

AGROFORESTERIA

Vol. 5 N°19 Julio - Setiembre 1998

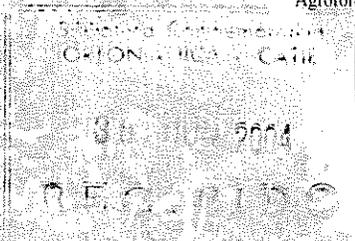
EN LAS AMERICAS

*Agroforestería y su contribución
al alivio de la pobreza*

*Algunas guías sobre
la colección de germoplasma
arbóreo*



INDICE



AGROFORESTERIA
EN LAS AMERICAS

1. Editorial

Agroforestería y su contribución al alivio de la pobreza rural4

2. Agroforestales en América

L. Meléndez

Florencia Montagnini: destacada investigadora de la ecología aplicada a los bosques tropicales.....7

3. Avances de Investigación

J. Bustamante/M. Ibrahim/J. Beer

Evaluación agronómica de ocho gramíneas mejoradas en un sistema silvopastoril con poró (*Erythrina poeppigiana*) en el trópico húmedo de Turrialba11

A. Duque Nivia

Asociaciones agroforestales en condiciones de bosque pluvial en el occidente de Colombia (Santa Cecilia - Risaralda)17

G. Folkard/J. Sutherland

Moringa oleifera un árbol con enormes potencialidades23

4. ¿Cómo hacerlo?

E. Somarriba/G. Calvo

Enriquecimiento de cacaoales con especies maderables.....28

I. Dawson/J. Were/C. Sotelo/J.C. Weber

Algunas recomendaciones para la colección de germoplasma arbóreo.....32

5. Noticias Agroforestales37

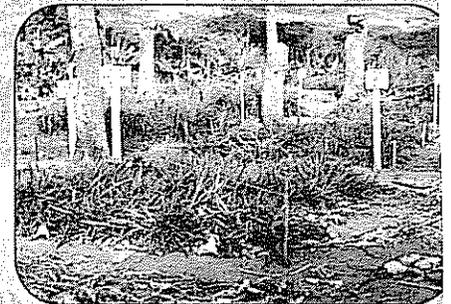
6. Reseñas de Libros38

7. Agenda Agroforestal39

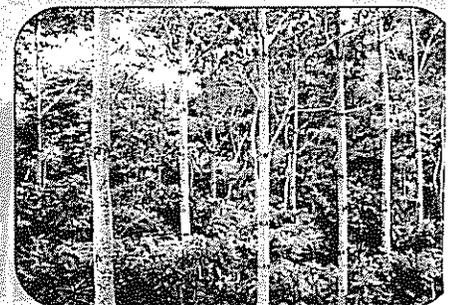
8. Publicaciones Agroforestales40



Aspecto general de los predios estudiados, detrás de la vivienda se observa el policultivo y al fondo hacia arriba se observa el bosque secundario llamado "Bosque de Respaldo" en Colombia (Foto A.Duque).



Los árboles de *Erythrina poeppigiana* se manejaron con podas cada 6 meses, pesando el follaje antes de distribuirlo uniformemente entre las parcelas de gramíneas (Foto M. Ibrahim)



Cacaoales con sombra transformada, regulada y de valor maderable. *Cardia alliodora* en Changuinola, Panamá (Foto E. Somarriba)

AGROFORESTERIA Y SU CONTRIBUCION AL ALIVIO DE LA POBREZA RURAL

Aliviar la pobreza, fortalecer las instituciones y encontrar un balance rentable entre desarrollo y conservación han sido identificadas como las metas principales de CATIE en sus actividades en América Tropical. Siendo la agroforestería una de las áreas principales de la institución, cabría preguntarse ¿como la agroforestería puede contribuir al alivio de la pobreza y al desarrollo sostenible en general? Las tecnologías y prácticas agroforestales pueden ofrecer bienes y servicios de mucha utilidad para pequeños, medianos y grandes productores agropecuarios y forestales de América Latina y el Caribe. Algunas consideraciones importantes son:

Mayor rentabilidad

Los sistemas agroforestales (SAF) y silvopastoriles son más rentables comparados con muchas otras formas de uso de la tierra. Al reciclarse una gran cantidad de nutrientes requeridos por los cultivos y/o las pasturas, o al fijar nitrógeno pueden disminuir el uso de fertilizantes comprados. Los SAF generan mayores ganancias para los productores y pueden ofrecer un mayor retorno a la mano de obra comparado con la siembra de cultivos sin asocio. Sin embargo, es importante seleccionar cuidadosamente los componentes de los sistemas para aumentar su rentabilidad. Se necesita integrar los estudios biofísicos con estudios socioeconómicos, principalmente el análisis de mercados, antes de instalar nuevos sistemas en el campo. Esto es especialmente importante para el componente arbóreo, cuya producción se inicia varios años después de haberlo instalado. Un ejemplo es el uso de forrajes arbóreos para alimentación animal, capaces de generar índices de eficiencia similares al uso de concentrados comerciales producidos a base de granos, que son caros y difíciles de producir en la región. Además, el estiércol y alimento rechazado son depositados en los sitios donde se cortaron los

forrajes, aumentando el nivel de eficiencia de los sistemas. Ejemplos similares ampliamente reconocidos son los maderables en cafetales, cortinas rompevientos y bosquetes.

Mayor estabilidad ecológica y financiera

El agricultor de recursos limitados escoge frecuentemente los sistemas agroforestales por su estabilidad o bajo riesgo en el tiempo, que por su productividad o rentabilidad a corto plazo. Existen SAF que incluyen muchas especies en forma multiestratificada promoviéndose una gran diversidad genética, útil para mantener la armonía, estabilidad y equilibrio ambiental, incluso utilizados como bancos de germoplasma para algunas especies endémicas de la región. La diversidad de especies conduce a intensificar el trabajo y por lo tanto, utilizar más eficientemente la mano de obra en las fincas, lo que se puede lograr con la participación complementaria de mujeres y jóvenes. La valoración de esta participación debe ser considerada en el momento de definir los costos y beneficios de la agroforestería y situar su contribución al alivio de la pobreza rural. Desde el punto de vista del mercadeo de los productos, los SAF ofrecen una mayor estabilidad financiera debido a una mayor cantidad de productos obtenidos; como generalmente las variaciones en los precios individuales son independientes, cuando el precio de un producto disminuye los otros se mantienen o incluso pueden aumentar, compensando los ingresos y reduciendo la incertidumbre y los riesgos al productor, especialmente cuando se integran componentes maderables que funcionan como un factor reductor de riesgos financieros.

Protección del ambiente

Algunos de los servicios ambientales de los SAF incluyen el control de la erosión hídrica, la

disminución de la velocidad del viento y los beneficios de la sombra, tanto para el hombre como para los animales domésticos, que se manifestarán en la finca, mejorando la calidad de la tierra, reduciendo las pérdidas de suelo y aumentando la productividad. Un ejemplo especial es la reducción de problemas respiratorios humanos, causado por los fuertes vientos que arrastraban grandes cantidades de polvo, con el establecimiento de cortinas rompevientos p.e. en Nicaragua. Se pueden diseñar sistemas agroforestales para tierras frágiles y de laderas, los cuales son ajustados a diferentes tipos de cultivos y satisfacen diversas necesidades de los productores. La reducción en el uso de fertilizantes también conduce a un menor impacto ambiental. La poda frecuente en ciertos SAF conduce a un enriquecimiento de la microflora del suelo.

Producción para autoconsumo

La agroforestería puede ofrecer una gran cantidad de productos como: leña, madera, flores, productos medicinales, leche, carne, huevos, frutas, granos básicos, raíces, tubérculos, colorantes, perfumes, materiales para artesanía, etc. Este potencial de productos permite aliviar la demanda de necesidades básicas de las familias pobres, beneficiando especialmente a mujeres y niños, reduciendo los gastos en compra de productos o en su transporte desde largas distancias. Esta oferta de productos esperados por los agricultores de América Tropical es muy diversa debido a la riqueza de ecosistemas que se encuentran en la región. Un sistema notable en este sentido son los huertos caseros, presentes en la mayoría de los hogares rurales y peri-urbanos de la región.

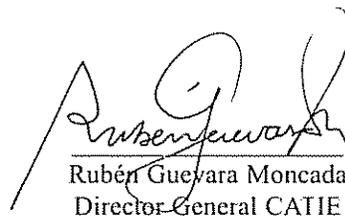
Obstáculos para la implementación de SAF mejorados

Con todos estos beneficios cabe preguntarse ¿Se podrían desarrollar y transferir SAF que realicen una contribución mayor al alivio de la pobreza y a la protección del ambiente comparado con los actualmente utilizados?. Entre las limitaciones para lograrlo tenemos:

- Las políticas nacionales relacionadas con la agricultura, incentivando la producción tradicional a expensas de la producción sostenible.

- Selección de componentes con malas perspectivas de mercado y un énfasis en las últimas décadas en tecnologías de monocultivo de la "Revolución Verde".
- Problemas de inestabilidad institucional y mecanismos débiles para promover la transferencia de tecnologías exitosas en otras regiones
- Falta de recursos para invertir en sistemas que producen beneficios ecológicos y financieros a mediano - largo plazo. Algunos sistemas no son completamente neutrales de escala.

Una de las consideraciones importantes en el diseño de las prácticas agroforestales son las necesidades actuales y futuras de las familias, ¿Qué tipo de productos requieren, cuándo lo necesitan y en qué cantidades?. De esta forma se podrá ofrecer una respuesta que favorezca el autoconsumo y eventualmente a vender los excedentes. Se debe realizar una planificación de la producción para responder a la demanda y a las oportunidades durante el año o durante épocas críticas. Paralelamente, es importante conocer las características ambientales y la base de los recursos naturales que tienen las fincas y su ubicación en el sistema ecológico a fin de conocer las mejores opciones. Se deben realizar esfuerzos por rescatar, integrar y transferir los conocimientos tradicionales tanto biofísicos como socioculturales de las comunidades rurales, con quienes se desarrollan estrategias y acciones pragmáticas, para coadyuvar con el desarrollo de la agricultura sostenible de los países de la región.



Rubén Guevara Moncada
Director General CATIE

Agroforestales en América

Florencia Montagnini: destacada investigadora de la ecología aplicada a los bosques tropicales



¿Qué relación tiene para usted la agroforestería con el uso y manejo del bosque?

La agroforestería es una oportunidad de integrar conocimientos sobre manejo de bosques y agricultura. Por influencia de la formación agronómica inicial, siempre se piensa que el objetivo es producir alimentos. Todo se realiza en función de producir; los suelos se protegen para seguir produciendo. No obstante, el aspecto ecológico debe estar ligado con la agronomía. Alguna gente cree que los agrónomos sólo piensan en aplicar agroquímicos; pienso que los verdaderos agrónomos somos los mejores ecólogos, porque siempre queremos proteger los recursos, ya sea los del agricultor o los de todo el país. Cuando me dediqué a la ecología, lo hice con un enfoque aplicado a la producción; los estudios que realizo siempre son desde el punto de vista del uso de la tierra y ligados a los aspectos del bosque. Los sistemas agroforestales (SAF) son la manera ideal de unir ambos aspectos: el uso y la conservación de árboles en sistemas de finca, en conjunto con la producción de un producto importante para las personas, siempre teniendo en cuenta el aspecto ambiental

.....
Luis Melendez¹

Biografía:

Nació en la ciudad de Rosario, Argentina. Se graduó de Ing. Agrónoma en 1974 en la Universidad de Rosario. Entre 1977 y 1981 obtuvo una Maestría en el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) en Caracas, donde trabajó en la relación de la agricultura de corte y quema con la ecología del bosque tropical. De 1980 a 1985 realizó su Ph.D. en la Universidad de Georgia, USA; allí investigó la dinámica del bosque en los Apalaches después de la perturbación del aprovechamiento, en aspectos de recuperación de suelos.

La Dra. Montagnini tiene amplia experiencia en investigaciones sobre los aspectos ecológicos del manejo

de bosques tropicales. En Venezuela trabajó en el "Proyecto Amazonas", estudiando las perturbaciones del bosque y los posibles usos de la tierra, en especial el ciclaje de nitrógeno. Trabajó para la Organización de Estudios Tropicales (OTS) como coordinadora académica e investigadora, estudiando la recuperación de áreas degradadas después del abandono de la agricultura. Fue profesora investigadora de la Escuela Forestal de la Universidad de YALE en USA y Directora del Instituto de Recursos Tropicales de la misma universidad. Ha trabajado para CATIE en diferentes posiciones: primero como Consultora encargada de preparar un manual sobre Sistema Agroforestales, actualmente como Jefa del Área de Manejo y Conservación de Bosques y Biodiversidad.

¿La incorporación de árboles en la ganadería sería una forma de compatibilizar los aspectos de producción y de protección ambiental?

La ganadería en sí misma no tiene nada de malo para el ambiente; lo que sucede es que en muchos lugares ha estado mal manejada. Ha sido una ganadería de muy poco rendimiento por hectárea, con una muy mala utilización de los recursos, de tipo extensiva, que produce en suelos inapropiados con cargas animales altas, sin un buen manejo y utilizando pastos malos y de lenta recuperación. En ningún país puede funcionar en esa forma, menos en la actualidad, cuando hay una mayor presión por la tierra y la población aumenta cada día. Sin embargo, en muchos países tropicales se practica una ganadería adecuada utilizando recursos locales tanto herbáceos como arbóreos, como caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), poró (*Erythrina* spp.) y morera (*Morus* spp.) y mezclas que pueden sustituir completamente los concentrados tradicionales, generando altos niveles de eficiencia.

En diferentes países he visto muchos sistemas silvopastoriles muy bien manejados, con cierta compatibilidad con el bosque, donde se utilizan muchas de las herramientas ganaderas tradicionales, como alambrados eléctricos para rotar los potreros y así evitar el daño a la regeneración natural de los árboles maderables. La ganadería le sirve a la empresa forestal para acelerar el retorno de la inversión. Se pastorean las plantaciones con cierto cuidado y manejo, procurando que no haya una carga excesiva; se espera que los árboles alcancen un diámetro y una altura determinada para evitar que los animales los dañen y se utilizan animales de calidad, que ganen peso rápidamente, pues de esa forma se produce más. Muchas veces quienes más dañan el bosque son las personas que no saben de ganadería y utilizan animales inapropiados, los ponen en manos de otros para que los manejen y tratan de resolver sus problemas productivos aumentando el área de pastoreo en detrimento del bosque.

¿Qué sistemas agroforestales cree que tienen mayores posibilidades para pequeños agricultores con suelos malos en las laderas de América Central y el Caribe?

Desde mi percepción, los más promisorios son los

sistemas del tipo huertos caseros familiares, porque la gente tiende a creer en ellos y a adoptarlos rápidamente, ya que los hacen parte de su vida diaria y cumplen una función social muy importante: la de mejorar la nutrición y aumentar los recursos. La principal limitante de estos sistemas es que no son muy atractivos desde el punto de vista económico; nadie se volverá rico con los huertos caseros, a menos que le agregue otras cosas. Pero creo que son uno de los SAF con mayor potencial; huertos mejorados, donde se incluya todo tipo de plantas medicinales, condimentos, frutales y hasta pequeños animales y donde se aprovechen todos los productos, por ejemplo, haciendo conservas cuando una determinada fruta es muy abundante o acumulando huevos para utilizarlos cuando no haya otras fuentes de proteína.

En Filipinas hay sistemas muy bien diseñados para sitios con pendiente, que podrían establecerse aquí; el paisaje es muy similar al nuestro, muy montañoso y quebrado. Son sistemas exigentes en manejo y cantidad de mano de obra, al igual que los huertos caseros, pero serían viables en la región pacífica de América Central, donde hay más mano de obra disponible que en la zona atlántica. En esos sistemas se cultivan diferentes productos, según el sitio que ocupen en la pendiente; en las zonas con mayor peligro de erosión se siembran barreras, las que no necesariamente deben ser de árboles, también pueden ser pastos, que retienen el suelo. A medida que la pendiente disminuye, se siembran cultivos anuales y hortalizas con maderables. Estos son sistemas agroforestales para laderas muy bien desarrollados.

Otros sistemas que podrían servir son los sistemas de reforestación tipo Taungya, cuyo principal objetivo es reforestar (especialmente cuando los productores son dueños de la tierra) y en los que el productor siembra cultivos entre las líneas, lo que posibilita una gran cantidad de combinaciones. De hecho, en casi todas las reforestaciones de la zona atlántica de Costa Rica los agricultores cultivan entre líneas; plantan yuca o siembran arroz y frijoles en medio de las plantaciones de laurel (*Cordia alliodora*); se pueden hacer muchas combinaciones, dependiendo de aspectos como oportunidad, precio y gustos. La gente es muy dada a experimentar: a veces uno encuentra naranjas en medio de pino; posiblemente los frutos no serán de muy buena calidad debido a la falta de sol y el árbol tendrá muchas

enfermedades, pero lo hacen para aprovechar mejor el terreno. El técnico debe observar esas experiencias y seleccionar las que ofrezcan mayores posibilidades.

¿Qué se debe hacer para que la gente adopte los sistemas agroforestales?

Creo que la gente debe interiorizar el mismo concepto del manejo de bosque. Si usted ve los turnos de rotación y calcula los modelos, posiblemente le indicarán que va a producir cierta cantidad de madera; luego, al observar los precios de la madera, verá que desde el punto de vista financiero muchas veces no es redituable. Evidentemente, no se le está dando el verdadero valor al bosque ni a los árboles; la sociedad sólo considera un aspecto, la madera, pero hay otros factores tanto o más importantes, como la captura del carbono, la protección del suelo y del ambiente, la fauna y la biodiversidad. La madera debería considerarse un artículo de lujo. No obstante, se utiliza para muchas cosas y es demasiado barata. Las políticas forestales deberían fomentar el que la población valore los árboles en toda su dimensión y establecer subsidios para algunas actividades.

En el caso de los SAF puede ocurrir algo similar; los aspectos técnicos son bien conocidos (por ejemplo, los beneficios de las leguminosas, la carga animal apropiada en un sistema silvopastoril, etc.), pero al momento de hacer una inversión, la gente sólo está calculando la diferencia entre lo que pone y lo que gana en términos financieros. Entonces, cuando un productor ve una leve reducción en el cultivo por efecto del árbol, ya no le interesa, sin contemplar los otros beneficios del sistema. Sin embargo, esta actitud está cambiando poco a poco. En muchos países europeos se están estableciendo SAF en lugares donde antes sólo había agricultura, porque están preocupados por la falta de agua potable; como han deforestado tanto, se han quedado sin agua. Posiblemente esos árboles tardarán 40 ó 50 años en producir madera, por lo que esos sistemas no tienen el menor sentido desde el punto de vista económico, pero allí el objetivo es producir agua y los agricultores reciben un subsidio por hacer eso. Pero estas actividades sólo pueden realizarse donde hay un presupuesto para hacerlo. En nuestros países no sólo hay poco dinero, sino que se gasta en otras cosas. Ahora que se habla tanto de la globalización de la economía, debería haber una globalización para la protección del ambiente.

¿A qué aspectos cree que se les ha brindado poca atención en el manejo y protección de los recursos en los sistemas de producción de América Latina?

Creo que la recuperación de áreas degradadas se está quedando un poco por fuera. Los sistemas agroforestales podrían jugar un buen papel en eso. En el manejo de los recursos hay tres aspectos que están muy relacionados, forman una especie de triángulo. En un vértice está el bosque manejado en forma sostenible; en otro, todo lo relacionado con la biodiversidad y la conservación y en el tercero, una gran cantidad de ecosistemas que han sido manejados en forma inadecuada. Dentro de ésta última categoría hay una gran cantidad de potreros abandonados con posibilidades de regeneración muy diversas. En CATIE se está trabajando con bosque secundario, pero falta la etapa anterior: un potrero que fue abandonado hace algún tiempo y que podría no estar regenerándose. Se pueden escoger diferentes opciones para intercalar árboles maderables de diversas especies y con diferentes estrategias de crecimiento (tanto heliófitas como esciófitas); se pueden plantar en lotes de una misma especie o mixtos y evaluar los resultados.

Otro aspecto interesante al que se debería poner más atención es el de los bosques sobreexplotados. Allí hay posibilidades muy interesantes. En masas boscosas sin valor comercial, se podría hacer un enriquecimiento del bosque. Se pueden utilizar diferentes diseños para aumentar las especies de valor comercial; no necesariamente deben ser maderables, pueden ser cultivos perennes o frutales, como palmeras, para utilizar sus hojas en viviendas tradicionales o para alimento (palmito). Este tipo de bosque también permite plantar especies esciófitas que no crecerían bien en ambientes abiertos, a plena exposición. Este tipo de sistema se denomina enriquecimiento biológico y económico; biológico por la gran cantidad de especies involucradas y económico, por el valor del bosque y porque su productividad aumenta. Ambos componentes son esenciales para que haya una verdadera adopción; al obtener ingresos, la gente estaría dispuesta a manejarlo y le dedicaría más tiempo. Sin embargo, las experiencias deben hacerse con conocimiento, porque ha habido muchos fracasos debidos a una inadecuada selección de especies y a un mal manejo.

PUBLICACIONES

.....

Como resultado de su importante labor como investigadora de los bosques y la agroforestería, la Dra. Montagnini ha acumulado una gran producción de textos científicos: publicaciones en revistas, libros, presentaciones, etc. Entre los más relacionados con los sistemas agroforestales tenemos:

LIBROS

Sistemas Agroforestales Principios y Aplicaciones en los Trópicos 1986. Organización para Estudios Tropicales y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (OTS/CATIE), San José, Costa Rica. 818 pp (Contribuyente Principal y Editora)

Montagnini, F. 1992 *Sistemas Agroforestales Principios y Aplicaciones en los Trópicos* 2da Ed. OTS/CATIE. San José, Costa Rica. 622 pp

Ashton, M.; Montagnini, F. (Eds.). *The Silvicultural Basis for Agroforestry Systems*. En revisión.

ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN

Montagnini, F.; Mendelsohn, R. 1997. Managing forest fallows: improving the economics of swidden agriculture. *Ambio* 26(2): 118-123

Montagnini, F.; Fernández, R.; Hamilton, H. 1995. Relaciones entre especies nativas y la fertilidad de los suelos. Parte I: Contenido de elementos en la biomasa *Yvyretá* (Argentina) 6(6): 5-12

Montagnini, F.; Sancho, F. 1994. Net nitrogen mineralization in soils under six indigenous tree species, and abandoned pasture and a secondary forest in the Atlantic lowlands of Costa Rica. *Plant and Soil* 162: 177-124

Montagnini, F.; Ramstad, K.; Sancho, F. 1993. Litterfall, litter decomposition and the use of mulch of four indigenous tree species in the Atlantic lowlands of Costa Rica. *Agroforestry Systems* 23: 39-61

Montagnini, F.; Haines, B.; Swank, W.T. 1989. Factors controlling nitrification in soils of early successional and oak/hickory forests in the southern Appalachians. *Forest Ecology and Management* 26: 77-94.

Montagnini, F.; Jordan, C. 1983. The role of insects in productivity decline of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) on a slash and burn site in the Amazon Territory of Venezuela. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 9: 293-301

Revisiones/capítulos de libros

Montagnini, F. 1994. Agricultural systems in the La Selva Region. pp.307-316. In McDade, L.A.; Bawa, K.; Hespelheide, H.A.; Hartshorn, G.S. (eds.) *La Selva. Ecology and Natural History of a Neotropical Rainforest*. University of Chicago Press

Montagnini, F.; Sancho, F. 1994. Nutrient budgets of young plantations with native trees: strategies for sustained management. pp. 213-233. In Bentley, W. & Gowen, M. (eds.) *Forest Resources and Wood-Based Biomass Energy as Rural Development Assets*. Winrock International and Oxford & IBH Publishing Co. New Delhi. 347 pp

Montagnini, F. 1990. Ecology applied to agroforestry in the humid tropics. pp. 49-58. In Goodland, R.A. (ed.) *Race to Save the Tropics. Ecology and Economics for a Sustainable Future*. Island Press. Washington, D.C.

Artículos publicados no arbitrados

Montagnini, F.; González, E.; Porras, C.; Rheingans, R.; Sancho, F. 1994. Mixed-tree plantations in the humid tropics: Growth, litterfall and economics of experimental systems in Latin America. Pp. 125-135. In *Proceedings from IUFRO International Symposium on Growth and Yield of Tropical Forests*. Sept. 26-Oct 1, 1994. Tokyo University of Agriculture and Technology. Fuchu, Tokyo, Japan

Montagnini, F. 1993. Shifting agriculture and sustainable development: an interdisciplinary approach from northeastern India. Book review. *Environmental Conservation* 20(1): 93-94

Montagnini, F 1989 Sistemas agroforestales: prioridades actuales de la investigación. Actas, Tomo 2. *V Jornadas Técnicas Uso Múltiple del Bosque y Sistemas Agroforestales*. Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales (ISIF), Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones, El Dorado, Misiones, Argentina 4-7 Octubre, 1989

PRESENTACIONES

Montagnini, F Los Sistemas Agroforestales como Herramientas para la Rehabilitación de Tierras Tropicales Degradadas. Conferencias presentadas en la Universidad Nacional de Rosario, Universidad Nacional de La Plata y Servicio Forestal Argentino. Patrocinado por la Fundación Antorchas (Buenos Aires, Argentina) Julio, 1993

Montagnini, F 1988 Agroforestry Systems: Current Research Needs. International Symposium: Alternatives to Deforestation: steps towards sustainable utilization of Amazonian forests. XXXIX Congreso Botánico Brasileño. Belem, Brasil 27-30 Enero 1988

Montagnini, F 1987. The Role of Applied Ecology in Developing Tropical Agroforestry Projects. Trabajo invitado en el Taller AIBS "The Application of Ecology in Enhancing Economic Development in the Humid Tropics". Reunión anual del American Institute of Biological Sciences. Columbus, Ohio 12 Agosto, 1987

Montagnini, F 1987 Agroforestry Systems: Principles and their Applications in the Tropics. Seminario presentado al Forestry Support Program US Forest Service, Washington, D C. 13 Agosto, 1987

Montagnini, F 1986 Los Sistemas Agroforestales como Alternativa para el Uso de la Tierra en los Trópicos. San Vito de Brus, Costa Rica. Agosto 1986

Montagnini, F; Eibl, B; Fernández, R; Kozarik, J C; Lupi, A; Nozzi, D Agroforestry Systems with *Ilex paraguariensis* (American Holly or Yerba Mate) and Native Trees in Small Farms in Misiones, Argentina. International Workshop: Agroforestry for Sustainable Land-use. Montpellier (France), 23-28 June 1997

CONFERENCIANTE CONTRIBUYENTE

MONTAGNINI, F; EIBL, B; FERNÁNDEZ, R; KOZARIK, J; LUPI, A; NOZZI, D 1997. Agroforestry systems with *Ilex paraguariensis* (american holly or yerba mate) and native trees in small farms in Misiones. *In* Agroforestry for sustainable Land-use (1997, Montpellier, France). International Workshop Montpellier, France, s n s p

ALVARADO, A; SOTO, G; MONTAGNINI, F 1994 Efecto del encalado al transplante sobre el crecimiento inicial de algunas especies forestales en suelos ácidos tropicales. *In* Workshop on Nitrogen Fixing Trees for Acid Soils (1994, Turrialba, C.R.) Proceedings Turrialba, C R, CATIE s p

MONTAGNINI, F; SANCHO, F; GONZALEZ, E; MOULAERT, A 1993 El uso de especies maderables nativas en plantaciones mixtas para la reforestación de terrenos degradados: resultados preliminares de experiencias en la llanura del Atlántico de Costa Rica. *In* Jornadas Técnicas Ecosistemas Forestales Nativos (7, 1993, Eldorado, Misiones, Arg) Uso, manejo y conservación Misiones, Arg, Universidad Nacional de Misiones s p

MONTAGNINI, F; FANZERES, A; DA VINHA, S G 1992 Studies on restoration ecology in the Atlantic forest region of Bahia, Brasil. *In* Symposium on Forest Soils (2, 1992, Guayana, Ven) [Proceedings]. Guyana, Ven, s n t s p

Evaluación agronómica de ocho gramíneas mejoradas en un sistema silvopastoril con poró (*Erythrina poeppigiana*) en el trópico húmedo de Turrialba

Julio Bustamante¹
Muhammad Ibrahim²
John Beer³

Palabras clave: evaluación agronómica, gramíneas mejoradas, materia seca, biomasa, sistema silvopastoril, *Erythrina poeppigiana*, Costa Rica.

¹ M.Sc. Agroforestería, CATIE, 1991. Telefax: 416-7878

² Investigador, CATIE. Tel: (506) 556-6418. E-mail: mibrahim@catie.ac.cr

³ Profesor Investigador Principal, CATIE. Tel: (506) 556-7830. E-mail: jbeer@catie.ac.cr

RESUMEN

Se estudió el comportamiento agronómico de ocho gramíneas mejoradas: *Brachiaria brizantha*, CIAT 6780 (Bb 6780); *B. brizantha*, CIAT 664 (Bb 664); *B. dictyoneura*, CIAT 6133 (Bd 6133); *B. humidicola*, CIAT 6369 (Bh 6369); *Panicum maximum*, CIAT 16061 (Pm 16061); *P. maximum*, CIAT 16051 (Pm 16051); *Cynodon nlemfuensis* (Cn) y *Pennisetum purpureum* cv enano (EE) establecidas a pleno sol o asociadas con *Erythrina poeppigiana* (podado cada seis meses) en Turrialba, Costa Rica (600 msnm, temperatura promedio de 22°C y 2636 mm precipitación anual) Se utilizó un diseño de bloques al azar, en un arreglo de parcelas divididas con cuatro repeticiones de las parcelas principales, donde las parcelas principales fueron la presencia/ausencia de *E. poeppigiana* y las parcelas pequeñas fueron las ocho gramíneas seleccionadas

Los mayores valores para el índice de área foliar (IAF) fueron observados con Pm 16051 (8.7), Pm 16061 (5.5) y Bh 6369 (4.9) bajo *E. poeppigiana*. Los IAF de las gramíneas fueron mayores en la asociación con árboles excepto para EE, Bb 664 y Bd 6133. En la asociación con árboles, disminuyó la relación hoja:tallo (H:T) en todas las gramíneas y aumentó la producción de materia seca (MS), con excepción de EE y Bd 6133. Sin embargo, la producción de todas las gramíneas disminuyó cuando se acercaron al tronco del árbol. Los mayores valores de producción de MS fueron para *P. maximum* asociado con *E. poeppigiana*.

AGRONOMIC EVALUATION OF EIGHT IMPROVED GRASSES GROWN IN SILVOPASTORAL SYSTEMS WITH *Erythrina poeppigiana* IN THE HUMID TROPICS OF TURRIALBA, COSTA RICA

ABSTRACT

The agronomic behaviour of eight improved grasses (*Panicum maximum*, CIAT 16061 (Pm 16061); *P. maximum* CIAT 16051 (Pm 16051); *Brachiaria brizantha*, CIAT 6780 (Bb 6780); *B. brizantha*, CIAT 664 (Bb 664); *B. dictyoneura*, CIAT 6133 (Bd 6133); *B. humidicola* CIAT 6369 (Bh), *Pennisetum purpureum* cv Dwarf (EE) and *Cynodon nlemfuensis* (Cn) established in full sunlight and in association with *Erythrina poeppigiana* (pruned every 6 months) was studied in Turrialba, Costa Rica (600 masl; Temp 22°C; ppt 2636 mm/yr) A randomised complete block design with four repetitions of the main plots was used, with the main plots being the presence/absence of *E. poeppigiana* and a split plot arrangement for the graminacea.

Leaf area index (LAI) was highest for Pm 16051 (8.7), Pm 16061 (5.5) and Bh 6369 (4.9) associated with *E. poeppigiana*. LAI of the grass species was higher in the tree association except for EE, Bb 664 and Bd 6133. Leaf stem ratio (LSR) of all the grasses decreased and dry matter (DM) yields increased, with the exception of EE and Bd 6133, in the tree association. However yields of grasses decreased close to the tree trunks. Highest DM yields were observed with the *P. maximum* associated with *E. poeppigiana*.

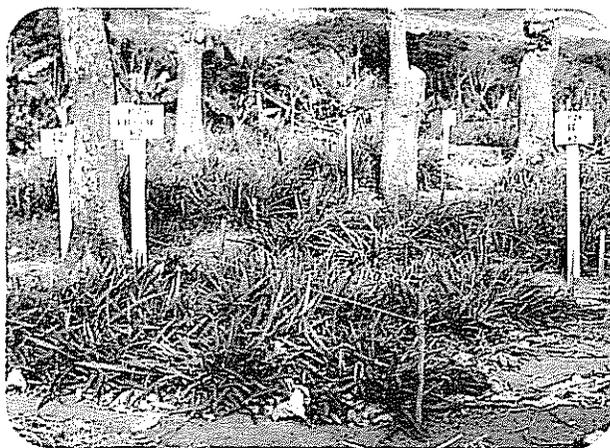
INTRODUCCIÓN

La ganadería es una de las actividades más importantes del agro en América Central. La alimentación del ganado se basa casi exclusivamente en pastos. Más del 60% de las tierras de ladera – que por sus características son muy susceptibles a sufrir una acelerada degradación – son pasturas (Lindarte y Benitoi, 1993). El uso de tecnologías no apropiadas propicia la reducción de la fertilidad del suelo y promueve el rebrote de pastos nativos de baja producción y calidad, lo que disminuye la productividad de las fincas. En los últimos años instituciones como el CIAT, CATIE y EMBRAPA han dedicado muchos esfuerzos a la selección de especies forrajeras que se adapten a diferentes condiciones edafoclimáticas. Resultados publicados para el trópico húmedo de Costa Rica muestran que especies como *Bracharia brizantha* (Ibrahim, 1994), *Panicum maximum* (Vallejos *et al.*, 1989) y *Pennisetum purpureum* Cv Mott (Ibrahim, 1989) son capaces de producir más de 20 ton MS/ha/año. Sin embargo, la persistencia de estas y otras gramíneas mejoradas depende de un adecuado manejo, de la fertilidad del suelo y en particular, de la disponibilidad de nitrógeno y fósforo.

Los sistemas silvopastoriles reúnen una serie de atributos que los hace atractivos para los productores: reciclan nutrientes del suelo, contribuyen al control de la erosión y producen forrajes y otros productos de valor como frutas y madera (Carvalho, 1997). Experimentos realizados en CATIE mostraron que árboles forrajeros como *Erythrina poeppigiana*, con cortes cada seis meses, pueden reciclar hasta 270 kg de nitrógeno/ha/año (Kass *et al.*, 1989; Alpizar, 1989), lo que representa una cantidad significativa de nutrimentos capaz de mantener altos niveles de producción en las gramíneas mejoradas.

A pesar de que hay referencias sobre el uso de diferentes gramíneas en el trópico (Miranda *et al.*, 1989; Monteiro *et al.*, 1982; Muñoz, 1985), son escasos los trabajos sobre gramíneas forrajeras que se adapten a condiciones de asocio con árboles en América Central y el Caribe. Estudios realizados por Bazill (1987) en el trópico húmedo de Costa Rica mostraron que las leguminosas se comportaron diferente bajo plantaciones de *Pinus caribaea* var *hondurensis*, observándose mayores producciones con *Centrosema* spp., *Desmodium* spp.,

Flemingia congesta y *Galactia striata*. Bajo condiciones similares, Bronstein (1984) observó que *Cynodon nlemfuensis* tuvo mayor producción de materia seca en asocio con *Erythrina poeppigiana* en relación con *Cordia alliodora* y el testigo (pleno sol).



Los árboles de *Erythrina poeppigiana* se manejaron con podas cada 6 meses, pesando su follaje antes de distribuirlo uniformemente entre las parcelas de gramíneas (Foto M. Ibrahim)

El presente trabajo pretende determinar cuáles gramíneas resultan altamente promisorias desde el punto de vista agronómico al asociarse con *E. poeppigiana*, para incorporarlas en sistemas silvopastoriles en condiciones del trópico húmedo bajo de Costa Rica.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la Estación Experimental "La Montaña" del CATIE, ubicada en Turrialba (602 msnm, 2636 mm de precipitación y 22 °C de temperatura promedio). Los suelos son Typic Humitropept (Kass *et al.*, 1989), con textura franco-arcillosa, pH de 5 y un contenido de materia orgánica promedio de 6.18%.

Los tratamientos estuvieron dispuestos en un arreglo factorial con dos sistemas de cultivo: asociados con *E. poeppigiana* y en monocultivo de pasto como parcelas principales (Bustamante, 1991). Se utilizó un diseño de bloques al azar, en un arreglo de parcelas divididas con cuatro repeticiones de las parcelas principales. En las parcelas con *E. poeppigiana* se trabajó con un total de 16 árboles; los cuatro árboles centrales, que habían sido plantados 13 años antes utilizando una distancia de 6 x 6 m, se consideraron como parcela útil y se dejó una línea de borde. Cada una de las parcelas grandes se dividió en

dos sub-parcelas. En cada sub-parcela (dos árboles útiles) se colocaron las ocho gramíneas en estudio (cada sub-sub-parcela de una gramínea era de 2,5 x 2,5 m): *B. brizantha*, CIAT 664 (Bb 664); *B. brizantha*, CIAT 6780 (Bb 6780); *B. dictyonera*, CIAT 6133 (Bd 6133); *B. humidicola*, CIAT 6339 (Bh 6369); *P. maximum*, CIAT 16051 (Pm 16051); *P. maximum*, CIAT 16061 (Pm 16061); *P. purpureum* cv Mott (EE) y *Cynodon nlemfuensis* (Cn)

Las gramíneas se plantaron después de eliminar toda la vegetación excepto los árboles; se utilizó material vegetativo, con una distancia de 0.30 x 0.30 m para las especies rastreras y de 0.40 x 0.40 m para las especies erectas y semi-erectas (*P. purpureum*, *B. brizantha* y *P. maximum*). Antes de iniciar las mediciones se hizo un corte de nivelación a 15 cm de altura para las especies erectas y a 5 cm para las rastreras; después el ensayo se manejó con cortes y mediciones cada 35 y 42 días para las especies rastreras y erectas, respectivamente, durante 10 ciclos. *E. poeppigiana* se manejo con podas cada seis meses; el follaje se pesó antes de distribuirlo uniformemente entre las parcelas de gramíneas.

Las variables de respuesta fueron: índice de área foliar (IAF), relación hoja:tallo (H:T) y producción de materia seca (MS) de las gramíneas. Para determinar el área foliar se tomo una sub-muestra de 50 g de cada especie; las hojas se separaron para medir el área foliar con un aparato Licor 300. Posteriormente, se introdujeron en la estufa para obtener peso seco constante y poder calcular el área foliar en m² a partir de la producción de materia seca de las hojas. La cuantificación de MS se midió en dos puntos elegidos al azar en cada sub-sub-parcela (a 1 y 3 m del fuste del árbol), con un marco de 0.25 m². Se anotó el peso total y los pesos de hojas y tallos; luego se extrajo al azar una sub-muestra de forraje verde de 200 g, se determinó la MS y se multiplicó por el peso verde de toda la materia cosechada dentro del marco.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Área foliar

Las gramíneas con mayor índice de área foliar (IAF) fueron: Pm 16051, Pm 16061 y EE (Cuadro 1); todas son especies de porte erecto. En el tratamiento con árboles, entre las gramíneas decumbentes sobresale la Bh

6369, que triplica a la Bd 6133 y Bb 664 y supera sustancialmente a la Bb 6780. En promedio, las gramíneas presentaron un IAF un 15 % mayor ($p < 0.05$) cuando estuvieron asociadas con árboles. La gramínea que mostró la mayor diferencia en área foliar entre tratamientos principales fue la Bh 6369 (+ 75%), seguida de Pm 16061 (+ 31%) y Bd 6133, que fue la que tuvo mayor IAF a pleno sol.

Cuadro 1. Índice de área foliar (IAF) de ocho gramíneas establecidas a pleno sol o en una plantación de *Erythrina poeppigiana* podado cada seis meses (promedio de 5 cortes).

Gramínea	Con árboles (1)	Sin árboles (2)	Diferencias en % (1-2/2)
Pm 16051 a*	8.7	8.0	9
Pm 16061 b	5.5	4.2	31
EE c	3.5	3.6	-3
Bh 6369 d	4.9	2.8	75
Bb 6780 d	3.2	2.6	23
Bb 664 e	1.5	1.6	-6
Cn e	2.1	1.9	11
Bd 6133 e	1.5	2.1	-29
Promedio	3.9	3.4	15

* Letras iguales indican que los promedios de todos los datos para las gramíneas no difieren estadísticamente ($p < 0.05$)

Otros resultados publicados han mostrado un efecto negativo de la sombra sobre el IAF de las especies forrajeras (Wong *et al.*, 1985; Wong, 1990; Zelada, 1996). Zelada (1996) observó que el IAF de tres gramíneas, incluyendo *B. brizantha* y *P. maximum*, disminuyó en forma cuadrática cuando el nivel de luz total se redujo de 100 a 25%. En este estudio se manejó la *E. poeppigiana* con podas cada seis meses, lo que permitió un alto porcentaje de transmisión de luz e indujo a las gramíneas a tener un comportamiento diferente. Posiblemente el mayor IAF de las gramíneas se debió al efecto benéfico de los árboles de *E. poeppigiana* en las condiciones físicas y químicas del suelo, debido a la fijación de nitrógeno y el ciclaje de nutrientes por medio de las deposiciones de hojarasca producto de las podas. Carbalho (1997) reportó en Brasil mayores concentraciones de N y K de las hojas verdes de *B. decumbens* y *B. brizantha* bajo árboles de sombra que a pleno sol.

Relación hoja:tallo

El asocio con *E. poeppigiana* produjo una relación H:T más estrecha en todas las gramíneas en comparación con la obtenida en el tratamiento sin árboles. Esta relación fue más marcada en Bd 6133, Bh 6369 y Pm 16061, que tuvieron una relación H:T de 35 a 50% menor en las parcelas con árboles (Cuadro 2)

Las gramíneas Pm 16051, Bh 6369, Pm 16061 y EE mantuvieron altos valores (> 4) de relación H:T con y sin árboles, a pesar que hubo una fuerte reducción en el tratamiento con árboles. Estudios agronómicos realizados en el trópico húmedo por Vallejos *et al* (1989) con 52 accesiones mostraron que los ecotipos Pm 16051 y Pm 16061 tuvieron el mayor valor de H:T (> 4), lo que es una característica genética de esos materiales. De las especies estoloníferas, la Bh 6369 fue la que evidenció la mejor relación H:T; también resultó afectada negativamente por la presencia de los árboles

Cuadro 2. Relación hoja:tallo de ocho gramíneas establecidas a pleno sol o en una plantación de *Erythrina poeppigiana* podada cada seis meses (promedio de 10 cortes).

Gramínea	Con árboles (1)	Sin árboles (2)	Diferencias en %((1-2)/(2)x100)
Pm 16051	6.3 a*	6.9 a	-9
Bh 6369	4.6 b	7.3 a	-37
Pm 16061	4.4 b	7.0 a	-37
EE	4.3 b	6.1 a	-30
Bb 6780	3.3 b	5.0 b	-34
Bd 6133	1.5 c	3.0 b	-50
Bb 664	1.2 c	1.7 c	-29
Cn	0.9 c	1.0 c	-10
Promedio	3.3 b	4.8 a	-31

* valores con letras iguales en la misma fila no son diferentes estadísticamente (p < 0 001)

La reducción en la relación H:T cuando las gramíneas crecen en asocio con *E. poeppigiana* podría estar relacionada con el efecto de la sombra de los árboles, aunque este no fue muy fuerte. Por lo general las gramíneas presentan mayor elongación de entrenudos cuando crecen bajo sombra (artificial) o dentro de cultivos perennes, donde la luz es de baja calidad (Wilson y Ludlow, 1990). Los resultados de Zelada (1996)

muestran que la relación H:T de *B. brizantha* y *P. maximum* con niveles de sombra superiores al 50% fue reducida

Producción de materia seca

La producción de MS fue menor a un metro del fuste del árbol (Cuadro 3), especialmente para las gramíneas Pm 16061, Pm 16051 y Cn, que redujeron su producción entre un 40 y un 50%. Se supone que la baja producción de MS observada en las gramíneas más cercanas al árbol se relaciona con el mayor grado de sombra y, posiblemente, con una mayor competencia de las raíces de los árboles. Este fenómeno depende del diámetro de la copa, de la luminosidad, del sistema radicular de los árboles y de las condiciones del sitio (suelo, clima) entre otros aspectos. En contraste, en ambientes más secos (precipitación de 450 – 700 mm por año), Belsky *et al* (1993) observaron que los niveles de producción de pastura siempre fueron mayores bajo la copa de *Acacia tortilis* (691 g/m²/año) que a pleno sol (328 g/m²/año).

Cuadro 3. Producción de materia seca (kg/ha) de ocho gramíneas, a dos distancias del tallo de *Erythrina poeppigiana*, la que se podó cada seis meses (promedio de cinco ciclos).

Gramíneas	Productividad a diferentes distancias del árbol		Diferencia(%) ((1-2)/(2)x100)
	1 metro (1) (kg/ha)	3 metros (2) (kg/ha)	
Pm 16061	3988 b*	7124 a	-44
Pm 16051	4013 b	7909 a	-49
EE	2588 b	3149 a	-18
Bb 6780	2756 b	3020 a	-9
Bb 664	1611 b	1944 a	-17
Bd 6133	1612 b	1746 a	-8
Bh 6369	1861 b	2054 a	-9
Cn	1013 b	1715 a	-41
Promedio	2430	3583	-32

* valores con letras iguales en la misma fila no son estadísticamente diferentes (p < 0 001)

La producción total de materia seca de las gramíneas fue mayor en la asociación con *E. poeppigiana* excepto para EE y Bd 6133 (Cuadro 4). La producción de *P. maximum* siempre fue superior a 20 t/ha/año y aumentó entre 11-43 % cuando estuvo asociado con *E. poeppigiana*. Los resultados de Zelada (1996) mostraron que la producción

de MS de *P. maximum* 16051 y 16061 tuvo una tendencia a disminuir con mayor sombreado, pero estas especies siempre mantuvieron mayor producción comparadas con *Brachiaria brizantha* y *C. nlemfuensis*. En este estudio la producción de la mayoría de las *Brachiarias* y de *C. nlemfuensis* aumentó entre un 20 y un 50% cuando estuvieron asociados. Alpizar (1989) también reportó un aumento del 8% en la producción de *C. nlemfuensis* (sinónimo *C. plectostachyus*) cuando estuvo asociado con *E. poeppigiana* en el mismo sitio, pero cuando estuvo asociado con *Cordia alliodora* la producción se redujo en un 31% en relación con las parcelas a pleno sol.

Cuadro 4. Producción acumulativa de ocho gramíneas (kg MS/ha/5 ciclos) establecidas a pleno sol o en una plantación con *Erythrina poeppigiana* podada cada seis meses

Gramínea	Con árboles (1)	Sin árboles (2)	Diferencia % ((1-2)/2)
Pm 16061	29804 a*	20791 b	43
Pm 16051	27780 a	24987 b	11
Bb 6780	14437 a	10471 b	38
EE	14343 b	16061 a	-11
Bh 6369	9787 a	8162 b	20
Bb 664	8885 a	6175 b	44
Bd 6133	8393 b	9467 a	-11
Cn	6818 a	4490 b	52

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

CONCLUSIONES

Los resultados del ensayo muestran diferencias significativas en el comportamiento de las gramíneas asociadas con *E. poeppigiana*. En relación con las otras especies, *P. maximum* 16061 y 16051 tienen mayores niveles de producción, los que aumentan en la asociación con *E. poeppigiana*. Se recomienda estudiar las gramíneas promisorias en sistemas silvopastoriles bajo pastoreo con diferentes densidades de árboles.

Debe señalarse que el manejo de la poda de árboles en pasturas requiere más mano de obra que los sistemas de pastoreo tradicionales. Estas tecnologías tienen más aplicación en sistemas de doble propósito o de leche, donde el manejo del potrero es más intensivo y la

rentabilidad es mayor en relación con los sistemas extensivos. De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, es posible que se incremente la producción de pasto si se utiliza un mayor espaciamiento entre árboles (por ejemplo 8 x 8 m) y se aumenta la frecuencia de podas de cada seis a cada cuatro meses. Esto permitiría contar con mayor radiación para el crecimiento de la vegetación herbácea cerca del fuste.



Se observaron diferencias entre las gramíneas asociadas con *E. poeppigiana*. Los *panicum* tuvieron mayores niveles de producción comparados con otras especies (Foto M. Ibrahim)

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ALPIZAR, L. 1989. Resultados del "Experimento Central" del CATIE: asociaciones de pastos y árboles de sombra. In Beer J.W., Fassbender H. y Heuvelodop J. Avances en la Investigación Agroforestal CATIE Turrialba, Costa Rica pp 237-243.
- BAZILL J.A. 1987. Evaluation of tropical forage legumes under *Pinus caribaea* var *hondurensis* in Turrialba, Costa Rica. *Agroforestry Systems* (Holanda)5: 97-108.

- BELSKY, A J; MWONGA, M.; DUXBURY, J.M 1993 Effects of widely spaced trees and livestock grazing on understory environments in tropical savannas. *Agroforestry Systems* (Holanda) 24: 1-20
- BRONSTEIN G E. 1984 Producción comparada de una pastura de *Cynodon plectostachyus* asociada con árboles de *Cordia alliodora*, con árboles de *Erythrina poeppigiana* y sin árboles. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 110 p.
- BUSTAMANTE, J 1991. Evaluación del comportamiento de ocho gramíneas asociadas con poró (*Erythrina poeppigiana*) y solas. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 131 p.
- CARBALHO, M. 1997. Asociaciones de pasturas con árboles en la región centro sur del Brasil. *Agroforestería en las Américas* 4 (15): 5-8.
- IBRAHIM, M.A. 1989. Respuesta del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* Schum) a diferentes frecuencias e intensidades de pastoreo en la zona húmeda de Guápiles, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 123 p.
- IBRAHIM, M.A. 1994. Productivity, compatibility and persistence of grass legume pastures in the humid tropics of Costa Rica. Ph.D. thesis, Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands 140 p.
- KASS, D.L.; BARRANTES, A.; BERMUDEZ, W; JIMENEZ, M.; SANCHEZ, J. 1989. Resultados de seis años de investigación de cultivo en callejones (alley cropping) en "La Montaña", Turrialba, Costa Rica. *El Chasqui* (C.R.) 19: 5-24.
- LINDARTE, E.; BENITO, C 1993. Sostenibilidad y agricultura de laderas en América Central. Cambio Tecnológico y Cambio Institucional. IICA Serie de documentos de Programas, No 33. 120 p.
- MIRANDA, J.; MORA, M.; PIEDRA, M.; NAVARRO, J. 1989. Evaluación de especies forrajeras para el trópico muy húmedo. I. Establecimiento y adaptación de gramíneas. Resúmenes VIII Congreso Centroamericano y del Caribe en Med Vet y Zootec.; San José, C.R. pp 52
- MONTEIRO, D 1982. da C.C.M.; de LUCAS, E.D.; SOUTO, M.S. 1974. Estudio de seis especies forrajeras do género *Brachiaria*. Pesquisa Agropecuaria Brasileira. Serie Zootecnia (Brasil) 9:17-20.
- MUÑOZ, M.K. 1985. La Amazonia ecuatoriana también tiene su pasto mejorado: INIAP-NAPO-701 (*Brachiaria humidicola*). *Pastos Tropicales, Boletín Informativo* (Colombia) 7:1-3
- VALLEJOS, A.; PIZARRO, E.A.; CHAVES, C.; PEZO, D.; FERREIRA, P. 1989. Evaluación agronómica de gramíneas en Guápiles, Costa Rica. 2. Ecotipos de *Panicum maximum*. *Pasturas Tropicales* (Colombia)11(2): 10-15.
- WILSON, J.R.; LUDLOW, M.M 1990. The environment and potential growth of herbage under plantations. In: *Forages for Plantation Crops* Eds H.M. Shelton and W.W. Stur. ACIAR Proceedings No. 32. pp 10 -24
- WONG, C.C.; RAHIM, H.; MOHD SHARUDIN, M.A. 1985. Shade tolerance potential of some tropical forages for integration with plantations. 1. Grasses. *Mardi Res Bull.* 13(3): 225 -247
- _____ 1990. Shade Tolerance of Tropical Forages: A Review. In: *Forages for plantation crops*. ACIAR proceedings No. 32. pp 64-69.
- ZELADA, E.S. 1996. Tolerancia a la sombra de especies forrajeras herbáceas en la zona Atlántica de Costa Rica. Tesis MSc., CATIE, Turrialba, Costa Rica. 88p.

Asociaciones agroforestales en condiciones de bosque pluvial en el occidente de Colombia (Santa Cecilia- Risaralda)

.....
Andrés Alberto Duque Nivia^{1*}

Palabras clave: prácticas agroforestales, asociaciones agrosilvícolas, policultivos, agricultura tradicional, bosque pluvial, Colombia.

^{1*} Biólogo (Botánico), Grupo de Estudios Agroecológicos de la Universidad Tecnológica de Pereira
Apartado Aéreo 1415 PEREIRA-COLOMBIA E-mail: anduque@utp.edu.co

RESUMEN

Se estudiaron los policultivos presentes en 106 fincas tradicionales localizadas en 19 microcuencas de la región de Santa Cecilia (Risaralda) en Colombia. Se encontraron 49 arreglos espaciales correspondientes a diferentes asociaciones agroforestales (agrosilvícolas). Las especies dominantes fueron: primitivo (*Musa acuminata*), chontaduro (*Bactris gasipaes*), cacao (*Theobroma cacao*), guadua (*Guadua angustifolia*), forestales (varias spp.), plátano (*Musa balbisiana*), borojó (*Borojoa patinoe*) y banano (*Musa* spp.), para un total preliminar de 84 especies entre cultivadas y manejadas (silvestres) en los policultivos. Se destaca la dominancia de elementos arbóreos en una proporción de 2:1 respecto a los cultivos anuales. De las ocho especies dominantes, cinco son cultivos perennes, incluyendo palmeras.

AGROFORESTRY ASSOCIATIONS IN THE PLUVIAL FOREST IN REGION OF WESTERN COLOMBIAN

ABSTRACT

A study was made of polycultures found in one hundred and six traditional farms located in 19 micro watersheds in the Santa Cecilia (Risaralda) region of western Colombia. Forty nine spatial combinations, representing different agroforestry systems were found. The dominant species were: Primitivo (*Musa acuminata*), Chontaduro (*Bactris gasipaes*), Cacao (*Theobroma cacao*), Guadua (*Guadua angustifolia*), forest trees (several spp.), Plátano (*Musa balbisiana*), Borojó (*Borojoa patinoe*) and Banano (*Musa* spp.). A total of 84 species including cultivated and wild plants were identified in these polycultures. Tree components dominated in the proportion 2:1 in relation of annual crops. Five of the eight dominant species are perennial crops, including palms.

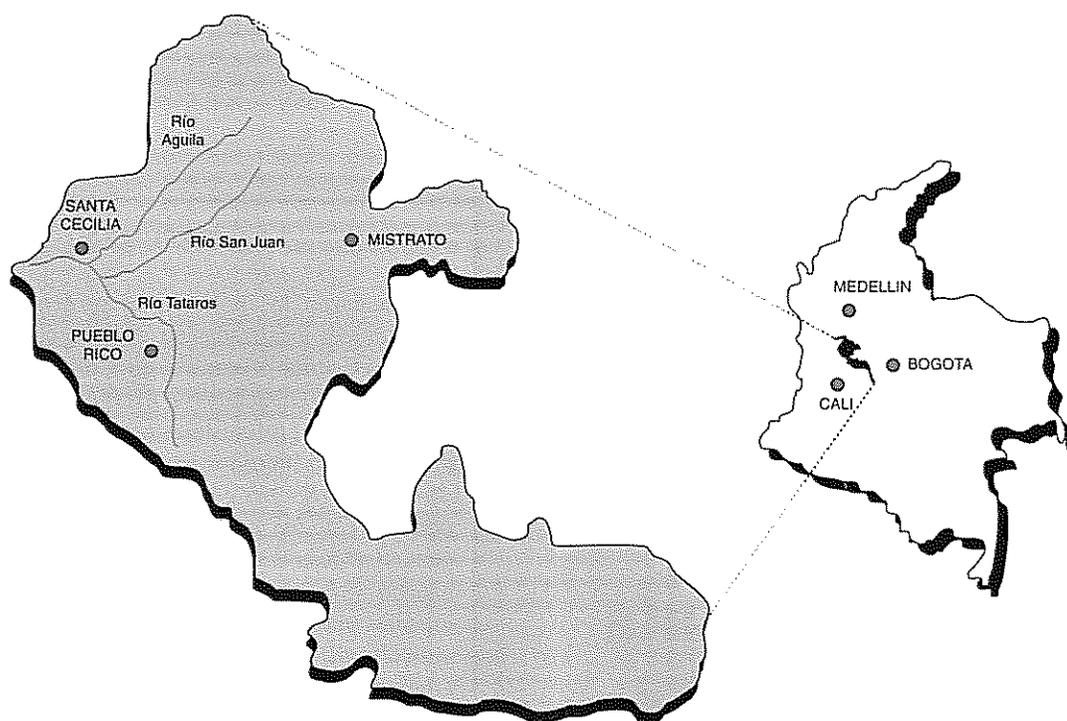


Figura 1. Ubicación nacional de la cuenca del río San Juan

INTRODUCCIÓN

En la búsqueda de opciones de manejo para áreas habitadas en Bosques Húmedos Tropicales se estudiaron las prácticas agrícolas de las poblaciones rurales, las cuales fueron identificadas en una primera fase, para posteriormente caracterizarlas. La zona de estudio está localizada en la vertiente occidental de la Cordillera Occidental de Colombia, en el corregimiento Santa Cecilia del Municipio Pueblo Rico, al noroeste del Departamento de Risaralda. Se estudiaron 19 microcuencas tributarias del Río San Juan (Fig 1). El área de estudio mide aproximadamente 10.000 ha y cuenta con una población calculada de 2.386 personas (Giraldo *et al.*, 1996)

METODOLOGÍA

En primer término se realizó una valoración cultural y ecológica de las prácticas utilizadas, las que responden a características naturales y sociológicas del área estudiada. Se trató de conocer la intención de los

agricultores al utilizar ciertas prácticas agroforestales. ¿Cuántos de los árboles dispuestos en una cerca viva reflejan la intencionalidad de quien los plantó?; ¿las combinaciones de árboles con cultivos o pastos con ganado en una plantación forestal cumplen una función específica de protección, producción u ornamentación? El enfoque metodológico utilizado busca avanzar en el conocimiento de las prácticas agrosilvícolas propias de un sistema de unidades diversas (Del Amo y Ramos, 1993), con múltiples estratos y una alta diversidad biológica.

Para el trabajo de campo se contó con la colaboración de los habitantes de la región. Se buscó conocer lo que tienen y lo que hacen los agricultores (FAO, 1991). La información base se tomó de un formulario-guía adaptado de Conif-Carder (1994), que se basó en la metodología del ICRAF (Nair, 1989) para los aspectos básicos de identificación y en el documento de la OEI (1994) para lo relacionado con las definiciones metodológicas y la caracterización. Se hizo un inventario preliminar (sin colección) de la flora cultivada y/o manejada.

La identificación de las prácticas agroforestales en lo que tiene que ver con la combinación espacial de las especies en policultivo se determinó según el grado de dominancia, calculando el porcentaje de cobertura de la copa del árbol en el sentido fitosociológico (Muller, Dombois y Ellenberg, 1974). Se consideraron como especies dominantes las que cubren entre el 25% y el 100% del área; codominantes, las que ocupan entre el 5% y el 25% y otras las que representan entre el 0.1% y el 5% del área. En todas las fincas observadas se registraron las características generales del sitio y la composición familiar.

RESULTADOS

De los 106 predios evaluados, 97 correspondieron a policultivos y nueve linderos y cercas vivas. Las especies más frecuentes en los policultivos son, en orden descendente: primitivo, chontaduro, cacao, guadua, forestales, plátano, borojó y banano (Fig. 2). Se identificaron 51 arreglos espaciales; 49 son combinaciones agrosilvícolas y tres son musáceas. En la categoría de *especies dominantes* se presentan siete combinaciones de cuatro especies, 26 de tres especies y 16 de dos (Cuadro 1).

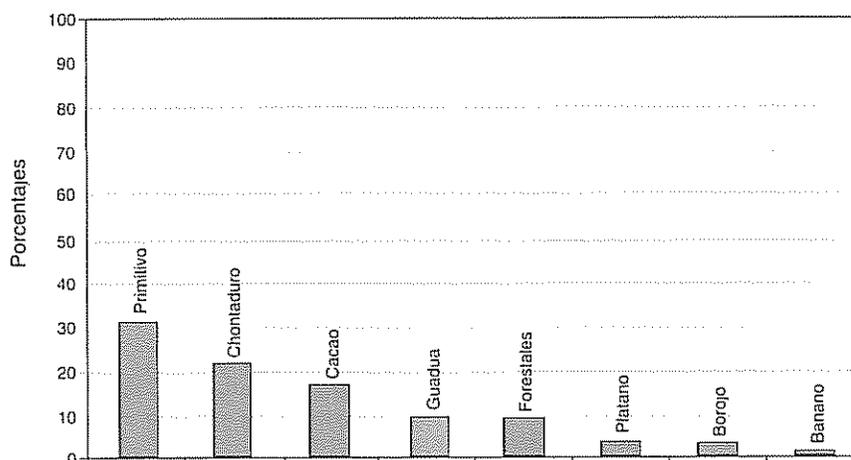


Figura 2 Importancia de las especies cultivadas en la región según presencia y abundancia

Cuadro 1 Asociaciones agroforestales por combinación de dominancias de 4, 3 y 2 especies²

Según dominancia de cuatro especies:

				# de parcelas	
1.	cacao	chontaduro	primitivo	guadua	1
2.	plátano	primitivo	chontaduro	cacao	1
3.	guadua	chontaduro	cacao	primitivo	1
4.	primitivo	plátano	cacao	guadua	1
5.	primitivo	chontaduro	cacao	borojó	1
6.	primitivo	cacao	chontaduro	borojó	1
7.	forestales ³	primitivo	cacao	chontaduro	1

³ Ver lista en Cuadro 2

² Ubicación de las especies: de izquierda a derecha en orden descendente de cobertura.

continuación Cuadro 1.

Según dominancia de tres especies:

				# de parcelas
1.	primitivo	cacao	chontaduro	6
2.	chontaduro	cacao	primitivo	3
3.	cacao	chontaduro	borojó	2
4.	cacao	primitivo	chontaduro	2
5.	guadua	primitivo	chontaduro	2
6.	chontaduro	guadua	primitivo	2
7.	primitivo	guadua	chontaduro	2
8.	primitivo	chontaduro	cacao	2
9.	primitivo	forestales	chontaduro	2
10.	cacao	forestales	chontaduro	2
11.	primitivo	chontaduro	forestales	2
12.	guadua	plátano	chontaduro	1
13.	plátano	cacao	chontaduro	1
14.	primitivo	plátano	cacao	1
15.	guadua	primitivo	forestales	1
16.	forestales	plátano	chontaduro	1
17.	guadua	cacao	forestales	1
18.	plátano	primitivo	guadua	1
19.	primitivo	cacao	forestales	1
20.	cacao	chontaduro	forestales	1
21.	cacao	banano	primitivo	1
22.	cacao	chontaduro	primitivo	1
23.	chontaduro	primitivo	cacao	1
24.	primitivo	plátano	chontaduro	1
25.	primitivo	banano	chontaduro	1
26.	guadua	forestales	primitivo	1

Según dominancia de dos especies:

			# de parcelas
1.	primitivo	chontaduro	9
2.	primitivo	forestales	5
3.	cacao	chontaduro	4
4.	primitivo	cacao	4
5.	primitivo	guadua	4
6.	chontaduro	borojó	3
7.	cacao	primitivo	3
8.	chontaduro	forestales	2
9.	borojó	chontaduro	2
10.	guadua	primitivo	1
11.	forestales	primitivo	1
12.	forestales	cacao	1
13.	chontaduro	primitivo	1
14.	chontaduro	frutales	1
15.	cacao	guadua	1

Otros arreglos no agroforestales

		# de parcelas
primitivo	banano	2
primitivo	plátano	1
primitivo		3

Cuadro 2 Especies forestales presentes en las asociaciones agrosilvícolas

aliso (<i>Alnus</i> sp)	árbol del pan (<i>Artocarpus altilis</i>)
caucho (<i>Ficus</i> sp)	balso (<i>Ochroma lagopus</i>)
cedro Macho (<i>Cedrela</i> sp)	cedro (<i>Cedrela</i> sp)
dinde (<i>Chlorophora tinctoria</i>)	ceiba (<i>Ceiba</i> sp)
gualanday (<i>Jacaranda</i> sp)	dormilón (<i>Calliandra</i> sp)
guamo (<i>Inga</i> spp)	guácimo (<i>Guazuma</i> sp)
higuerón (<i>Ficus</i> sp)	laurel (<i>Ocotea</i> sp)
lechero (<i>Ficus velutina</i>)	matapalo (<i>Clusia</i> sp.)
totumo (<i>Crescentia cujete</i>)	piñón (<i>Sterculia apetala</i>)
yarumo (<i>Cecropia</i> sp)	tachuelo (<i>Lacmellea</i> sp)

DISCUSIÓN

Según la clasificación de la OET (1992), las asociaciones agroforestales reportadas corresponden a un sistema simultáneo de árboles asociados con cultivos perennes. Una vez analizado el 22,5% de las fincas del área, se observó que la diversidad de combinaciones agrosilvícolas (49) dentro de los 51 arreglos reportados indica que la estrategia agrosilvícola es una constante en la zona de estudio.

Con un promedio anual de 6.219 mm de lluvia y un 67% de pendiente, sembrar en la montaña se convierte en la opción para el no encharcamiento y el uso de la vegetación en la opción de no pérdida del suelo, si se considera que una gota de lluvia puede tener hasta 5 mm de diámetro y caer a 9 m/segundo (Durán, 1996). ¿Qué pasaría con un suelo desnudo en un sitio donde llueve más de 10 meses al año? La estrategia de la comunidad es muy razonable

La cobertura vegetal, en su mayoría arbórea, no sólo significa un aprovechamiento del espacio en sentido vertical, sino la posibilidad de "agarrar" el suelo y aprovechar distintas profundidades del mismo. Es decir, que dadas las características climáticas y la fisiografía de la región (alta precipitación y pendiente), la diversidad vegetal y la permanencia de los elementos arbóreos son estrategias adaptativas implementadas por los pobladores de Santa Cecilia para producir y conservar en el bosque pluvial tropical.

Tal como lo anotan Altieri y Merrick (1987), a través de la incorporación de variedades y parientes silvestres de

las plantas cultivadas en los sistemas tradicionales, se preservan los genes y el flujo entre ellos en el campo. Las fuentes de recursos de la biodiversidad para el desarrollo de nuevos o mejores cultivos se encuentran precisamente en las parcelas tradicionales. Ni los Parques Nacionales ni los centros mundiales de conservación de germoplasma resuelven la conservación del espectro genético y menos el intercambio dinámico que se logra en los policultivos tradicionales.

Las características socioeconómicas y ecológicas de zonas como la de Santa Cecilia dificultan la producción de excedentes para el mercado. Sin embargo, los pobladores han logrado producir comida para garantizar la subsistencia, han protegido el entorno y en especial los genes de numerosas especies en diversos estados de domesticación. Conservando la agricultura tradicional y avanzando en el conocimiento de la ecología agrícola en áreas de bosque pluvial, el Chocó biogeográfico colombiano podrá avanzar en la búsqueda de mejores condiciones de vida para las comunidades marginales del área.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ALTIERI M A.; MERRICK, L C 1987. *In Situ* conservation of crop genetic resources through maintenance of traditional farming systems. *Economic Botany* (EE UU) 41(1): 86-9
- CONIF-CARDER. 1994. Identificación y caracterización de prácticas agroforestales en el departamento de Risaralda. Informe final. Bogotá, Col, CONIF 147 p.
- AMO, R S DEL; RAMOS, P.J. 1993. Use and management of secondary vegetation in a humid-tropical area. *Agroforestry Systems* (Holanda) 21:27-42
- DUQUE, A A 1996. Caracterización preliminar de prácticas agroforestales en la región de Santa Cecilia (Pueblo Rico, Risaralda, Colombia). Bogotá, Col, Convenio Universidad Tecnológica de Pereira y CARDER 131 p. Informe interno de investigación. Sin publicar

DURÁN, J L 1996. Los suelos tropicales y su manejo ecológico. Curso para diplomado de posgrado, módulo 2: 64-73. La Habana, Cuba. CLADES- ISCAH. s p

FAO (CHILE). 1991. Desarrollo agropecuario: de la dependencia al protagonismo del agricultor. FAO. Serie Desarrollo Rural No 9. s p

HOLDRIDGE, L R 1978. Ecología basada en zonas de vida. San José, C.R. IICA. 216 p

GENTRY, A. H 1993. A field guide to the families and genera of woody plants of northwest South America (Colombia, Ecuador, Perú) with supplementary notes on herbaceous taxa. Washington, D C (EE UU), Conservation International. 895 p

GIRALDO, A., NADACHOWSKI, E., J C CAMARGO. 1996. Diagnóstico ambiental de comunidades negras del alto San Juan. Periódico La Tarde, Pereira (Col.); nov 22: s p

COLOMBIA IGAC GOBERNACIÓN DE RISARALDA. 1995. Risaralda, características geográficas. Bogotá, Col., Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 284 p

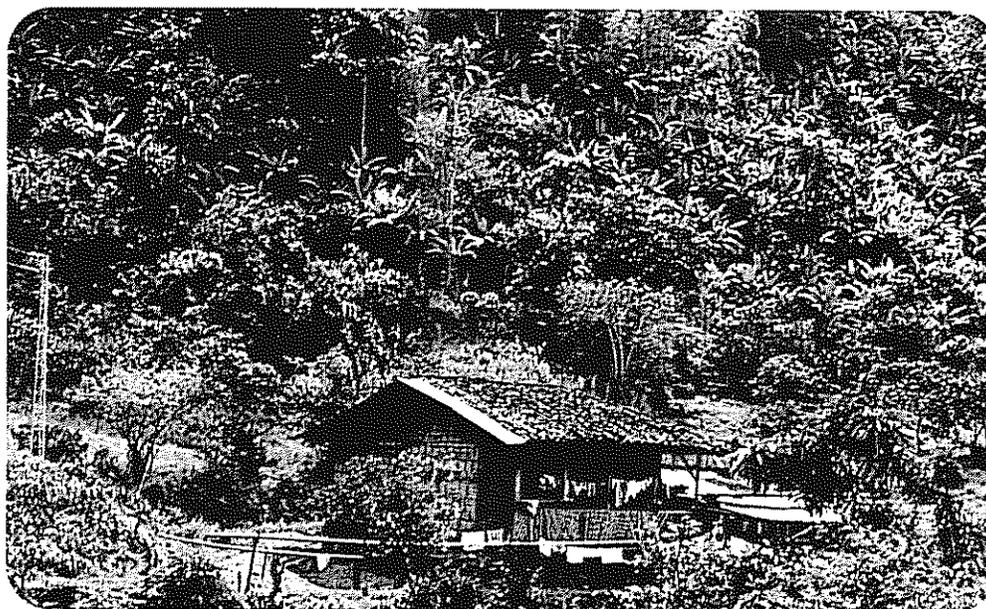
ORGANIZACIÓN PARA ESTUDIOS TROPICALES (C.R.); EE UU. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. 1992. Office of International Cooperation and development; EE UU. department of agriculture forest service, AID (EE UU). Sistemas agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos. 2 ed. rev y aum. San José, C.R. 622 p

MULLER DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. N Y, EE UU, s n 547 p

NAIR, O K R. 1989. ICRAF s Agroforestry Systems Inventory Project. In: Nair, P.K., ed. Agroforestry systems in the tropics. s.n.t. 21-38

AGRADECIMIENTOS

La realización del trabajo de campo fue posible gracias a la colaboración de los pobladores de Santa Cecilia y al Grupo de Estudios Agroecológicos de la Universidad Tecnológica de Pereira. Los costos de la investigación durante el año 1996 fueron cubiertos por la Corporación Autónoma Regional de Risaralda (CARDER). El autor agradece a la Universidad y a COLCIENCIAS su apoyo en la investigación de la cual este artículo constituye un avance.



Aspecto general de los predios estudiados. detrás de la vivienda se observa el policultivo y al fondo hacia arriba se observa el bosque secundario llamado "Bosque de Respaldo" (Foto A Duque)

Moringa oleifera un árbol con enormes potencialidades¹

Geoff Folkard y John Sutherland²

En las últimas ediciones de la revista *Agroforestry Today*, en la sección de cartas de los lectores, ha habido un diálogo continuo sobre *Moringa oleifera* (moringa), el potencial de la semilla para el tratamiento de aguas, su descubrimiento y la dificultad de encontrar información confiable sobre especies. Recientemente, en la sede del ICRAF, en Nairobi, hubo un seminario muy interesante y extenso sobre moringa. El trabajo fue desarrollado por el grupo de Ingeniería Ambiental de la Universidad Leicester, en colaboración con otros proyectos financiados por la Unión Europea y la Administración para el Desarrollo Exterior (ODA); se trató de investigar el potencial del árbol para el tratamiento de aguas así como para alimento y para la producción de aceite de cocina. El seminario fue impartido por Geoff Folkard y John Sutherland, quienes amablemente han accedido a preparar este artículo sobre su trabajo con moringa, un árbol que hasta ahora parece haber sido poco explotado y sub-valorado por investigadores y extensionistas.

Moringa oleifera es un cultivo originario del norte de la India, que actualmente abunda en todo el trópico. La variedad de nombres tanto en inglés como vernáculos ilustra los muchos usos asignados al árbol y sus productos. En algunos lugares se conoce como "palo de tambor" debido a la forma de sus vainas, que son uno de los principales productos alimenticios en la India y África. También es conocido como el árbol del rábano picante, debido al sabor de sus raíces, que los británicos utilizaban en la India como sustituto del rábano silvestre. En algunos sitios del este de África se le conoce como "el mejor amigo de mamá", nombre que indica que la gente conoce muy bien el valor del árbol.

Este cultivo puede ser propagado por medio de semillas o por reproducción asexual (estacas), aún en suelos pobres; soporta largos periodos de sequía y crece bien en condiciones áridas y semiáridas. Es una de esas especies resistentes que requieren poca atención hortícola y crece rápidamente, hasta cuatro metros en un año. Experiencias recientes con *Moringa oleifera* desarrolladas en Kenya, en colaboración con el Instituto de Investigación Forestal de Kenya (Kenya Forestry Research Institute) han producido árboles de cuatro metros en sólo cuatro meses. En el sur de Malawi se ha trabajado con el cultivo para probar su potencial en el tratamiento de aguas; los ensayos mostraron que el árbol

¹ Traducido de *Agroforestry Today*, 1996 Vol. 8 No 3 P. 5-8 por Ariadne Jiménez, U.C.R., Turrialba, Costa Rica

² Geoff Folkard y John Sutherland son miembros del Equipo de Ingeniería Ambiental del Departamento de Ingeniería de la Universidad de Leicester, University Road LET 7 RH
E-mail: gkf@leicester.ac.uk Fax +441162522619

podría florear y dar fruto en un año. En muchas partes del mundo se han reportado grandes y múltiples cosechas en un solo año.

El árbol brinda una innumerable cantidad de productos valiosos que las comunidades han aprovechado por cientos, tal vez por miles de años. Las vainas verdes, las hojas, las flores y las semillas tostadas son muy nutritivas y se consumen en muchas partes del mundo. El aceite de la semilla de *M. oleifera* puede utilizarse en la cocina, para producir jabones, cosméticos y combustible para lámparas. Diferentes partes del árbol se utilizan en medicinas naturales.

Los residuos de la extracción del aceite de las semillas pueden utilizarse como acondicionador del suelo o como fertilizante y tienen potencial para ser utilizados como suplemento alimenticio avícola y ganadero. Las hojas verdes constituyen un mulch muy útil. Las semillas pulverizadas se utilizan en ungüentos/pomadas para el tratamiento de infecciones dermatológicas.

Pero los productos son sólo una fracción del potencial de este valioso árbol que también proporciona muchos servicios, los que siempre se toman en cuenta cuando se seleccionan árboles para sistemas agroforestales. Puede crecer como cercas vivas o cortinas rompevientos y es adecuado para áreas donde la combinación de fuertes vientos y largos periodos de sequía causan seria erosión



Reconocidos sus componentes las hojas y frutos de *Moringa Oleifera* en Malawi son cosechas como fuente de proteína (Foto Agroforestry Today).

al suelo. Se adapta bien y es una buena fuente de leña. En la India, la pulpa de la madera se utiliza para hacer papel. El árbol proporciona una sombra poco densa, útil para sistemas de intercultivo donde la luz solar intensa y directa puede dañar los cultivos; por último, pero no menos importante, *M. oleifera* constituye un buen árbol ornamental.

Un coagulante natural para el tratamiento de aguas

En el trópico, muchas personas utilizan los ríos como su principal fuente de agua. El agua de los ríos puede estar turbia y muy contaminada, sobre todo durante la estación lluviosa, cuando se remueven los sedimentos fluviales y quedan en suspensión, junto con las aguas de escorrentía de los campos y otras superficies que transportan materiales sólidos, bacterias y otros micro-organismos.

Es esencial que los procesos de purificación eliminen la mayor cantidad posible de este material suspendido, antes de que el agua pase a la etapa de desinfección. Para eliminar el material sólido se utilizan coagulantes, que se agregan al agua sin tratar; generalmente son productos químicos como el sulfato de aluminio (alumbre) o polielectrolitos sintéticos. En los países en vías de desarrollo estos productos suelen ser importados, lo que implica un gran desembolso de divisas.

Desde hace muchos años los investigadores han estado examinando el potencial de la semilla de *M. oleifera* en el tratamiento de aguas, mediante la recolección de muestras provenientes de recipientes para almacenamiento de agua, tratados con semilla de moringa triturada para una mejor sedimentación. Sus hallazgos muestran que la semilla de *M. oleifera* triturada, un coagulante natural, podría ser una alternativa viable para reemplazar parcial o completamente el alumbre y los demás productos químicos utilizados en el tratamiento de aguas.

El proceso de preparación de la semilla es simple. Las vainas se dejan secar en forma natural en el árbol; cuando se cosechan, las semillas se desvainan fácilmente y se trituran y tamizan utilizando las técnicas tradicionales para producir harina de maíz. El polvo de la semilla bien triturada, al mezclarse con el agua, produce proteínas solubles con una carga neta positiva. Las dosis de

soluciones (por lo general del 1-3%) actúan como un polielectrolito catiónico durante el tratamiento (Sutherland *et al.*, 1990)

En los países en vías de desarrollo, las tecnologías para el tratamiento de aguas deben ser sólidas, baratas y lo menos complicadas posible. Con esta filosofía en mente se diseñó un tratamiento prototipo para la purificación de agua de río. La planta se instaló en los terrenos del Taller de Tratamiento de Agua de Thyolo, en la Región Nsanje, en Malawi, una planta de tratamiento controlada por el Ministerio de Obras y el Departamento de Aguas del Gobierno de Malawi. El sistema piloto fue puesto en servicio en 1992, durante la estación lluviosa; en ese momento, los niveles de contaminación del agua del río excedían los 400 NTU. (Las Unidades Nefelométricas de Turbiedad utilizadas para medir la contaminación son una medida óptica de la cantidad de material suspendido; en la guía de la Organización Mundial de la Salud, el valor del agua potable en los países en desarrollo es de 5 NTU)

En la planta piloto, la eliminación de sólidos fue superior al 90%, en forma consistente después de una etapa de floculación en una cama de grava y sedimentación plana de flujo horizontal. Una filtración posterior con arena de rápida gravedad dio una contaminación final del agua tratada bastante inferior a los 5 NTU. La dosis de *M. oleifera* utilizada en la planta piloto osciló de 75 a 250 mg/L⁻¹, dependiendo de la turbidez inicial del agua (Folkard *et al.*, 1993). También se pudo observar que, mientras el alumbre se desempeña bien como coagulante sólo en un ámbito restringido de niveles de pH, la moringa se desempeña bien independientemente del pH del agua. Esta es una ventaja más para los países en desarrollo, donde a menudo no es posible controlar en forma efectiva el pH previo a la coagulación.

Dos años más tarde, en Thyolo se pasó de la planta piloto a la planta principal para probar la solución de *M. oleifera* como coagulante a gran escala. La planta consta de clarificadores de contacto de flujo ascendente, seguidos de filtros de gravedad y cloración. La solución de alumbre, coagulante químico utilizado normalmente en la planta, se introduce en el flujo entrante de 60 cm³ por hora por medio de alimentación gravitacional simple. El desempeño del tratamiento de *M. oleifera* fue

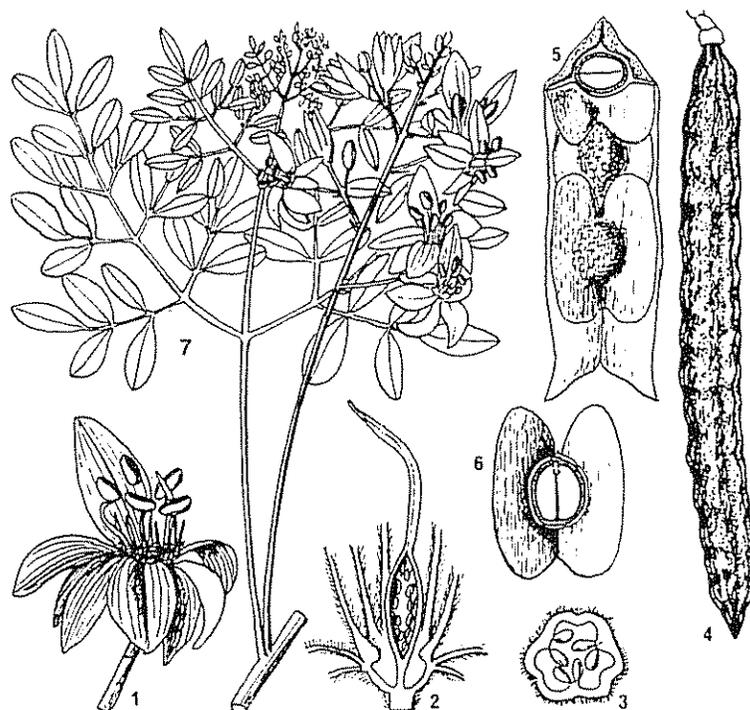
comparable con el alumbre. La turbidez en el acceso de 270-380 NTU se redujo constantemente a menos de 4 NTU. Esta fue la primera vez que la *M. oleifera* se utilizó en forma exitosa como coagulante principal en esta escala, con el agua tratada entrando al distribuidor (Sutherland *et al.*, 1995)

Pero no sólo el desempeño de la semilla pulverizada merece atención. El alumbre requerido para la planta Thyolo se importa de Sudáfrica y en 1993, el costo anual fue de Gbp 26.000 (aproximadamente \$52.000). La semilla de *M. oleifera* para estos ensayos a gran escala se compró a pobladores de la Región de Nsanje, en Malawi, interesados en moringa. El árbol es muy cultivado en el área, donde las hojas son muy apreciadas como fuente de vegetales verdes y frescos. Puede pensarse que si para limpiar agua se estableció y mantuvo una plantación de *M. oleifera*, la producción de aceite y pasta coagulante podría generar una ganancia operacional neta, a partir del tratamiento de aguas.

En el lago Havare, en Zimbabwe, se han hecho recientemente estudios de tratamientos enriquecidos con material orgánico y nutrientes. El lago alimenta la planta de tratamiento principal (Sutherland *et al.*, 1995). El agua contiene mucha materia orgánica ligera en suspensión causada por el crecimiento de algas y generalmente se mantiene un poco turbia durante el año. Por eso, el tratamiento requiere grandes cantidades de alumbre, que es el coagulante principal. El flóculo del alumbre se desborda de los clarificadores y puede hacer que el filtro se obstruya y genere gran cantidad de sedimentos; además es una fuente de contaminación cuando se descarga en los cuerpos de agua. El uso de *M. oleifera* combinado con bentonita de sodio como agente de contrapeso produjo una calidad de agua equivalente a la producida utilizando alumbre. El sedimento fue mucho más compacto y el producto, en vez de ser un agente contaminante, funciona como acondicionador y fertilizante de suelos.

Una fuente de productos

Además de la utilidad de la semilla en el tratamiento de aguas, las vainas de moringa son un importante producto comercial a lo largo de la India y se exportan frescas, refrigeradas y enlatadas a cualquier parte donde haya grandes comunidades hindúes.



- 1 Flores
- 2 Corte longitudinal de flor
- 3 Corte transversal ovario
- 4 Fruto
- 5 Porción del fruto abierto
- 6 Semillas
- 7 Detalle hojas

Reproducido de flora del este Africa Tropical y geiffus,F)

Detalles Botánicos de *Moringa oleifera*

Las hojas tienen cualidades nutritivas sobresalientes, que están entre las mejores de todos los vegetales perennes. El contenido de proteína es del 27%; además tienen cantidades significativas de calcio, hierro y fósforo, así como vitamina A y C. Este valor nutricional es particularmente importante en áreas donde la seguridad alimentaria se puede ver amenazada por periodos de sequía, pues las hojas de moringa pueden cosecharse durante las épocas secas, cuando no hay otros vegetales frescos disponibles.

La semilla de moringa tiene un 40% de aceite; el perfil de ácido graso del aceite indica un 73% de ácido oleico. Esto significa que el aceite de moringa tiene el mismo nivel de calidad - y por lo tanto podría tener el mismo valor de mercado - del aceite de oliva. Las pruebas de laboratorio realizadas en Leicester confirman que la pasta que queda después de la extracción del aceite contiene los ingredientes activos de efecto coagulante. De hecho, el coagulante puede considerarse un subproducto de la extracción del aceite. En Zimbawe, el Intermediate Technology Development Group (Grupo Intermedio de Desarrollo Tecnológico) ha introducido con éxito una tecnología adecuada para el proceso descentralizado y en

pequeña escala de aceites comestibles, en particular aceite de girasol. En 1995, Sunga y Whitby reportaron la evaluación reciente de 17 procesadoras de aceite. Este proyecto, que mostró que las procesadoras están obteniendo un retorno promedio del 51% sobre la inversión, con ganancias de un 21% sobre las ventas. Una procesadora promedio emplea 10 trabajadores permanentes y tres temporales y ya hay mercados para cultivos de semilla de aceite. Los autores del informe recomiendan hacer investigación sobre aceites comestibles alternativos como soya, algodón y moringa. Además, debe expandirse el mercado para la venta de la pasta y se deben abrir otros mercados.

Es claro que el gran potencial de este árbol como proveedor de valiosos productos aún no ha sido completamente explotado en los trópicos. En el sur de Nigeria, el árbol de moringa se conoce como idagba manoye, lo que literalmente significa "creciendo sin sentido" (Folkard y Sutherland, 1994). Esperemos que en el futuro, el buen sentido prevalezca y que se reconozca y utilice todo el potencial del árbol y sus productos.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

FOLKARD, G K.; SUTHERLAND, J.P 1994 *Moringa oleifera* a multipurpose tree. Footsteps 20:14-15.

FOLKARD, G K.; SUTHERLAND, J.P; GRANT, W.D. 1993. Natural coagulants at pilot scale. In Pickford J., ed. Water, environment and management: WEDC Conference (18, 1992, Kathmandu Nepal). Proceedings Loughborough, G B., Loughborough University Press. p 51-54

JAHN, S.A.A 1981 Traditional water purification in tropical developing countries- existing methods and potential applications. Eschborn, Alemania, GTZ Manual N° 117 s p

JAHN, S.A.A 1986 Proper use of African natural coagulants for rural water supplies. Eschborn, Alemania, GTZ Manual N° 191 s p

JAHN, S.A.A. 1988. Using moringa seeds as a coagulant in developing countries. Journal American Waterworks Association (EE UU) 80:43-50.

MORTON, J.F. 1991 The horseradish tree *Moringa pterygosperma* a boon to arid lands? Economic Botany (EE.UU.) (45) 3: 318-333

RAM, J 1994. Moringa -a highly nutritious vegetable source. TRAIDES Technical Bulletin N° 2. s.p.

SUNGA, J; WHITBY, G. 1995. Decentralized edible oil milling: an evaluation report. May 1995. Rugby, G.B.: ITDG s p.

SUTHERLAND, J.P. 1993 Oil and coagulant extraction from *M. oleifera* seed. Draft report to the ODA, London, G B , s n. s p.

SUTHERLAND, J.P; FOLKARD, G.K.; AL KHALILI, R. 1995. Preliminary investigations of alternative coagulant/flocculant dosing regimes to treat the Morton Jaffray source water. Report to Construction Associates. s n t s.p.

SUTHERLAND, J.P.; FOLKARD, G.K.; GRANT, W.D. 1990 Natural coagulants for appropriate water treatment -a novel approach. Waterlines 8(4):30-32

VIETMEYOR, N 1992 Fruits of the future moringa (draft) Washington, D C , EE.UU. National Academy of Sciences s p

Investigaciones en progreso

Además del proyecto financiado por la ODA en el que participan las universidades de Leicester, Edimburgo y Malawi, en el que se están estudiando las propiedades de *Moringa oleifera* y su aplicación a la tecnología de tratamiento de aguas, se ha iniciado un segundo proyecto. Este proyecto, de cuatro años, financiado por la Unión Europea, ha reunido un amplio espectro de disciplinas e instituciones para analizar diversos aspectos del potencial tanto de *Moringa oleifera* como de *M. stenopetala*. El Instituto de Investigación Forestal de Kenya está trabajando con dos especies en ensayos de plantaciones, para determinar su productividad potencial y su valor en agroforestería. El Instituto de Educación Tecnológica de Atenas, Grecia, está estudiando el aceite de *Moringa oleifera* y *M. stenopetala*. Los departamentos de Ingeniería y Microbiología de la Universidad de Leicester en el Reino Unido mantienen sus estudios sobre el uso de semillas de *M. oleifera* como coagulante para el tratamiento de aguas y de aguas de desecho y finalmente, el Instituto de Química y Biología del Centro de Investigación Federal, en Alemania, está estudiando las proteínas floculantes de *M. oleifera* y *M. stenopetala*.

Reconocimiento

Los autores agradecen el continuo apoyo financiero de la Administración para el Desarrollo Exterior del Gobierno del Reino Unido y el apoyo adicional proporcionado por la Unión Europea.

Enriquecimiento de cacaotales con especies maderables

Eduardo Somarriba¹
Gustavo Calvo²

Los precios internacionales del cacao (*Theobroma cacao* L.) sufren grandes variaciones. En 1978 alcanzaron su máximo valor, pero luego descendieron bruscamente y se mantuvieron por debajo de 1 US \$/ kg durante casi 10 años. En Costa Rica, para muchas plantaciones este precio era demasiado bajo. Para agravar la situación, la caída de los precios vino acompañada de la aparición del hongo *Moniliophthora roreri* (monilia), que produjo pérdidas casi totales en las cosechas de los años siguientes. Muchos productores dejaron de manejar sus cacaotales y se dedicaron a cosechar los árboles maderables de laurel (*Cordia alliodora*) y cedro amargo (*Cedrela odorata*) utilizados como sombra, mientras buscaban otras alternativas de producción.

En la planicie costera del sur de Costa Rica y en el Atlántico norte de Panamá muchos cacaotales fueron convertidos en plantaciones de plátano o banano, en potreros o fueron urbanizados con fines turísticos. Otros permanecen abandonados hasta la fecha. En zonas remotas y montañosas, donde las alternativas de producción agrícola son escasas, los productores mantienen sus cacaotales con un bajo nivel de manejo y producción. Estos cacaotales tradicionales se caracterizan por la presencia de una sombra de regeneración natural multi-estratificada, de escaso valor comercial (ya se han cosechado la mayoría de las especies maderables valiosas), muchas veces excesiva y prácticamente inmanejable por la gran altura y dimensiones de los árboles. La transformación de este dosel de sombra improductivo e inmanejable en otro productivo y regulado, mediante la introducción de especies maderables valiosas y de rápido crecimiento, es una alternativa barata, compatible con la producción de cacao y que permite valorizar la tierra a mediano plazo. La madera es un producto atractivo porque los precios están subiendo.

Durante ocho años, en cinco fincas de Changuinola, Panamá, se ha estudiado la transformación del cacaotal con sombra tradicional en un cacaotal con sombra maderable mono-específica. Se evaluaron tres especies maderables (*Cordia alliodora*, *Terminalia ivorensis* y roble de sabana, *Tabebuia rosea*) y una leguminosa de sombra (*Inga edulis*)

¹ Profesor Investigador Asociado, CATIE, Turrialba E-mail: esomarri@catie.ac.cr

² Economista, Proyecto Agroforestal CATIE-GTZ E-mail: gcalvo@catie.ac.cr

como testigo del finquero. A continuación se presentan recomendaciones prácticas para introducir laurel y roble de sabana en cacaotales tradicionales. *Terminalia ivorensis* crece en forma excelente pero sufre mucha mortalidad (100% en varios sitios), por lo que no se recomienda utilizarla en forma generalizada. La mortalidad promedio del laurel es del 20% y la del roble de sabana, inferior al 10%.

La transformación de la sombra original puede tomar tres años en las condiciones del trópico húmedo y con

suelos de mediana fertilidad (aptos para la producción de cacao). Para lograrla, es especialmente importante asegurar la sobrevivencia y el rápido crecimiento en altura de los árboles introducidos (Fig. 1). Una especie exitosa es aquella que en dos años tiene la mayoría de sus árboles por encima del dosel de cacao. Otros criterios de éxito son la producción temprana y en cantidades adecuadas de sombra para el cacao y la producción temprana y abundante de madera valiosa (Fig. 1).

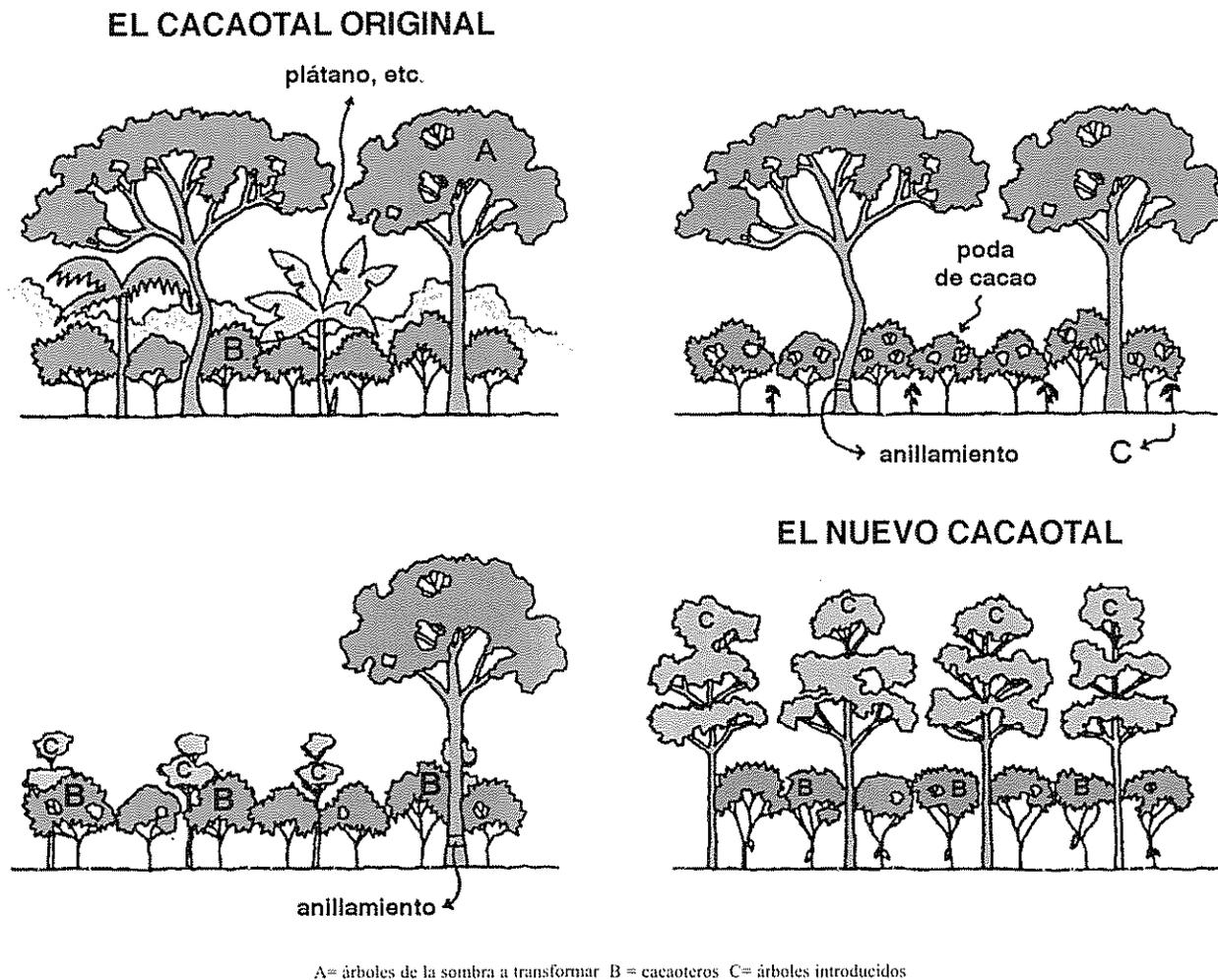


Figura 1. Proceso de conversión de sombra en un cacaotal establecido.

¿Cuántos árboles maderables por hectárea? Para responder esta pregunta es necesario contestar otras: ¿Cuánta sombra tolera el cacao sin afectar desfavorablemente su producción? ¿Cuántos árboles se quiere cosechar al final del turno? ¿Cuál es el diámetro de copa máximo en un árbol adulto de la especie que se va

a introducir? ¿Cuántos árboles/ha se consideran adecuados como cosecha final en condiciones de plantación pura de la especie? ¿Cuán densa o abierta es la copa y el follaje de esa especie? ¿Cuál es la mortalidad esperada de la especie en las condiciones de los cacaotales? ¿Cuál es la fertilidad natural del suelo?

¿Fertiliza el cacao?

Algunas reglas generales Los cacaotales adultos no requieren mucha sombra (por lo general se recomienda mantener < 40%); si las copas de los maderables son anchas y de follaje denso, se debe pensar en pocos árboles por hectárea; si la fertilidad es baja y los agricultores no fertilizan, entonces se requiere un nivel de sombra mayor que si se tratara de un cacaotal fertilizado y con buen manejo; si la mortalidad esperada es alta, hay que plantar más árboles.

Desarrollemos un ejemplo como ilustración. Supongamos que el cacao tolera un nivel máximo de



Cacaotales tradicionales con exceso de sombra y árboles de regeneración natural poco valiosos y de difícil manejo (Foto E. Somarriba)

sombra del 50%; esto significa que, en una hectárea, el dosel de sombra debe “tapar” un máximo de 5000 m². Trabajamos con una especie maderable cuyos árboles adultos, en condiciones de libre crecimiento o a muy bajas poblaciones, desarrollan copas de unos 11 m de diámetro; la proyección de la copa de cada árbol cubre aproximadamente 100 m². Muchos árboles no tienen copas completamente “cerradas” (opacas), pero

suponemos copas circulares y totalmente opacas para simplificar el ejercicio. Si estimamos que las ramas y el follaje “tapan” solamente la mitad (50%) del área de las copas, entonces cada árbol cubre 50 m². Si cada árbol “tapa” 50 m², podemos pensar en 5000 / 50 = 100 árboles/ha, sin entrar en conflicto con los límites permisibles para el cacao. Un dato de la silvicultura de la especie indica que al momento de la corta de una plantación pura se deben cosechar 200 árboles/ha, lo que refuerza nuestro cálculo, porque es de esperar que si las utilizamos como sombra para el cacao, las poblaciones finales deben reducirse para ajustarse a los requerimientos impuestos por el cultivo asociado. La población final en plantación pura es un punto de referencia importante para estimar la población deseada como sombra en un cacaotal.

Los árboles adultos de laurel y roble de sabana que crecen en poblaciones bajas, pueden desarrollar copas de unos 12 m de diámetro; las copas de terminalia pueden llegar a los 20 m. Las copas de laurel son más abiertas (dejan pasar más luz) que las de roble de sabana; las de terminalia son más cerradas. El roble pierde las hojas entre enero y marzo, el laurel, entre febrero y junio. Tentativamente se puede pensar en poblaciones finales de unos 100 árboles/ha si se enriquece con laurel, de 80-90 si se hace con roble de sabana y de 40-60 si es con terminalia.

Una vez decidida la población, es conveniente espaciar los árboles en múltiplos del espaciamiento de los cacaoteros para evitar que los sitios de plantación de los maderables y de los árboles de cacao coincidan. Por ejemplo, con el cacao plantado a 3.5 x 3.5 m, los sitios de plantación de los árboles se pueden marcar a 14 x 7 m (102 árboles/ha). En estas decisiones es posible tener algo de flexibilidad. Para compensar la mortalidad natural durante el primer año, se plantan dos árboles por sitio de plantación, separados por un metro, para dejar el mejor al final del primer año. Se recomienda raleo temprano para evitar la reticencia posterior a eliminar árboles medianos no comercializables. **Hay que asegurar población y calidad: cada árbol remanente debe tener buen vigor y buena forma.** Hay que hacer provisiones para resiembra durante los primeros seis meses después de la plantación. Se pueden utilizar plantas de vivero, en bolsas (roble de sabana), o

seudoestacas (laurel). Si se usan pseudoestacas, hay que deshijar una vez, seis meses después de la siembra. Se debe dejar un solo brote por estaca: el más vigoroso, recto y sano.

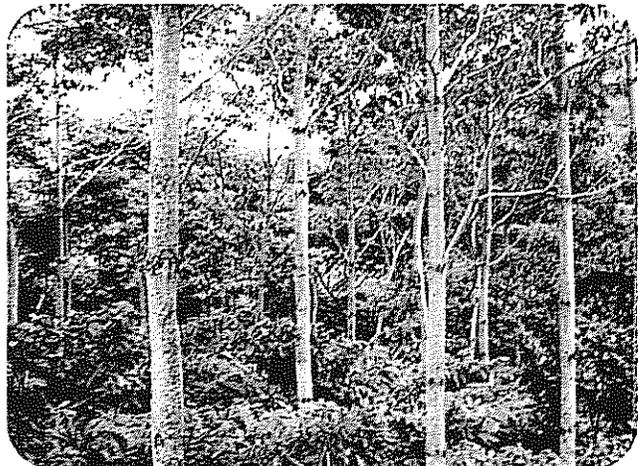
Unos dos meses antes de empezar a plantar los maderables se ralea el dosel original de sombra. Se anillan los árboles grandes (a veces se combina con el envenenamiento de especies recalcitrantes) y se cortan los pequeños. La eliminación de los árboles debe ser gradual, para evitar la exposición súbita e intensa de los cacaoteros a la radiación solar directa. Se recomienda hacerlo en dos o tres pasos, en un lapso no mayor de cuatro años.

Normalmente la maleza se elimina antes de la cosecha principal de cacao. Los árboles se siembran después del control de malezas, para abaratar el establecimiento. Al final de la cosecha, los árboles de cacao que están encima de los sitios de siembra de los árboles se podan fuertemente. Esto permite la entrada de luz y estimula el crecimiento en altura de los maderables. Se recomienda podar el cacao y controlar la maleza por lo menos otras dos veces al año, durante los primeros dos años de la plantación. Las podas y los controles de malezas se concentran en los sitios de plantación de los árboles para ahorrar tiempo y dinero.

A veces los finqueros no eliminan todos los árboles de la sombra original, porque algunos tienen valor maderable, medicinal, melífero, ornamental, religioso, etc. Recientemente, ha surgido el interés por mantener un dosel de sombra botánicamente diverso que favorezca la vida silvestre, la regulación hídrica, la fijación de carbono atmosférico y que ofrezca una transición gradual entre las áreas protegidas (parques nacionales, reservas biológicas, etc.) y las tierras agrícolas. Si vamos a diseñar la sombra del cacaotal con todos estos objetivos en mente, hay que pensar en diferentes poblaciones de árboles maderables; la eliminación de la sombra original debe hacerse en otra forma y hay que pensar en horizontes de tiempo más largos para alcanzar los objetivos. La agroforestería ofrece una buena plataforma para diseñar cacaotales diversificados.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- HERNÁNDEZ, I.; PLATEN, H. von 1995. Maderables como alternativa para la sustitución de sombra en cacaotales establecidos. La economía. CATIE, Serie Técnica Informe Técnico # 259. 30 p.
- LUDEWIGS, I. 1997. Estabilidad y riesgo en sistemas agroforestales cacao-laurel-plátano (CLP). Tesis Mag. Sc., CATIE, Turrialba, Costa Rica. 70 p.
- SOMARRIBA, E.; BEER, J. 1994. Maderables como alternativa para la sustitución de sombra en cacaotales establecidos. El concepto. CATIE, Serie Técnica Informe Técnico # 238. 34 p.
- SOMARRIBA, E.; DOMÍNGUEZ, L. 1994. Maderables como alternativa para la sustitución de sombra en cacaotales establecidos. Manejo y crecimiento. CATIE, Serie Técnica Informe Técnico # 240. 94 p.
- VALDIVIESO, R. 1997. Crecimiento de laurel (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pavon) Oken) como componente maderable de sistemas agroforestales en Talamanca, Costa Rica y Changuinola, Panamá. Tesis Mag. Sc., CATIE, Turrialba, Costa Rica. 70 p.



Cacaotales con sombra transformada, regulada y de valor maderable *Cordia alliodora* en Changuinola, Panamá (Foto E. Somarriba)

¿Cómo hacerlo?

Algunas recomendaciones para la colección de germoplasma arbóreo

Ian Dawson¹
James Were²
Carmen Sotelo³
John C. Weber⁴

La domesticación de las especies arbóreas es muy importante, porque a diferencia de lo que sucede con los cultivos, una gran cantidad de ellas persisten en forma silvestre o semi-doméstica y la domesticación permite un uso más adecuado de esas especies. En la domesticación participativa los agricultores trabajan junto a los investigadores en la identificación, colección, evaluación, selección, manejo y multiplicación del germoplasma.

Hay muchas razones para la colección de germoplasma de árboles; una de ellas es la necesidad inmediata de semillas para productores, investigadores, extensionistas u otros usuarios. Por otra parte, con la tasa de deforestación acelerada que se produce en los trópicos, muchas especies de árboles - con su respectivo valor genético - podrían desaparecer y una colección permite conservar su germoplasma para estudio y uso futuro. Además, el germoplasma puede colectarse para programas de mejoramiento genético. Las colecciones ofrecen la base de la variación genética de las especies requerida para la selección y mejoramiento futuros. Como muchos árboles tropicales no están domesticados, las mejores fuentes de germoplasma son las poblaciones nativas.

Hay muchas estrategias para la colección de germoplasma; escoger la correcta en cada caso depende del propósito de la colección, de la biología de la especie y de la habilidad para seleccionar árboles con las características deseadas durante el muestreo. Para formar las colecciones se toman muestras del germoplasma genéticamente representativo de la población. Esto se conoce como "muestreo sistemático" e implica la colección de las semillas (u otra forma de germoplasma) de muchos árboles en una población individual. Esta es la estrategia utilizada por las instituciones nacionales, las comunidades agrícolas y el ICRAF para colectar semillas de *Calycophyllum spruceanum* y *Guazuma crinita* en la selva baja peruana (ICRAF, 1996). Se colectaron varias procedencias por cada especie, para disponer de un germoplasma que represente los ámbitos geográficos de las dos especies.

En algunas especies es posible hacer una selección fenotípica de árboles en poblaciones. Para que la selección resulte útil, las características más importantes de la especie deben tener una alta heredabilidad; por lo tanto, al momento del muestreo

¹ Especialista en germoplasma, ICRAF, P.O. Box 30677, Nairobi, Kenia. E-mail: i.dawson@cgnet.com

² Especialista en fisiología de semillas, ICRAF, P.O. Box 30677, Nairobi, Kenia. E-mail: j.were@cgnet.com

³ Forestal, ICRAF, INIA-PNIACT, Pucallpa, Perú. E-mail: c.sotelo@cgnet.com

⁴ Genetista forestal, ICRAF, INIA-PNIACT, Carretera Federico Basadre km 4.200, Pucallpa, Perú. E-mail: j.weber@cgnet.com

deben seleccionarse los árboles superiores. Esta estrategia se llama "colección específica" y aumenta la posibilidad de capturar material superior para programas de mejoramiento; fue el procedimiento que usaron los agricultores e investigadores para coleccionar *Bactris gasipaes* en Perú y *Sterocarya birrea* y *Uapaca kirkiana* en el sur de África (ICRAF, 1997). En todos los casos los investigadores coleccionaron semillas de los árboles que los

agricultores identificaron como productores de frutos con características superiores. Para *S. birrea* y *U. kirkiana*, el equipo de colección hizo un muestreo sistemático de semillas de árboles de varias procedencias con el fin de comparar la progenie de los dos tipos de muestreo (específico versus sistemático) en pruebas de campo y determinar si la selección fenotípica durante la colección había sido eficiente.

Glosario de términos usados en colecciones de germoplasma

Alogamia: producción de progenie por la transferencia de polen entre individuos (fecundación cruzada). Produce altos niveles de heterocigosis en las poblaciones. Muchos árboles utilizan este mecanismo.

Base genética: cantidad de variación genética en una especie o población. Maximizando la base genética muestreada durante la colección se puede prevenir la depresión por consanguinidad en futuras generaciones.

Depresión por consanguinidad: disminución en el vigor de una especie como resultado de la caída de los niveles de heterocigosis a un locus individual. Puede ocurrir en las especies que son preferentemente alogámicas, cuando la base genética es muy reducida.

Exótico: árbol que crece fuera de su hábitat nativo, normalmente como resultado de haber sido transplantado por el hombre. Estas poblaciones a menudo tienen una base genética reducida.

Germoplasma: material genético para multiplicar árboles; puede ser semilla, polen, propágulos vegetativos u otro material.

Heredabilidad: es la proporción de la variación total de una característica debida a factores genéticos. Si la característica no es altamente heredable, la mayor variación puede ocurrir por factores ambientales y la selección fenotípica durante la colección no tiene utilidad.

Simbiosis: efecto de la asociación entre dos organismos en la cual ambos resultan beneficiados; por ejemplo, bacteria u hongo y árbol.

Muestreo sistemático: colección de semillas de muchos árboles seleccionados al azar, pero con un buen distanciamiento, en la población individual de una especie. Proporciona muestras representativas de la población y la más amplia base genética posible.

Muestreo vegetativo: colección de materiales tales como cortes de tallos y raíces de una especie. No hay cambio genético.

Población: grupo de individuos de la misma especie que por lo general crecen en el mismo lugar y que se entrecruzan entre ellos; pueden pertenecer a diversas líneas.

Procedencia: grupo de árboles de una determinada área geográfica. No indica origen genético.

Selección fenotípica: elección de individuos hecha con base en su apariencia física, que puede o no reflejar su constitución genética, dependiendo de la heredabilidad de las características. También se conoce como colección específica.

Semilla ortodoxa: semilla que puede mantenerse viable por largos períodos de tiempo, si se procesa y almacena adecuadamente.

Semilla recalcitrante: la que pierde su viabilidad en poco tiempo, aún bajo condiciones adecuadas.

Viabilidad de la semilla: proporción de semillas que pueden producir plantas de buena calidad. A menudo se estima probando sus niveles de germinación.

En algunas ocasiones los colectores pueden hacer una "colección específica" por muestreo de tejido vegetativo. Este procedimiento puede ser útil para las colecciones de árboles superiores de especies frutales con semillas recalcitrantes, especies en peligro de extinción o en el caso de que los árboles seleccionados no produzcan

semilla durante el muestreo. Sin embargo, a pesar de que algunas veces el germoplasma se colecciona en forma específica, este procedimiento sólo se recomienda en casos muy especiales, porque tiene una desventaja potencial: puede llevar a una reducción de la base genética de las poblaciones coleccionadas, con problemas

potenciales de plagas y enfermedades y la disminución de la producción en el futuro. Es muy importante mantener la base genética en los terrenos de los agricultores, sobre todo si están seleccionando y multiplicando árboles en ellos.

En primera instancia se recomienda el muestreo sistemático de semilla. A continuación se ofrecen algunas recomendaciones generales para este tipo de colecta en una población individual, agrupadas como "pasos apropiados" para antes, durante y después de la colección. A pesar de que algunos de esos pasos cambian si el muestreo específico es de semilla o tejido vegetativo, muchas consideraciones son las mismas. Para mayores detalles sobre colección de germoplasma de árboles, ver FAO (1995).

Antes de la colección

1. Definir con qué propósito se colectará el germoplasma.
2. Averiguar si el germoplasma adecuado y bien documentado está disponible en otras fuentes. Informar sobre los planes de colección, para evitar la duplicidad de esfuerzos en las mismas áreas.
3. Desarrollar una estrategia de colección para determinar:
 - **Dónde:** averiguar en qué áreas geográficas y ecológicas crece la especie y dónde puede colectarse (búsqueda de literatura, herbarios, experiencias de exploración)
 - **Cuándo:** decidir cuál es la mejor época para la colección. Esto puede requerir una visita previa al lugar para averiguar cuándo madura la semilla. A menudo las muestras de plantas brindan información sobre las fechas de producción de frutos y la recolección. Se debe tener en cuenta que los árboles suelen tener semilla una vez al año y que el período de producción de semilla puede variar entre años y regiones. Para especies con una temporada de producción de fruto prolongada, se deberían realizar varias colectas, para abarcar el ámbito de variación fenológica en la colección y no tener sólo semillas de árboles de fructificación temprana.
 - **Cómo:** estimar la cantidad de semilla requerida, para determinar la estrategia de muestreo

apropiada. Además, decidir si las semillas de árboles individuales deben mantenerse separadas o mezclarse para formar una sola muestra de la población. A veces para pruebas de investigación, se necesitan las colecciones de árboles individuales, mientras que en otros casos es suficiente con una colección a granel de toda la población. Si el material se colecta para distribuirlo enseguida entre los agricultores u otros usuarios, es más fácil manejar una colección a granel.

4. Identificar los requerimientos de manejo para la semilla de la especie y el tratamiento que debe dársele para asegurar una viabilidad máxima. Si la semilla es ortodoxa, se deben conocer las condiciones adecuadas de almacenamiento y determinar el período de viabilidad; si es recalcitrante, hay que determinar el manejo y la preparación requerida para sembrarla inmediatamente después de la recolección.



Existen muchas estrategias para la colección de germoplasma. En el caso del pijuayo (*Bactris gasipaes*) se realizó una "Colección específica" aumentando la capacidad de seleccionar material superior (Foto: J. Weber)

5. Asegurar que el equipo necesario para la recolección esté disponible. Es posible que se necesiten herramientas especiales, como serruchos de poda y equipo para trepar árboles o bolsas de tejido y no de plástico para la colecta, pues permiten la aireación.
6. Obtener los permisos necesarios. Si la recolección se realiza en tierras comunales o privadas, es necesario contar con una autorización del jefe de la comunidad o del propietario de la tierra. Para colectas o cosechas a gran escala se debe tener un permiso de las autoridades correspondientes. Si la colección se realiza en otro país, se debe contar con los respectivos permisos de exportación del país fuente e importación del país de destino.

Durante la colección

7. Hay que contar con una estrategia de muestreo para asegurar que este sea representativo de la población. Para eso, hay que tener en cuenta los siguientes lineamientos:
 - **Selección y número de árboles muestreados:** colecte semillas de por lo menos 30 árboles y si es posible, de más. No se debe usar la selección por criterio, aunque normalmente sólo se seleccionan los árboles que producen cantidades razonables de semilla.
 - **Colección de frutos:** en cada árbol recolecte semillas de diferentes puntos de la copa, especialmente si la especie es polinizada por insectos, porque los polinizadores individuales que llevan polen de diferentes patrones potenciales pueden haber visitado sólo parte de la copa y las semillas de diferentes puntos pueden ser genéticamente diferentes. Si no es posible coleccionar directamente de la copa, pueden recogerse las semillas y frutas que han caído naturalmente del árbol y se encuentran en el piso.
 - **Distanciamiento:** mantenga una distancia razonable entre los árboles muestreados, para reducir la probabilidad de coleccionar individuos con una estrecha relación genética. Lo ideal es que haya por lo menos 50m de distancia entre ellos.
 - **Mezcla de semillas:** si las semillas de los árboles muestreados se van a mezclar durante la colecta, cada árbol debería contribuir con la misma cantidad de semillas. No obstante, vale la pena mantener las muestras de árboles individuales separadas y hacer la mezcla al final, en proporciones iguales.
- **Enfoque pragmático:** estas guías o recomendaciones representan criterios ideales para un muestreo de población, pero en el campo hay que ser pragmático y realista.
8. Se debe asegurar, dentro de lo posible, que la semilla colectada esté fisiológicamente madura, pues de lo contrario la viabilidad podría ser muy baja.
9. No coleccionar demasiada semilla de una población en donde esté amenazada la supervivencia por regeneración natural.
10. En el caso de especies de árboles con simbiosis, tome muestras de suelo y de raíz durante la colección de semilla; esto es especialmente importante en el caso de las leguminosas que fijan nitrógeno atmosférico y que contienen *Rhizobium* o *Bradyrhizobium* en los nódulos de la raíz.
11. Documente el trabajo; asegúrese de guardar registros exactos y precisos durante la colecta. Se debe llenar una ficha de colección diseñada de antemano y que contenga, como mínimo, la siguiente información:
 - nombre de la especie
 - fecha de recolección
 - nombre de los colectores
 - localización del sitio; se debe incluir el nombre de la comunidad o poblado e indicaciones para ubicarlo (si es posible, consignar latitud y longitud de acuerdo con el mapa o con un Sistema de Información Geográfica)
 - número de árboles colectados en cada lugar
 - promedio aproximado de distancia entre árboles
 - identificador de cada muestra colectada (normalmente el número que se usará para etiquetar la semilla durante y después de la recolección).

Otra información que podría recogerse para la investigación y conservación de las colecciones es la siguiente:

- altitud, tipo de suelo, profundidad del nivel freático
- características morfológicas de los árboles en la población
- densidad de árboles en los rodales colectados
- estado de la población (natural, naturalizada o plantada)
- abundancia de la especie en el área
- tipo de vegetación (primaria o secundaria)
- especies asociadas
- intervención humana (si la hay)
- nombre local de la especie
- usos locales
- madurez de la semilla colectada
- presencia de plagas o enfermedades
- nombres de guías locales

Después de la colección

12. Asegurar que la semilla se procese correctamente y se almacene en forma óptima para garantizar su viabilidad hasta que se soliciten para la siembra. Normalmente se prueba la viabilidad de la semilla antes de almacenarla.

13. Hacer un archivo de la colección y distribuirlo entre las personas involucradas en la colección o interesadas en ella. Ese archivo debe incluir la siguiente información:

- objetivos de la colección
- metodología utilizada
- documentación recabada
- recomendaciones para el seguimiento del trabajo

14. En el caso de colecciones grandes, se recomienda duplicar el germoplasma en otros sitios de almacenaje por razones de seguridad.

El uso de la estrategia descrita permitirá contar con colecciones de germoplasma representativas de la población y con una amplia base genética, lo que es muy

importante en el caso de los árboles, porque la mayoría de las especies arbóreas son de fecundación preferentemente cruzada. Así se evitará la depresión por consanguinidad en las generaciones futuras, cuando el germoplasma sea distribuido a los usuarios. Además, los árboles tendrán una mayor capacidad de adaptación a los cambios de requerimientos en los sistemas agroforestales determinados tanto por el usuario como por las variaciones en las condiciones del medio ambiente.

REFERENCIAS

FAO, Forestry Resources Division, Forestry Department. 1995. Collecting woody perennials. Pp 485-509. En Guarino, L., V. Ramanatha y R. Reid (eds.) Collecting Plant Genetic Diversity: Technical Guidelines. CAB International, Wallingford, UK.

ICRAF. 1996. Annual Report 1996. International Center for Research in Agroforestry, Nairobi, Kenya.

ICRAF. 1997. Annual Report 1997. International Center for Research in Agroforestry, Nairobi, Kenya.



Colecta de frutos de Bolaina blanca (*Guazuma crinita*) especie pionera de bosques secundarios de la Amazonia Peruana, produce buena madera para aserrío entre 5-8 años. Utilizada para revestimiento de exteriores y construcción rural (Foto J. Weber).

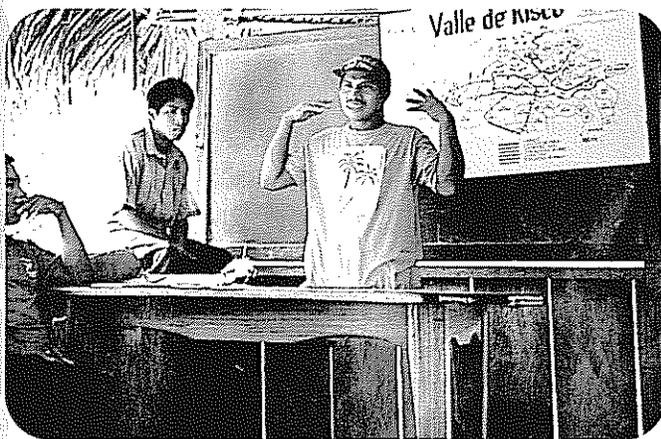
Capacitación agroforestal productor a productor: experiencias con grupos indígenas

El uso de árboles y cultivos en el mismo sitio no es nuevo en Latinoamérica, pero sí la investigación y el desarrollo de los sistemas agroforestales. Después del proceso de investigación debe haber una etapa de transferencia de tecnología a los productores. Evidentemente en cada región o país la forma, los componentes, las estrategias y las condiciones de la transferencia tienen sus propias particularidades. Sin embargo, en la mayoría de los casos, este proceso se ha dado de técnicos a productores. La capacitación productor a productor es poco frecuente y aún es menos común entre grupos indígenas de diferentes países.

Esta nota pretende, por un lado, destacar el proceso que han llevado a cabo grupos indígenas cabécares y bribris de Talamanca, Costa Rica y Ngöbe del Valle Riscó en Changuimola, Panamá y por otro, mostrar una forma de capacitación horizontal que día a día toma mayor fuerza. Los indígenas de Panamá y Costa Rica comparten una cosmovisión, ciertos valores y las formas de uso de la tierra, pero tienen diferentes grados de desarrollo, tanto en su organización como en sus perspectivas del manejo de la finca. Mediante el auspicio del Proyecto Agroforestal CATIE-GTZ, estos grupos se reunieron durante dos días en Valle Riscó para compartir y analizar sus experiencias, éxitos, fracasos, problemas y planes, bajo un enfoque agroforestal.

Los Ngöbe, que tienen una excelente organización, han podido consolidar diferentes comités (salud, ordenamiento territorial, transporte, damas, etc.) liderados por la Asociación Agroforestal, que ha sabido mantener la identidad cultural de la comunidad, enfocándola hacia el reconocimiento y uso adecuado de los recursos naturales locales; por ejemplo, el uso de penca (*Arecácea*) en la construcción de techos y de pita (*Acchimea magdalenae*) para la artesanía. Los indios Ngöbe les mostraron a los bribris y cabécares la importancia del trabajo organizado.

Uno de los puntos fuertes de su Asociación ha sido el establecimiento de días de trabajo comunal durante los cuales los socios reciben la ayuda de los otros miembros de la comunidad en su finca. Entre todos eliminan malezas, podan el cacao, siembran los cultivos y plantan maderables. Pero aquí no termina la importancia del trabajo comunal; este mecanismo



Lider Ngöbe en la comunidad del Valle Riscó en Panamá explica a grupos indígenas Bribries y Cabecares de Costa Rica el proceso de desarrollo agroforestal de su comunidad (Foto R. Lok)

permite además la integración de los habitantes, promueve la solidaridad, ofrece un ámbito para discutir los problemas comunales, fomenta la camaradería y brinda espacio para una convivencia armoniosa.

Mediante su organización han logrado construir una casa agroforestal donde los miembros de la comunidad reciben charlas sobre: ecología, organización femenina, nutrición, agroforestería (viveros de

maderables de regeneración natural, plantación de maderables en el cacao, podas de cacao, siembra de plantas útiles para la comunidad), las que se complementan con visitas y prácticas en la finca demostrativa.

Los cabécares y los bribris, pese a no estar tan organizados en el ámbito de la comunidad, mostraron un alto nivel de organización regional, que les posibilita solucionar muchos de sus problemas y un mayor nivel de inserción en cuanto al mercadeo de sus productos.

Los asistentes se mostraron sumamente complacidos con el evento y expresaron su interés en fomentar este tipo de experiencias.



TROPICAL
FORESTRY
PAPERS

36

Cordia alliodora

Genética y Mejoramiento de Árboles



Edición de D.H. Boshier y A.T. Lamb

OXFORD FORESTRY INSTITUTE
DEPARTMENT OF PLANT SCIENCE
UNIVERSITY OF OXFORD



Cordia alliodora: genética y mejoramiento de árboles. Editado por: D.H. Boshier y A.T. Lamb, Tropical Forestry Papers 36, Oxford Forestry Institute, 100 pp. 1997

En esta publicación se presentan los principales resultados de las investigaciones realizadas por el Departamento para el Desarrollo Internacional del Reino Unido

(antes ODA), que fueron implementados junto con el CATIE. El objetivo del libro es diseminar información confiable y científicamente comprobada para **mejoradores forestales y técnicos no especializados que trabajen en mejoramiento genético o en áreas relacionadas con la producción de semilla y la propagación vegetativa de *C. alliodora*.**

El libro consta de ocho capítulos y tres apéndices. Después de una *Introducción* (cap. 1) al tema y de un capítulo sobre *Descripción general, distribución natural y hábitats* de la especie (cap. 2, Boshier & Lamb), se exponen las bases cruciales para los programas de mejoramiento genético, es decir, la *Biología reproductiva* de *C. alliodora* (cap. 3, Boshier & Lamb) y los *Sistemas de apareamiento, estructura poblacional y flujo de genes* (cap. 4, Boshier & Lamb). Se presentan detalladamente la fenología de la floración, mecanismos de incompatibilidad, polinización y polinizadores, biología de semilla y resultados de estudios sobre dispersión de polen y de semilla dentro y entre poblaciones, utilizando marcadores de alozimas en conjunto con observaciones de campo.

En el capítulo 5, sobre *Variación genética* (Boshier & Henson), se presentan los resultados de: (a) estudios para estimar por medio de loci de alozimas los niveles de diversidad y el grado de diferenciación genética entre 11 procedencias de América Central; (b) una evaluación de los ensayos de 18 procedencias en 15 sitios a lo largo de los trópicos y (c) un ensayo combinado de procedencia/progenie establecido en dos sitios en Costa Rica. Entre las principales características y variables analizadas y evaluadas en (b) y (c) están: sobrevivencia, altura, dap, altura de la troza, forma del fuste, bifurcaciones, densidad e incidencia de *Puccinia cordiae*. Las mayores diferencias se encontraron en la separación de procedencias de zonas secas y húmedas; las primeras presentaron más variación genética, las otras mostraron superioridad en todas las variables de interés silvicultural, excepto en la densidad. También se encontró que la variación dentro de las

procedencias fue mayor que entre ellas. Esto indica, por un lado, el alto potencial para el futuro trabajo de mejoramiento genético de la especie. Por otro, se derivan aspectos relacionados con la *Recolección de semilla*. Este tema y el *almacenamiento* se tratan en el capítulo 6 (Boshier & Lamb), que se cierra con la formulación de lineamientos prácticos para recolectar y almacenar semillas.

La *Propagación vegetativa* (cap. 7, Mesén) o propagación clonal es el área de trabajo con mayor potencial para proveer grandes ganancias genéticas en periodos relativamente cortos, aprovechando tanto los componentes aditivos como no-aditivos de la varianza genética total del material disponible. En este capítulo se presentan los primeros resultados promisorios sobre estudios y técnicas de propagación vegetativa de *C. alliodora*; incluye: fuente de material para estacas, propagación, transplante, acondicionamiento del material, así como detalles de factores ambientales como medios de enraizamiento, agua e irradiación y, por último, técnicas de injertación apropiadas.

En el capítulo 8, sobre *Mejoramiento genético* (Boshier & Beer), se discuten los pros y contras de los objetivos que se podrían perseguir en el futuro en cuanto al mejoramiento genético de la especie en función de una serie de criterios de selección. Dado que los autores creen que *"la plantación efectiva y económicamente viable de la especie estará limitada a sitios fértiles"* la discusión, a nuestro juicio un poco teórica, se concentra en las características deseables de la especie para los sistemas agroforestales. La conclusión es que la selección debería orientarse hacia árboles rectos, de alto volumen, copa pequeña y madera de densidad aceptable. Para realizar adecuadamente la selección y evaluación de estas características es preciso trabajar no sólo en ensayos de bloques puros, sino también en sistemas agroforestales, incluyendo a los agrónomos y a los finqueros en el proceso de mantenimiento y selección. Al final del capítulo se hace referencia a la selección y manejo adecuado de rodales y huertos semilleros originados por regeneración natural o por plantación.

El libro tiene un muy alto valor informativo e instructivo, tanto para genetistas como para técnicos o extensionistas que trabajan con la especie. Presenta un "estado del arte" de los aspectos tratados y cuenta con una amplia bibliografía. Los autores guían al lector a través de todos los capítulos, que están muy bien organizados; presentan una breve introducción sobre el tema, explican algunos aspectos y conceptos teóricos y discuten los principales condicionantes y determinantes, los métodos e instrumentos aplicados en las investigaciones, los ensayos realizados y los resultados obtenidos, las implicaciones y

recomendaciones prácticas. Con este patrón de presentación, respaldado por la estructura clara y lógica del libro, donde cada capítulo se basa en la información del capítulo anterior, la base de entendimiento y conocimiento del lector se incrementa progresivamente. Estas características y un glosario de la terminología utilizada (excepto algunos términos como alogamia y heterocigosis), así como el lenguaje claro y fluido de los autores (¡y traductores!) garantizan la comprensión del texto incluso para el *no-genetista*. **¡Da gusto leer este libro!** Las ilustraciones son muy apropiadas. En algunas tablas del cap. 5, con sólo agregar un renglón con las edades de los ensayos de procedencias específicas, se hubiera podido mejorar la comparación directa de los datos. A los forestales posiblemente les hubiera interesado conocer más detalles sobre los *sitios* de los ensayos de procedencias. Este interés surge de la interpretación diferente del término *sitio* entre el *genetista* y el forestal. A nivel de procedencia y variedad, el *genetista* se interesa más por los parámetros climático-ambientales del *sitio*, mientras que el forestal, que trabaja a nivel clonal o de familia, está más interesado en los parámetros edáficos.

La única crítica al documento revisado tiene que ver con este último aspecto. Quienes han trabajado con *C. alliodora* saben que hay sitios de baja *fertilidad* en donde es posible que la especie se plante y desarrolle. También es notorio que aún en plantaciones de baja calidad hay siempre algunos árboles cuyo desarrollo y forma son aceptables. Con base en esas experiencias y en lo expuesto en el documento, hubiese sido oportuno discutir en forma más concreta en el capítulo 8 las posibilidades reales de futuros programas de mejoramiento genético de *C. alliodora* para, por ejemplo, adaptarlos a sitios menos favorables, analizar qué perspectivas de éxito (o fracaso) tendría un determinado programa a la luz de los conocimientos actuales y, si acaso, cuánto tiempo duraría, qué costos (humanos, técnicos, financieros) demandaría y cuál sería el beneficio económico esperado.

En conclusión, el libro es de gran utilidad para el presente y el futuro trabajo con *C. alliodora* y debería ser lectura obligatoria para todos los que trabajan con la especie.

Dr. Michael Schlönvoigt
Consultor privado

Manejo y Conservación de Recursos Naturales
Apartado 88 - 7170 CATIE - Turrialba, Costa Rica
Tel./Fax: ++506 5569620

Agenda Agroforestal

Evento: Planificación Estratégica para la Extensión Forestal
Tipo: Curso
Fecha: 5-16 octubre de 1998
Lugar: CATIE, Turrialba
Contacto: Programa de Proyección Externa, Area de Capacitación
E-mail: capacita@catie.ac.cr
Tel: (506) 556-6021;
Fax: (506) 556-0176

Evento: Curso Internacional Los Sistemas Silvopastoriles en la Ganadería Tropical.
Tipo: Curso
Fecha: 30 noviembre al 4 de diciembre 1998
Lugar: Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"
Contacto: M.Sc. Ismael Hernández V. Central España Republicana CP 44280
Matanzas Cuba, Tel: 377482; Fax: (53) (52) 53101, 53112

Evento: Identificación, Formulación y evaluación económica y financiera de proyectos forestales y ambientales
Tipo: Curso
Fecha: 19-30 octubre de 1998
Lugar: CATIE, Turrialba
Contacto: Programa de Proyección Externa, Area de Capacitación
E-mail: capacita@catie.ac.cr Tel: (506) 556-6021;
Fax: (506) 556-0176

Evento: III Taller Internacional Silvopastoril
Tipo: Taller
Fecha: 25-27 noviembre de 1998
Lugar: Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"

Contactos: 1) M.Sc. Ismael Hernández V; EEPF "Indio Hatuey"
Central España Republicana CP 44280
Matanzas, Cuba. Tel: 377482 377510,
Fax: (52) (53) 53101, 53112.

2) Roberto Rosado, MERCADU SA. Gerente de Viajes Especializados de Intercambio Académico Profesional.
Tel: (53) (7) 33389/333087, Fax: (53) (7) 333028.
E-mail: mercadu@ceniai.cu

Publicaciones agroforestales

Se presenta una recopilación de materiales agroforestales de los últimos dos años disponibles en la *Biblioteca Conmemorativa Orton* de CATIE, Turrialba. Esperamos que sean de utilidad para nuestros lectores. Para mayor información consultar a: Biblioteca Conmemorativa Orton, CATIE. Apdo: 7170, Turrialba. E-mail: bibliot@catie.ac.cr

ABARCA MONGE, S. 1996. Ganadería de carne: amiga del ambiente y bosques una alternativa de producción sostenible. Guápiles, C.R. 21 p. *Presentado en Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales* (10., 1996, San José C.R.)

BOTERO, J.G.; CÓRDOBA HERNÁNDEZ, A. 1996. Establecimiento de un sistema agrosilvopastoril en el hato Fundación de la Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda. Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda, Guácimo (Costa Rica). Tesis Lic Ing. Guácimo, C.R., Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda. 107 p.

CASTRO, A.; RODRÍGUEZ, C.; CORRALES, C.; SOLÍS, O.; ESPINOZA, M. 1996. Posibilidades de mercado de los módulos caprinos agroforestales. *In: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales* (San José C.R.). ¿Puede la agricultura sostenible ser competitiva?. Memoria. Ed. por F. Bertsch; W. Badilla; J. García. San José, C.R. EUNED/EUNA. v. 1. p. 407.

ESCAMILLA SIBRIN, S.S. 1996. Propuesta de sistemas agroforestales para la producción sostenible en la Asociación Cooperativa de la Reforma Agraria "Los Naranjos de R.L.". Tesis Mag. Adm. y Com Agrop., San Salvador, Salv., Universidad Tecnológica. 150 p.

FAO. 1996. Marketing in forestry and agroforestry by rural people. Roma, Italia, FAO. Forestry Dpt. 51 p.

FAO; ONU. 1997. Directorio de Universidades y Organismos de América Latina y el Caribe que incluyen cursos de agroforestería en sus programas de educación. Santiago, Chile. 87 p.

FRASCESCHI, H. 1996. Estrategias de sobrevivencia de hogares campesinos de Honduras en zonas agroforestales y desarrollo sostenible. *In: Maestría Latinoamericana de Trabajo Social; Programa Regional Forestal para Centro América. Economía campesina y desarrollo sostenible: una opción para Centro América. Tegucigalpa, Hond. p53-67.*

GABERT CARRILLO, L.P. 1996. Factibilidad de producción para el cultivo de banano orgánico bajo un sistema agroforestal con cacao. Tesis Ing Agr. Guácimo, C.R., Escuela de Agricultura de La Región Tropical Húmeda. 73 p.

GEUZE, T.; VAN DEN ENDE, P. 1996. Agroforestry in Guyana: guidelines for establishment and management of agroforestry practices. Georgetown, Guyana, IICA. 96 p.

INTERNATIONAL WORKSHOP ON ALBIZIA AND PARASERIANTHES SPECIES. (1994, BISLIG, SURIGAO DEL SUR, FILIPINAS) *Proceedings*. Ed. by N. Q. Zabala. Winrock International. Forest, Farm, and Community Tree Research Reports. Special issue. 164 p.

KOSARIK, J.M. 1997. La agroforestería en Argentina. Santiago, Chile. FAO. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Sistemas Agroforestales. 50 p.

LEIVA, J.M. 1997. Estudio regional de los sistemas agroforestales con café (*Coffea arabica*): definición de políticas y mecanismos de promoción. Guatemala, Gua., IICA; PROMECAFE. 38 p.

LINTEAU, J.P. 1996. De las micorrizas a los mercados, una evaluación de los sistemas agroforestales en el bosque modelo de Calakmul, Campeche, México. Tesis Mag. Sc. Toronto, Can., Universidad de Toronto. 109 p.

MONTENEGRO, J.; RAMÍREZ, G. 1997. Evaluación del establecimiento y crecimiento inicial de cuatro especies maderables asociadas con café (*Coffea arabica*). *In: Simposio Latinoamericano de Caficultura*. (18., 1997, San José, C.R.). Memorias 1997. Comp. J. Echeverri; O. Mora; L. Zamora. San José, C.R., IICA; PROMECAFE. p. 151-156.

MOREIRA, A. 1996. Evaluación de tres especies forestales en callejones con el sistema maíz - sorgo. *In: Intercambio de tecnología para el desarrollo rural* (1996, San Salvador, Salv.) Memoria. San Salvador, Salv., IICA. p. 23-26

NITROGEN FIXING TREE ASSOCIATION; CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1996. Nitrogen Fixing Trees for Acid soils: a field manual. Ed. by M. Powell. Morrilton, Ark., EE.UU. 110 p.

OTÁROLA TOSCANO, A.; GALLOWAY, G.; SEQUEIRA, A. 1997. Técnicas agroforestales. Managua, Nicaragua. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. Guía Tecnológica no. 11. 13 p.

POLLA, M. C. 1997. La agroforestería en Uruguay. Santiago, Chile, FAO. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Sistemas Agroforestales. 24 p.

PROYECTO DESARROLLO AGROFORESTAL EN COMUNIDADES RURALES DEL NOROESTE ARGENTINO. 1997. Detrás del árbol la gente: experiencias y aprendizajes del proyecto desarrollo agroforestal en comunidades rurales del noroeste argentino. Salta, Arg. 184 p.

RENDA SAYOUS, A.; CALZADILLA ZALDÍVAR, E.; JIMÉNEZ AGUILAR, M.; SÁNCHEZ RONDÓN, J. 1997. La agroforestería en Cuba. Santiago, Chile, FAO. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Sistemas Agroforestales. 64 p.

REVISTA DE LA Facultad de Agronomía y Veterinaria (Arg.) 10 (1-2) 1-57.

RIVERA, J.O. 1997. Fomento de la participación comunitaria en la agroforestería campesina e indígena: visualización desde la perspectiva del Proyecto CATIE/OLAFO. *In: Congreso Forestal Nacional*. (3., 1997, San José, C.R.) Resúmenes de ponencias. Ed. E. Morales; F. Cartín Brenes. San José, C.R., Impresos Belén. p. 192-194.

RUIZ FONSECA, C.J. 1996. Propuesta metodológica, para el estudio y manejo de barbechos, con intervención animal, en zonas subhúmedas, semiáridas y áridas de Centroamérica. Turrialba, C.R., CATIE. 73 p.

RUSSO, R.O.; PALMA C, G. 1996. Crecimiento de roble coral (*Terminalia amazonia*) en un sistema agroforestal con frutales tropicales al segundo año. *In: Taller Nacional de Investigación Forestal y Agroforestal*. (4., 1996, Guácimo, C.R.). Memoria. San José, C.R. p. 57-60

SALAS BOLAÑOS, F. 1997. JUNAFORCA: experiencia de los productores(as) agroforestales de pequeña escala en Costa Rica. *In: Congreso Forestal Nacional*. (3., 1997, San José, C.R.) Resúmenes de ponencias. Ed. E. Morales; F. Cartín Brenes. San José, C.R., Impresos Belén. p. 181-188.

SALV. CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA Y FORESTAL. 1996. Sistemas agroforestales: guía técnica. San Andrés, La Libertad, Salv., Programa de Recursos Naturales. 22 p.

SAN MARTÍN, M. J. 1997. UK" AMÁPI: en la búsqueda para el enfoque para el desarrollo rural autosostenible. AGRUCO. La Paz, Bolivia. 200 p.

SCHERR, S.J.; NEIDECKER-GONZÁLEZ, O. 1997. Desarrollo sostenible de las laderas en Mesoamérica: alcances y potenciales. *In: Investigación sobre políticas para el desarrollo sostenible en las laderas mesoamericanas*. Ed. S.J. Scherr; O. Neidecker-González. San Salvador, Salv., IICA. p. 33-83

TAPIA LORÍA, E. DEL C.; LEE LEÓN, B. 1996. Propuestas agroforestales basadas en el diagnóstico social y Caracterización del uso de la tierra. Parte media y baja de la subcuena III. Cuenca sur del Lago de Managua. Tesis Dipl. Managua, Nic., Universidad Nacional Agraria. 155 p.

TAPIA, P.; SARAVIA, Z. 1997. Biodiversidad en papas amargas. Prov Tapacari Dpto. de Cochabamba. AGRUCO. Serie Técnica 36. 56 p.

VEGA GUZMÁN, M. C. 1996. Producción y reproducción de familias campesinas en zonas agroforestales. *In: Maestría Latinoamericana de Trabajo Social; Programa Regional Forestal para Centro América. Economía campesina y desarrollo sostenible: una opción para Centro América*. Tegucigalpa, Hond. p. 69-80.

VILLCA, C.; CHAMBI, E. 1997. "...Los jóvenes de hoy, ya no saben las experiencias de nuestros abuelos...". AGRUCO. Serie Tukurica/Amuykipasiñani- Reflexión- 5. 44 p.

YAH, E.V.; VINUEZA LÓPEZ, N. 1996. Modelo de planificación, implementación y control de una finca agrosilvopastoril. Tesis Lic Ing Agr. Guácimo, C.R., Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda. 49 p.