas depende de la especie arbórea, manejo, edad, tamaño de la parcela, suelo y condiciones climáticas (Cuadro 1). La poda generalmente reduce la expansión de las raíces de los árboles, pero existen diferencias notables entre especies todavía sin importar cómo se manejen los árboles.

Se encontró que la mayoría de las especies arbóreas manejadas como hileras expanden sus raíces entre seis y ocho m; mientras que las raíces de *Dactyladenia* se expanden hasta 15 m desde la base. En suelos ácidos, las raíces de los árboles son generalmente confinadas a profundidades superficiales, pero se expanden varios metros en forma lateral, debido a que los nutrientes están concentrados a pocos centímetros en el suelo y aquí la toxicidad por aluminio es baja.

#### CONTROL DE LA INTERFERENCIA BAJO EL SUELO

Existen varias formas de controlar la interferencia bajo el suelo entre parcelas. Un método es zanजार y podar las raíces entre parcelas. Una segunda forma es instalar barreras contra el crecimiento radicular entre las parcelas, y la tercera es aislarlas o proporcionar grandes "protectores" entre ellas.

## ZANJEO

Cavar zanjas profundas entre las parcelas y cortar las raíces de los árboles puede reducir en gran medida la interferencia entre las parcelas. Las zanjas se vuelven a rellenar con tierra. Sin embargo, ésta no es una solución permanente a menos que se repita frecuentemente, debido a que las raíces se regeneran rápidamente y se vuelven a infiltrar en las parcelas adyacentes. La frecuencia del zanjeo depende de la especie arbórea, del suelo, de las condiciones de precipitación y de la distancia entre parcelas. La experiencia con especies de rápido crecimiento como *Sesbania*, *Leucaena*, *Senna* y *Calliandra* sugieren que el zanjeo es necesario una vez cada época de siembra o cada cuatro a cinco meses, convirtiéndolo en algo laborioso, particularmente en un experimento a largo plazo. Las zanjas se pueden dejar sin rellenar para evitar el crecimiento radical recurrente, pero las zanjas abiertas capturan la lluvia y el agua de escorrentía, y causan estancamiento. Si las zanjas son poco profundas, las raíces de los árboles pueden crecer debajo de ellas y hacia afuera en las parcelas adyacentes. Además, las zanjas abiertas y el suelo amontonado entre las parcelas obstruyen las labores de campo normales. Una solución es colocar una cobertura metálica sobre las zanjas a una profundidad de 10 a 20cm y luego colocar tierra sobre ésta, dejando una zanja cóncava para la mayor profundidad de raíces para cortarla y evitar su rebrote. Cualquier crecimiento en la capa delgada de la superficie del suelo puede ser controlado fácilmente por medio del cultivo normal.



En áreas donde hay dos estaciones lluviosas y dos cultivos cada año, la poda de raíces al inicio de cada estación puede contener en forma efectiva la expansión de las raíces. En áreas con una estación lluviosa, el zanjeo al inicio de las lluvias puede eliminar la interferencia de las raíces por esa estación, pero las raíces de los árboles pueden reinfiltrarse en las parcelas durante la larga

estación seca. Una solución para esto es cavar zanjas inmediatamente después de las lluvias y dejarlas abiertas hasta el inicio de las próximas lluvias, para evitar el crecimiento de las raíces durante el período sin cultivo. Una ventaja de las zanjas abiertas durante la estación seca es que éstas pueden capturar la hojarasca sobre el suelo, arrastrada por el viento y evitar la interferencia entre parcelas, que resulta de la expansión de la hojarasca sobre ellas. La hojarasca acumulada en las zanjas debe ser redistribuida en las parcelas fuente antes de cerrar las zanjas. Las zanjas deben cavarse tan profundas como el suelo lo permita -hasta dos m-, para cortar todas las raíces que interfieren. La profundidad de la zanja es particularmente importante en experimentos donde los suelos están sujetos a lixiviación de nutrientes o contienen nutrientes en lo profundo del perfil.

## BARRERAS CONTRA EL CRECIMIENTO RADICULAR

Las barreras contra el crecimiento radicular han sido utilizadas en su mayoría para estudios de competencia en cultivos intercalados. Sin embargo, también se pueden utilizar para evitar la interacción entre parcelas.

Las barreras más utilizadas son las láminas de polietileno, láminas de hierro galvanizado, mallas para exclusión de raíces y fibra de vidrio. También se pueden utilizar láminas de asbestos o paredes de ladrillo. Las barreras son colocadas verticalmente en trincheras rodeando las parcelas. Se utilizan para proporcionar una solución permanente a la interferencia entre las parcelas, pero la experiencia en la Estación de Investigación de Machakos del ICRAF, en Kenya y en otras partes, ha demostrado que las raíces sobrepasan fácilmente las barreras creciendo hacia abajo y extendiéndose hacia arriba en las parcelas adyacentes.

Las barreras de polietileno se rompen fácilmente y no resisten más de una estación. Todas las barreras tienen la desventaja de obstaculizar el flujo lateral del agua y de nutrientes, causando un problema interno de drenaje, particularmente

en terrenos con pendiente. La malla de exclusión de raíces es permeable al agua y los nutrientes, pero es cara y se ha encontrado que permite cierta penetración de las raíces (C.R. Ong, comunicación personal).

### AISLAMIENTO DE PARCELAS

El zanjeo y las barreras radicales eliminan solamente las interacciones bajo el suelo pero el aislamiento de la parcela puede minimizar ambas interacciones sobre y bajo el suelo. Sin embargo, el área de protección requerida es grande, particularmente en el caso de los experimentos agroforestales a largo plazo con árboles sin podar y estas grandes áreas de protección incrementan los costos operacionales del estudio. Tampoco se puede practicar la técnica de aislamiento donde el terreno es limitado u ondulado. Cuando el área experimental es grande, la variabilidad entre parcelas también es mayor. Considerando que la interacción entre parcelas con y sin árboles es de mayor preocupación que la interacción entre parcelas con árboles, el requerimiento de tierra podría ser reducido, proporcionando extra protección solamente para parcelas con cultivos o manteniéndolas fuera del experimento. Si las parcelas de solo cultivo se mantienen fuera del estudio y por tanto no se incluyen en el análisis de variancia, entonces la variancia de las mediciones de las parcelas de un solo cultivo será diferente a la de las parcelas con árboles. Cualquier pérdida en la precisión estadística debido a esto, sin embargo, es menor comparado con la ganancia en precisión agronómica por medio de la evaluación realística de los tratamientos agroforestales, contra los tratamientos de solo cultivo. La precisión de esta comparación puede aún ser mejorada colocando solo cultivos al final de cada réplica para compensar la variabilidad del suelo.

El grado de separación de las parcelas requerido para evitar los efectos de la interferencia, depende de las especies arbóreas y de cómo éstas son manejadas, de la longevidad del experi-

mento y de la topografía del terreno. La guía principal es que las áreas de cosecha de las parcelas deben estar libres de interferencia, los cultivos deben crecer exactamente como lo harían si el campo completo fuese sometido al mismo tratamiento. La distancia de aislamiento o protección sería menor en experimentos que incluyan hileras que dentro de árboles sin manejo, debido a una menor expansión lateral de las raíces de las hileras. Los cultivos protectores deben ser cultivados y manejados de la misma forma que en las parcelas experimentales.

### CONTROL DE INTERFERENCIA SOBRE EL SUELO

Los rodales forestales y las parcelas agroforestales con doseles densos y altos pueden afectar severamente las parcelas de cultivos anuales debido al efecto de sombra. Contrario a la interferencia bajo el suelo, la sombra no puede ser evitada, por lo que se debe tener cuidado en la planificación y distribución de las parcelas experimentales. La sombra puede no ser un problema entre parcelas con árboles de similar tamaño, ya que éstos se afectan uno al otro de igual manera durante el curso del día, pero es tan importante como la interface bajo el suelo. La sombra puede no ser un problema serio en ensayos de cultivo en callejones o cultivos intercalados en hileras, donde las hileras son podadas periódicamente. Pero si será un factor principal en estudios sobre combinación de árboles en sistemas de multiestratos y sistemas de barbecho arbóreo rotativo, debido a que éstos contienen parcelas con diferentes tamaños de doseles. Por ejemplo, en un experimento de barbecho rotativo con sesbania, sólo la sombra de un cultivar puro de *Sesbania sesban* de seis m de altura afectó las parcelas de maíz en monocultivo a una distancia de hasta cuatro m. Esto significa que para medir en forma exacta el rendimiento de maíz en una área de 5x5 m libre de sombra, se necesita una parcela de 13x13 m, si el cultivo está rodeado por todos sus lados por barbechos de sesbania.

La sombra entre parcelas puede ser manejada con una orientación apropiada de hileras, podas

laterales o superiores de los árboles en las hileras exteriores de las parcelas, teniendo parcelas más grandes para cultivos en monocultivo y aislando las parcelas de monocultivo de las parcelas con árboles en el estudio. La sombra es generalmente menor en hileras que corren de este a oeste, particularmente cercanas al ecuador. Con orientación nort-sur, las parcelas al lado este y oeste recibirán sombra por largas horas en la mañana y en la tarde. En zonas más templadas, sin embargo, aún las hileras con orientación este-oeste pueden proporcionar algo de sombra sobre las parcelas adyacentes. La sombra puede ser reducida por medio de la poda lateral de las hileras en los bordes o inclinando las hileras exteriores hacia dentro de la parcela, con mallas de alambre tirante.

En terrenos con pendiente, se debe tener cuidado para prevenir que la escorrentía de una parcela afecte las otras parcelas. Primero, las parcelas deben estar ubicadas a lo largo de la pendiente adyacente a cada una en bloques a través de la pendiente. Segundo, los drenajes de captación deben ser instalados sobre el experimento y también entre bloques para desviar la escorrentía desde un bloque en la parte superior hacia afuera del área experimental.

Cuando la distribución de la hojarasca en las parcelas en los experimentos de barbecho arbóreo es un problema, se puede remediar estableciendo cortinas rompevientos o barreras con material muerto como mantas u hojas de palmeras contra el viento, con tallos de retención de cereal no cosechado en las parcelas a contra viento, con zanjas o combinando todos estos métodos.

Si los árboles proporcionan protección en las parcelas o cambian el microclima, los bloques de las parcelas deben ser ubicados en una hilera continua y no en líneas paralelas, de modo que la exposición al ambiente externo sea el mismo en todas las parcelas. Cuando el espacio en una dirección evita esto, las parcelas deben ser separadas por un cultivo protector grande, particularmente a contraviento.

## CONCLUSIÓN

Ningún método por sí solo puede proporcionar la solución perfecta a la interferencia entre parcelas en experimentos agroforestales. Por lo tanto, es probablemente práctico y sabio considerar una combinación de dos o más de los métodos descritos anteriormente. Además, el zanjeo y la instalación de barreras se deben hacer a lo largo de los límites de todos los tratamientos agroforestales. Estas prácticas evitan que los árboles exploten los recursos fuera del área asignada y la expansión de enfermedades originadas en el suelo y nemátodos asociados con árboles, como el llamado agallador de la sesbania.

Los experimentos agroforestales tienden a ser de largo plazo, por lo que se debe tener cuidado desde el inicio en la planificación, distribución y manejo para evitar la interferencia entre parcelas, ya que es difícil corregir problemas a la mitad de un estudio. El permitir cualquier clase de parcialidad causada por la interferencia después del hecho de utilizar modelos estadísticos no es una solución práctica.

La experimentación agroforestal de campo es relativamente nueva, y el conocimiento sobre los patrones radiculares y los efectos competitivos de los árboles es todavía limitado. Los investigadores agroforestales deben tener esto en mente y reportar cualquier información que recopilen que pueda contribuir a mejorar la experimentación de campo.

## BIBLIOGRAFÍA

- GROOT, J.J.R.; SOUMARÉ, A.** 1995. The roots of the matter: soil quality and tree roots in the Sahel. *Agroforestry Today (Kenya)* 7(1):9-11.
- HAUSER, S.** 1993. Root distribution of *Dactyladenia (Acioa) barteri* and *Senna (Cassia) siamea* in alley cropping on Ultisol: implication for field experimentation. *Agroforestry Systems (Holanda)* 24:111-122.
- OTIENO, H.J.O.; HEINEMAN, A.M.; MENGICH, E.K.; AMADALU, B.** 1991. AFRENA on station project Maseno, Kenya: progress report for the year 1991. Nairobi, Kenya: ICRAF. s.p.
- RAO, M.K.; MURAYA, P.; HUXLEY, P.A.** 1993. Observations of some tree root systems in agroforestry intercrop situations and their graphical representation. *Environmental Agriculture* 29:183-194. ◇

## ¿Cómo Hacerlo?

# BANCOS DE PROTEÍNA DE PORÓ (*Erythrina berteroana*) Y MADERO NEGRO (*Gliricidia sepium*)

Alberto Camero Rey<sup>1</sup>  
Muhammad Ibrahim<sup>2</sup>

### ¿QUÉ SON BANCOS DE PROTEÍNA?

Se denomina bancos de proteína a la siembra de especies herbáceas o de árboles y arbustos con follaje de alto contenido proteico, dispuestos en arreglos de altas densidades de plantas que pueden ser cosechados y llevados a los animales en un sistema de corte y acarreo o que pueden ser pastoreados directamente, por lo general, durante cortos períodos diarios (1.5 a 2.5 horas diarias).

Para este sistema se usan varias especies, entre ellas: *Leucaena leucocephala*, *Morus* sp. (morera), *Gliricidia sepium* (madero negro), *Erythrina* sp. (poró), *Malvaviscus arboreus*, *Sesbania sesban*, entre otros. Sin embargo, algunas de ellas presentan problemas en su establecimiento, tanto en el manejo desde la fase de semillero, como en el tipo de material vegetativo utilizado y el método de siembra.

Con el propósito de conocer métodos prácticos de establecimiento y utilización de los bancos de proteína, el CATIE, en Costa Rica, mediante el Proyecto Sistemas Silvopastoriles para el Trópico Húmedo, evaluó diferentes formas de siembra de la especie *Erythrina berteroana* y *Gliricidia sepium* (CATIE, 1989). Estas especies han demostrado buenos resultados al ser utilizadas como suplemento proteico en dietas para bovinos y caprinos (Camero 1991; Benavides 1994).

### ¿CÓMO SE ESTABLECEN LOS BANCOS DE PROTEÍNA?

Por lo general, se puede establecer un banco de proteínas en un área del 20 a 30% del terreno utilizado para pasturas, dependiendo por supuesto de la productividad y el número de animales a suplementar. En el trópico húmedo, los árboles como poró y



Establecer un banco de proteína es muy sencillo. Este banco fue establecido bajo la modalidad de estaca acostada (Foto F. Solano).

madero negro pueden producir de 3 a 4.5 t de materia seca (MS) comestible/ha, cada tres meses. Con esta cantidad se pueden suplementar de 20 a 30 animales adultos durante un mes. Bajo un sistema de ramoneo o pastoreo, hay que estimar una pérdida del 15 al 20% del forraje total producido, debido al pisoteo.

### ¿DÓNDE ESTABLECER EL BANCO DE PROTEÍNA?

Lo recomendable es que el banco de proteína esté en un sitio cercano a donde se debe llevar el forraje cosechado (caso de corte y acarreo), o donde se podría controlar en una forma más eficiente el ramoneo si se utiliza bajo esta modalidad. Esta localización cercana permite reducir los costos de manejo del banco de proteína.

### MATERIAL A UTILIZAR

Para la siembra del banco de proteína se puede utilizar material vegetativo proveniente de cercas vivas, o de la poda de árboles utilizados para sombra

<sup>1</sup> M.Sc. Investigador Asociado, Coordinación Agroforestal CATIE-Danida. Área de Cuencas y Sistemas Agroforestales del CATIE 7170 Turrialba, Costa Rica. Tel. (506) 556 1786 Fax (506) 556 7766 E-mail: acamero@catie.ac.cr

<sup>2</sup> Ph.D. en Sistemas Silvopastoriles. Investigador Asociado, Área de Cuencas y Sistemas Agroforestales del CATIE 7170 Turrialba, Costa Rica. Tel. (506) 556 1786 Fax (506) 556 7766 E-mail: mibrahim@catie.ac.cr



Haga una incisión de 1 cm a lo largo en la estaca. Se recomienda usar estacas de 8 a 12 cm de diámetro y de 1.5 a 2 m de largo (Foto F. Solano).

## UTILIZACIÓN DEL BANCO DE PROTEÍNA

No es recomendable utilizar el banco de proteínas antes de los ocho meses de establecido. Bajo un sistema de corte y acarreo se pueden cortar las plantas a una altura de 60 a 90 cm del suelo.

Resultados obtenidos en el CATIE han demostrado que en vacas en producción, la suplementación con 4 a 6 kg de MS comestible de poró o madero negro han incrementado la producción de leche entre 1 a 1.5 l/vaca/día.

Bajo un sistema en ramoneo hay que establecer una rotación de un mes de ocupación y tres meses de descanso.

o en crecimiento libre. Es importante confirmar la aceptación del forraje por los animales, pues muchos ecotipos pueden poseer altos contenidos de compuestos secundarios, como taninos y alcaloides en poró y cumarinas en madero negro, que limitan su consumo.

## SELECCIÓN Y MANEJO DE ESTACAS

Se debe seleccionar la parte media de la estaca con un diámetro de entre 8 y 12 centímetros y de 1.5 a 2 metros de largo (dependiendo de la disponibilidad de material vegetativo). Para favorecer el establecimiento inicial de la plantación se recomienda hacer una incisión de 1 cm a lo largo de la estaca.

## PREPARACIÓN DEL TERRENO

Para el establecimiento del banco de proteínas, es importante eliminar inicialmente las malezas del terreno. Esto puede ser de forma mecánica o con el uso de algún herbicida que no presente efectos residuales en el suelo y afecte el normal crecimiento de los rebrotes. Lo ideal sería preparar el terreno con un pase de arado y dos de rastra, para lograr una mejor estructura del suelo y facilitar el desarrollo de las raíces.

## SIEMBRA DE LAS ESTACAS

Después de limpiar y preparar el terreno, se hacen surcos de 10 cm de profundidad y de 1 m de distancia entre ellos. La estaca debe colocarse dentro del surco en forma de chorro corrido y luego se tapa con tierra sin compactar muy fuerte.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Durante la fase de establecimiento (primeros tres meses) se hace necesario un control efectivo de malezas, ya sea químico o mecánico para favorecer el desarrollo de los rebrotes.

Bajo el sistema de siembra de estacas acostadas los resultados obtenidos por el CATIE indican una reducción del tiempo con la primera cosecha, aprovechando el primer corte a los seis meses de edad sin ningún deterioro de la plantación.

La especie *E. berteriana* se recomienda para zonas húmedas; mientras que *G. sepium* constituye una alternativa para las zonas de menor precipitación y con periodos secos más definidos. ♦

*Bibliografía en la página siguiente...*

Para colocar la estaca limpie y prepare el terreno y haga un surco de 10 cm de profundidad y de 1 m de distancia entre ellos. Ponga la estaca acostada dentro del surco, una pegada contra la otra y tape con tierra (Foto F. Solano).



## Noticias Agroforestales

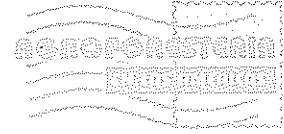
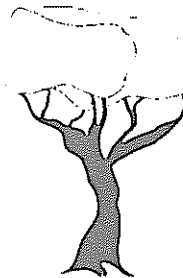
### FACT NET: NUEVA RED INFORMATIVA DE ÁRBOLES MULTIPROPÓSITOS

Con más de 15 años de realizar investigación aplicada, extensión y actividades de comunicación, la Asociación de Árboles Fijadores de Nitrógeno (NFTA) se integró a la División de Manejo Forestal y Recursos Naturales de Winrock Internacional.

Bajo el nombre de Red de Bosques, fincas y árboles comunales - FACT NET -, la Winrock Internacional continuará con la mayoría de las actividades de la NFTA; incluyendo el intercambio de información sobre árboles multipropósito entre grupos comunales, agentes de desarrollo, productores de árboles, investigadores y otros grupos

El principal objetivo de la red será brindar en forma conjunta, información de interés sobre el uso de árboles multipropósito para el mejoramiento del suelo y la protección del medio ambiente, así como organizar actividades de extensión y capacitación en el tema

La Red publicará tres veces al año FACT NET News (Newsletters). Para mayor información dirijase a: Winrock Internacional, FACT NET, 38 Winrock Drive Morrilton, AR. 72110 USA. Tel. (501) 727 542 y Fax (501) 727 5417. E-mail: forestry@msmail.winrock.org



Turrialba, Costa Rica

### Estimado Lector:

A partir de la novena edición, la revista Agroforestería en las Américas inicia una nueva etapa de trabajo, la cual esta enfocada hacia la consecución de una mayor independencia económica para garantizar paulatinamente su existencia.

Por espacio de dos años pudimos compartir con todos Ustedes, desde Canadá a Chile, y en otras regiones del mundo, los artículos de investigación y extensión y las informaciones que pudimos ir recolectando y que muchos nos enviaron para su publicación.

Con estos primeros pasos hemos podido corroborar que nuestra justificación estaba bien fundamentada: América necesitaba ampliar los canales de comunicación para el intercambio de información técnica/científica y de experiencias prácticas, en un área vital para el desarrollo de nuestras sociedades como lo es la agroforestería, y así alcanzar el equilibrio económico y ecológico que requiere urgentemente la región.

Con el pago de esta tarifa representativa por el porte de correo, Usted estará contribuyendo a alcanzar estas metas, por ello, lo invitamos muy cordialmente a que nos acompañen en esta nueva etapa. Las tarifas definidas representan un valor cercano al costo real que tiene el envío de cada revista. La suscripción puede solicitarse por un año (cuatro números), dos años (ocho números) o por unidad, según la siguiente tabla:

Países	Un año	Dos años	Unidad
Miembros CATIE	US\$12	US\$22	US\$3
América Latina Caribe, Asia y Africa	US\$15	US\$28	US\$4
Otros destinos	US\$35	US\$65	US\$9

El pago debe realizarse en dólares contra un banco en los Estados Unidos de América a nombre de CATIE, indicando el motivo (suscripción revista Agroforestería en las Américas). También se puede pagar con la tarjeta de crédito VISA, para lo cual el lector deberá enviarnos su número de tarjeta y la fecha de vencimiento. Todo envío de la revista se realizará previo pago.

Las personas que nunca formalizaron su suscripción, fueron eliminadas de nuestra Lista de Lectores en agosto de 1996, tal y como les avisamos en anteriores números.

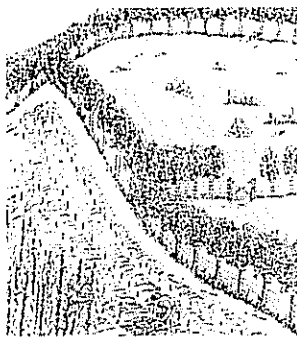
Para mayor información, por favor comuníquese con nosotros: Revista Agroforestería en las Américas, CATIE 7170 Turrialba, Costa Rica.  
Tel. (506) 556 1789. Fax (506) 556 7766.  
E-mail: agrofor@catie.ac.cr

### BIBLIOGRAFÍA

- BENAVIDES, J.** 1994 Árboles y arbustos forrajeros en América Central. CATIE Serie Técnica. Informe Técnico no 236. v. 2
- CAMERO, L.A.** 1994. Poró y madero negro como suplementos proteicos en la producción de leche Agroforestería en las Américas. (C.R.) 1(1):6-8.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DEL INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA.** 1989. Informe Final Primera Fase Proyecto Sistemas Silvopastoriles para el Trópico Húmedo de Costa Rica. Turrialba, C.R. p 87-94. ♦



## Reseñas de Libros



Saldías, Mario; Quevedo, Roberto; García, Blas; Lawrence, Anna; Johnson, James. 1994. Ed. por A. Lawrence; T. Pennington y J. Johnson. Guía para el uso de árboles en sistemas agroforestales para Santa Cruz, Bolivia. Santa Cruz, Bolivia, Centro de Investigación Agrícola Tropical. Misión Británica en Agricultura Tropical, Royal Botanical Gardens, Kew, Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado. v+ 188 p.

Como la cita deja entrever, se trata de una obra donde participaron muchos autores bolivianos y extranjeros y diversas organizaciones, incluyendo el personal del afamado Jardín Botánico de Kew, en Gran Bretaña y su financiación fue posible gracias a la Administración de Desarrollo de Ultramar (ODA) de Gran Bretaña. El objetivo de la presente Guía es ayudar a identificar los árboles nativos más comunes usados en agroforestería o con potencial, de la región de Santa Cruz, Bolivia y algunas especies exóticas más frecuentes. La obra usa la forma de manual y está escrito para los técnicos del área.

Hay una corta descripción de las características de los árboles y las prácticas agroforestales usadas (25 p., con muchas ilustraciones), seguida por la descripción de 66 especies forestales con excelentes dibujos, un glosario con ilustraciones y una clave sencilla para la identificación de todas las especies descritas.

Además de servir para Santa Cruz, el libro será muy útil para gran número de países ya que muchas de las especies descritas se encuentran también en otras regiones de América Tropical y Subtropical, aunque los nombres comunes varíen.

Para el nombre científico, tanto el de la familia como el del género y la especie, hubiera sido útil ofrecer una mayor cantidad de sinónimos, ya que en muchos tratados más antiguos o menos actualizados, las mismas especies figuran con otros nombres. Así *Albizia saman* se conoce a menudo como *Pithecolobium* o *Pithecellobium* o aun *Samanea saman*; *Gliricidia sepium* como *G. maculata* y *Ochroma pyramidale* por *O. lagopus*. Hubiera ayudado también señalar o destacar más el o los caracteres insólitos que permiten rápidamente "sacar" la familia y el género para determinada especie.

Para algunas de las especies los autores podrían haberse beneficiado con la revisión de documentación de otros países, sobre prácticas y especies agroforestales. La extensa literatura producida por el CATIE, la NFTA o el ICRAF, que incluye muchas de las especies descritas, fueron totalmente ignoradas. El libro "Especies para leña" de la US National Academy of Sciences (traducido y publicado por el CATIE), hubiera sido otra excelente fuente de información. Llama la atención que se recomiende *Erythrina poeppigiana* para cercas vivas (p.10), pero para *E. fusca* (especie popular de uso en muchos países), "no se contempla su uso para poste vivo, debido a la gran cantidad de agujijones" (p.100). En América Tropical hay datos que muestran que esta apreciación puede variar considerablemente. Así por ejemplo se evita el uso de *E. poeppigiana* porque se "traga" el alambre. El cedro (*Cedrela*) y la caoba ("mara" en Bolivia), son recomendados para agroforestería, pero en asociación con otras especies y a baja densidad, para reducir el ataque de *Hypsipyla grandella*. Tal sugerencia necesita más experiencias prácticas. El uso de balsa en sistemas agroforestales es insólito. Su "buena forma en campo abierto" (p.40) es dudosa.

Los huertos caseros reciben escasa atención y los soportes vivos para enredaderas (ñame, pimienta negra, vainilla, etc.) ninguna. En la página 22 hay una mención algo confusa: "los huertos familiares se caracterizan por la falta de estructura debido a que el establecimiento depende no sólo de la plantación de árboles, sino también de la regeneración natural de árboles frutales, medicinales y maderables, cuyas frutas se han consumido o usado en la casa. La densidad de los árboles generalmente es demasiada y el uso de especies o variedades no está orientada

a la demanda del mercado". Parecería que falta mucho por investigar o quizás mejor, recuperar el conocimiento empírico que existe en la región en los aspectos biológicos, ambientales, sociales y económicos de árboles usados en los huertos caseros.

Aunque los nombres científicos parecen haber sido cuidadosamente verificados, falta la A inicial en las *Apocynaceae* de la p. 30. Asimismo, *Sterculia ulmifolia* está ahora clasificado y listado en la tabla de contenido, en la familia de las *Terculiaceae*, en vez de *Sterculiaceae*. Para *Leucaena* debería haberse advertido sobre la toxicidad causada por la mimosina, si se usa excesivamente como forraje.

Tales observaciones no quitan el enorme mérito del libro. Se necesitan tratados de esta naturaleza para muchas regiones de América Latina (ya existen algunos para zonas andinas), no sólo para identificar las especies agroforestales, pero también con descripciones y análisis cuidadosos de los usos agroforestales actuales y potenciales. En todo caso debe felicitarse a la ODA por dejar en Bolivia un producto tan útil, que rebasa sus fronteras y donde han participado activamente muchos técnicos locales, ejemplo para otros países y muchas otras misiones de asistencia técnica. Esperemos que, dentro de poco salga una edición revisada y aumentada o tratados similares para otras regiones de Bolivia y de otros países de América.

Gerardo Budowski  
 Director Recursos Naturales,  
 Universidad para la Paz  
 Costa Rica

## Publicaciones Agroforestales

En este espacio presentamos los libros, artículos y tesis relacionados con los sistemas agroforestales de más reciente publicación. Si Ud. tiene interés en leer alguna de estas publicaciones escriba a: **INFORAT, Apdo. Postal 7170, CATIE, Turrialba, Costa Rica. E-mail: inforat@catie.ac.cr**

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA.** 1995. Información y Documentación Forestal para América Tropical. Resúmenes de las tesis de grado sobre silvicultura y agroforestería en el CATIE. CATIE. Serie Bibliotecología y Documentación no. 24. 108 p.

**NYGREN, P.** 1995. Carbon and nitrogen dynamics in *Erythrina poeppigiana* (*Leguminosae phaseoleae*) trees managed by periodic prunings. Tesis (Ph. D.) Dept. of Forest Ecology, University of Helsinki. Helsinki (Finlandia) 61 p.

**PÉREZ, N.** 1995. Prototipo de sistema experto sobre prácticas culturales en el cultivo de maíz *Zea mays* L., en la región Pacífico Sur de Costa Rica. Tesis (Mag. Sc.) del Programa de Manejo Integrado de Recursos Naturales. Turrialba (Costa Rica). 136 p.

## Agenda Agroforestal

**EVENTO:** Tercera Conferencia Internacional sobre el Manejo Forestal de la Vegetación

**TIPO:** Conferencia Internacional, primer anuncio. El objetivo central de la Conferencia es generar un foro de discusión para el intercambio de información técnica y de enfoque sobre el Manejo Forestal de la Vegetación. Tres temas serán abordados en forma particular: Métodos alternativos, Efectos en los Ecosistemas y el Manejo Forestal Sustentable. Se recibirán posters, resúmenes y artículos.

**FECHA:** Del 24 al 28 de agosto de 1998

**LUGAR:** Sault Ste. Marie, Ontario, Canadá

**CONTACTO:** IFVMC #3 Ontario Forest Research Institute. Ontario Ministry of Natural Resources 1235 Queen St. E. Canadá P6A 5N5. Tel. (705) 946 2981 Fax (705) 946 2030 E-mail: ifvmc3@epo.gov.on.ca

**EVENTO:** Investigación Agronómica y Desarrollo Rural.

**TIPO:** Seminario Reencuentros Caribeños

**FECHA:** Del 3 al 6 de diciembre de 1996

**LUGAR:** Centro Antillas/INRA, Guyana

**CONTACTO:** Domaine Duels Prise d' Eau Petit - Bourg. Secretariat du Ecolloque: Colette Lencrerot - URDIC. B.P. 515-97165 Pointe - à - Pitre cédex Guadeloupe. Tel. 1 959 0255907 Fax 1 959 0255983 E-mail: aumont@inra-antilles.fr

**EVENTO:** Manejo Forestal de Barbechos

**TIPO:** Taller patrocinado por CORAF/IUFRO 1.07.14

**FECHA:** Del 12 al 17 de noviembre de 1996

**LUGAR:** Yaounde, Cameroon

**CONTACTO:** Antoine Moutanda, CORAF - Forest, CNRF, BP 764. Pointe Noire, Congo. Tel. 242 940575 Fax 242 943912