

ISSN 1022-7482

AGROFORESTERIA

Vol. 7 N°28 2000

EN LAS AMERICAS

www.catie.ac.cr/informacion/rafa/



CATIE

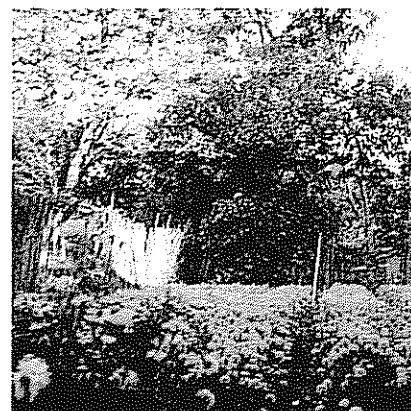
Índice

1. Editorial	4
2. Agroforestales en América	
<i>L. Meléndez</i> Ricardo Russo: maestro de la agroforestería Latinoamericana	5
3. Avances de Investigación	
<i>M.L.Roa/H.R.Muñoz Morales/</i> <i>J.R.Galeano Peña/D.A.Céspedes Sanabria</i> Suplementación de vacas de doble propósito con Morera (<i>Morus alba</i>), Nacedero (<i>Trichanthera gigantea</i>) y pasto King grass (<i>Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides</i>) en el pie de monte llanero, Colombia	8
<i>I.P.Traversa Tejero/A.M.Fierros González/</i> <i>M.Gómez Cárdenas</i> Los huertos caseros de Zaachila en Oaxaca, México	12
<i>Jeremy Haggan/Carlos E. Uc Reyes</i> Investigación participativa para la selección de leguminosas de cobertura en sistemas agroforestales en Calakmul, Campeche	16
4. ¿Cómo hacerlo?	
<i>H.Cáliz de Dios/R.Castillo</i> Soportes vivos para Pitahaya (<i>Hylocereus spp.</i>) en sistemas agroforestales	21
<i>W.Guzmán Castillo</i> ¿Cómo aplicar los conceptos de costo de oportunidad y costo-beneficio para la toma de decisiones en la producción agroforestal?	26
5. Noticias Agroforestales	29
6. Reseñas Agroforestales	30
7. Publicaciones Agroforestales	32
8. Agenda Agroforestal	34

La foto de portada corresponde a un tutor vivo de chaká (*Bursera simaruba*) con pitahaya en fructificación en México (Foto: R. Castillo).



La suplementación con *Trichanthera gigantea* mejoró la ganancia de peso. Página 8.



En Zaachila, México las flores tienen diversos usos para las familias. Página 12



Los sistemas agroforestales fueron comparados con base en dos índices financieros. Página 26.

El desarrollo de los sistemas agroforestales en el CATIE y sus perspectivas para el futuro

El CATIE ha generado información agroforestal desde 1949, cuando se realizó la primera publicación agroforestal a nivel de maestría. A partir de este momento se realizan en forma constante, trabajos de investigación, capacitación y desarrollo. En la actualidad, CATIE ha generado más de 800 publicaciones agroforestales relacionadas con esta temática, que incluyen artículos científicos, tesis de grado, libros, manuales de enseñanza, ponencias en simposios y talleres, estudios de caso, series técnicas y módulos de enseñanza. Desde 1998, la información agroforestal publicada en la revista *Agroforestería en las Américas* puede ser consultada a través de Internet en la página web del CATIE.

La enseñanza agroforestal de postgrado en Turrialba y la capacitación en los países de la región ha sido otro aspecto de mucha relevancia. Desde la década de los ochenta, cuando se iniciaron los cursos agroforestales hasta la actualidad, el CATIE ha graduado más de 110 estudiantes de postgrado en sistemas agroforestales procedentes de diversos lugares del mundo, con énfasis en la región de mandato del Centro. De las diez primeras investigaciones dentro del Programa de Doctorado de CATIE, siete están relacionadas directamente con sistemas agrosilviculturales y/o silvopastoriles. Entre 1994 y 2000, el grupo agroforestal ha ofrecido 220 cursos con más de 4500 participantes. También debe mencionarse el esfuerzo realizado en la validación y demostración de tecnologías en el campo, vinculando y beneficiando a miles de productores en la región. Todo este trabajo realizado ha generado un fuerte impacto positivo en las formas de uso de la tierra en América Tropical y han generado importantes innovaciones tecnológicas a diferentes niveles de escala, mejorando el nivel socioeconómico del productor.

Los sistemas agroforestales generan ingresos en el corto y mediano plazo y protegen los recursos naturales para las futuras generaciones. En los últimos años, una prioridad de CATIE fue promocionar y disseminar sistemas que incorporen cultivos perennes, tales como café y cacao, porque ofrecen ventajas para la sostenibilidad e incrementan los ingresos, especialmente en el Trópico húmedo, ya que no requieren sembrarse todos los años,

retienen mejor los nutrientes, fijan cantidades importantes de carbono, etc.

La ganadería, una de las formas de uso de la tierra más comunes en América Latina y que ha sido tan criticada por la destrucción de los bosques, tiene mediante el uso de sistemas silvopastoriles, enormes potencialidades; p.e. se han diseñado y probado tecnologías que incorporan componentes leñosos dentro de las pasturas y se están utilizando recursos forrajeros no tradicionales de nuestra rica diversidad tropical. El diseño de sistemas agroforestales que incluyan frutales cobra en la actualidad alta importancia debido a la apertura de mercados y el interés creciente en los países industrializados en productos más saludables.

Los sistemas agroforestales además de contribuir en la protección de los recursos naturales pueden reducir riesgos debidos a los desastres naturales. Gracias a los componentes leñosos que se incorporan en los sistemas, pueden brindar servicios similares a los ofrecidos por los sistemas naturales (por ejemplo, secuestro de carbono, calidad del agua, conservación de biodiversidad), los cuales deben ser valorados, reconocidos y pagados a los productores que los manejan en beneficio de la sociedad.

En el inicio de mi gestión al frente del CATIE, quiero aprovechar para enviar un saludo a los estimables lectores de la revista *Agroforestería en las Américas* e indicarles que nuestra institución se encuentra a su disposición para ayudar en todas las iniciativas en el área agroforestal. Deseamos así activamente contribuir al desarrollo agrícola y al mejor uso y manejo de los recursos naturales tal como lo establece la misión institucional.



Pedro Ferreira Rossi
Director General, CATIE
Turrialba

Agroforestales en América

Ricardo Russo: maestro de la agroforestería latinoamericana

Por Luis Meléndez

RICARDO OMAR RUSSO, nació en Azul, Argentina. Estudió en la Universidad de Buenos Aires donde se graduó de ingeniero Agrónomo en 1974. Obtuvo su Maestría en Recursos Naturales con énfasis en Agroforestería en el CATIE en 1983 y su doctorado en Yale University, School of Forestry and Environmental Studies, New Haven, Connecticut, U.S.A. en 1991. En 1999 obtuvo una maestría en Administración de negocios en la Universidad Autónoma de Centro América, Colegio Iñigo de Loyola, Costa Rica. Es experto en recursos naturales, agricultura y manejo de sistemas agroforestales y alternativas orgánicas para la agroforestería y la agricultura. El Dr. Russo se ha desempeñado como profesor y consultor para muchas instituciones entre ellas BID, FAO, CATIE, ICRAF, AID, CMSR (Italia) y varias Universidades de Argentina. En la actualidad es Profesor de



silvicultura y agroforestería en la Escuela de Agricultura para la Región Tropical Húmeda (Universidad EARTH) en Las Mercedes de Guácimo, Costa Rica; donde, además de la actividad docente, está encargado de coordinar los programas de reforestación y de las estrategias de fijación de carbono institucionales. También desarrolla diversas iniciativas de investigación y extensión con comunidades relacionadas con el establecimiento de componentes leñosos en pastizales abandonados en la región

Atlántica de Costa Rica. Es Editor Asociado del *Journal of Sustainable Forestry*, New York, USA y es miembro de varias asociaciones y comisiones forestales y agroforestales en Costa Rica. Ha publicado un considerable número de trabajos técnicos relacionados con la agroforestería y recientemente está incursionando en desarrollo sustentable y equidad social.

¿En su experiencia docente en agroforestería, sobre qué aspectos enfoca para motivar a los estudiantes por interesarse en el uso y manejo de los sistemas agroforestales?

El proceso de enseñanza-aprendizaje está basado en que los estudiantes reconozcan la importancia de introducir el componente arbóreo para ofrecer mayor estabilidad a los sistemas; en la EARTH comprende dos etapas: en primera instancia se elabora una imagen del estado actual de las formas de producción tradicionales, tanto agropecuaria como forestal, que son los componentes más importantes de los sistemas agroforestales (SAF); dicha imagen es detallada y profunda, dinámica, explicativa porque se enfatiza en los roles de los diferentes componentes y global ya que incluye aspectos socioeconómicos, ambientales, biofísicos, políticos, etc. Posteriormente, se realizan actividades como visitas al campo, revisiones de literatura, entrevistas y otras actividades tendientes a generar una lluvia de ideas de cómo

mejorar los sistemas de producción o aumentar su sostenibilidad. Una vez que se han introducido los conceptos agroforestales, se identifican las variables que los caracterizan (producción, protección, recuperación) y su entorno general (relaciones con las comunidades, efectos para el ambiente y las personas). Finalmente se diseñan posibles escenarios, los cuales buscan optimizar el uso de la tierra, incorporar componentes leñosos (forrajes, maderables, servicio, etc), tratando de producir condiciones favorables para los cultivos o animales asociados.

¿Cómo evoluciona el proceso de enseñanza-aprendizaje agroforestal (AF) en los estudiantes a lo largo de la carrera en la EARTH?

La mayoría de los profesores utilizan los conceptos de asociaciones de plantas-árboles-animales y conceptos de sistemas AF. Los estudiantes inician el primer año con un Módulo de Experiencia de Trabajo con el mantenimiento de la finca forestal, comienzan a tener contacto

con actividades forestales y agroforestales. En el segundo año ingresan al Módulo de Experiencia de Trabajo en Recursos Naturales, donde tienen la oportunidad de realizar algunas prácticas agroforestales como cercas vivas, árboles en línea e inician a dar mantenimiento y evaluación de SAF existentes en la finca institucional. En el tercer año, llevan el curso "Silvicultura Tropical", el cual tiene un módulo sobre SAF, donde se enseñan conceptos básicos y se realizan trabajos y presentaciones de acuerdo a los intereses particulares, todo esto previo a su salida de pasantía (experiencia de trabajo de cuatro meses, donde los estudiantes regresan a sus países o regiones para hacer trabajo en fincas, empresas, instituciones o centros de investigación). Finalmente en el cuarto año reciben un curso de agroforestería con la modalidad de seminario, donde los estudiantes tienen la oportunidad de compartir sus experiencias AF adquiridas en la pasantía, allí realizan presentaciones y se analiza el tipo de sistema estudiado, utilizando criterios más analíticos. En la actualidad se está realizando un proceso de revisión del currículo para determinar cuales son los requerimientos y las necesidades para establecer un curso de SAF.

¿Qué tipos de sistemas agroforestales se promueven a nivel universitario y comunal?

Las actividades de enseñanza e investigación son realizadas bajo un enfoque de agroecosistema y se manejan en forma interdisciplinaria. Los profesores responsables de diferentes cursos realizan equipos de trabajo para promover diferentes iniciativas productivas y de investigación. Dentro del *campus* universitario se tienen diferentes sistemas agroforestales que responden a enfoques de estos grupos y a una perspectiva bastante empresarial, identificando cultivos con potencial o nichos de mercado que puedan ser utilizados, aprovechando al máximo los recursos locales; a continuación se detallan los principales sistemas desarrollados:

a) Agroforestería con musáceas

Diferentes tipos de bananos son producidos en forma orgánica, bajo diversas estrategias AF, con el objetivo de aprovechar mejores precios por este producto. Se han establecido sistemas tipo Taungya, donde el banano se establece a una distancia de 3.5 x 3.5 m y luego en las entrecalles se plantan maderables (*Dipterix panamensis*, *Terminalia amazonica*) con un distanciamiento similar y utilizando recursos locales (soportes de bambú, abonos orgánicos y plaguicidas naturales). Si la producción orgánica es factible y los mercados seguros y estables, entonces se iniciaría otra etapa de investigación que involucre reducir costos, tanto de productos naturales como de mano de obra.

Otro sistema desarrollado utiliza Moringa (*Moringa oleifera*) establecida a un espaciamiento de 6 x 2 m con una doble hilera de banano establecida a 0.5 m de las líneas de árboles y un espaciamiento de 1 x 1.5 x m (2222 plantas/ha). Entre las hileras dobles de banano se plantó una hilera de *Flemingia macrophylla*. Debido al rápido crecimiento y al espaciamiento, la Moringa podría utilizarse como soporte para las plantas de banano, también sus hojas al caer servirían como abono verde, debido a que pueden proveer cantidades importantes de nitrógeno. La *Flemingia* puede utilizarse como una fuente de abono orgánico y como una planta que mejora el drenaje del sistema, evitando así el encharcamiento, tan común en el trópico húmedo. Debido a la competencia, se espera que la productividad por unidad de área sea menor, sin embargo, los costos de manejo se reducen y se podrían manejar áreas más grandes. De este tipo de ensayos se puede generar mucha información valiosa en cuanto al balance de nutrientes del sistema.

Otro sistema utiliza *Albizia carbonaria* plantada a 10 x 10 m con banano con un espaciamiento de 3 x 3 m, el cultivo se maneja en forma totalmente orgánica hasta que los árboles cierren el dosel.

b) Palmito con maderables

El sistema involucra al pejobaye (*Bactris gasipaes*) para palmito asociado con laurel (*Cordia alliodora*), el cual es un sistema bastante difundido en la zona húmeda baja de Costa Rica. Debido a que las cepas de palmito cambian de sitio a lo largo del tiempo, entonces se logran palmitos de buen tamaño, en forma preliminar se ha observado un menor diámetro del palmito en el área alrededor de la copa del maderable, aunque es probable que los ingresos en el largo plazo, producto de la madera compense la menor producción en las áreas de influencia.

c) Maderables asociados con cultivos

Son sistemas que incluyen hileras de maderables (tres), seguidas por una de frutales; fueron establecidos debido a las preocupaciones de productores colaboradores que tenían interés en plantar maderables, pero que querían que sus terrenos produjeran algo para comer o vender en el mediano plazo. En un inicio, cuando todos los componentes estaban pequeños se sembraron cultivos anuales. En la actualidad estos sistemas tienen 6 y 4 años y producen frutales como Carambola (*Averrhoa carambola*), Caimito (*Chrysophyllum cainito*), Mabolo (*Dyospiros discolor*), Mamey (*Mammea americana*), Manzana rosa (*Syzygium jambos*), que se comercializan en forma local. En algunas secciones de la finca de EARTH se establecieron frutales mezclados al azar.

para promover la biodiversidad, especialmente de pequeños mamíferos y aves.

En algunas plantaciones de coco (*Cocos nucifera*) se plantaron especies maderables esciófitas (*Minquartia guianensis*, *Terminalia amazonia*, *Virola koschnyi*) a un distanciamiento de 5 x 5 m, los cuales posiblemente sobrepasarán el dosel del cocotero en el futuro. En un principio son estrategias para realizar reforestaciones con especies con potencial, pero que pueden generar mucha información en una ciencia que es bastante nueva comparada con la agricultura y la forestería tradicional. Dentro de estas pruebas, se puede observar el crecimiento de

muchas otras especies del banco de semillas del suelo, entre ellas algunas Aráceas, las cuales podrían tener potencial para crecer dentro de estos ambientes y producir cantidades importantes de productos alimenticios.

Recientemente se están desarrollando algunas iniciativas para establecer barbechos mejorados con diferentes tipos de *Inga* que podrían generar mucha información y ser de mucha utilidad, especialmente en el Trópico Húmedo, donde ocurren muchas pérdidas de nutrientes por lixiviación. En la actualidad se encuentran en proceso de establecimiento, pero se espera que en el corto plazo se genere información.

PUBLICACIONES

Algunas de las publicaciones del Dr. Russo

- Russo, RO. 2000. Fijación de Carbono Reforestando Areas Bananeras Abandonadas: Proyecto de Implementación Conjunta entre la Universidad EARTH - Municipalidad de Rotterdam. Ciencias Ambientales (Costa Rica) No. 18:31-36.
- Russo, RO. 2000. Organic foliar fertilizer prepared from fermented fruits on growth of *Vochysia guatemalensis* in the Costa Rican Humid Tropics. *Journal of Sustainable Agriculture* (en prensa).
- Russo, RO; Briscoe, BC. 2000. Performance of klinki (*Araucaria hunsteinii* K. Schuman) in the humid tropics of Costa Rica. *Journal of Sustainable Forestry* (en revisión)
- Budowski, G; Russo, RO. 1997. Nitrogen fixing trees and nitrogen fixation in sustainable agriculture: research challenges. *Soil Biology and Biochemistry* 28(5/6):767-770.
- Russo, RO; Sandí, CL. 1996. Crecimiento inicial de ocho especies forestales nativas en parcelas demostrativas en la región tropical húmeda de Costa Rica. *Revista Forestal Centroamericana* (Costa Rica) 14(4):29-30.
- Russo, RO. 1996. Agrosilvopastoral systems: a practical approach to sustainable agriculture. *J. Sustainable Agriculture* 7(4): 5-17.
- Russo, RO; Hernández, C. 1995. The environmental impact of banana production can be diminished by proper treatment of wastes. *J Sustainable Agriculture* 5(3):5-13.
- Russo, RO; Sandí CL. 1995. Early growth of eight native timber species in the humid tropic region of Costa Rica. *J. Sustainable Forestry* 3(1):81-84.
- Russo, RO. 1995. *Alnus acuminata* ssp. *arguta* (Scheetendal) Furlow: a valuable resource for Neotropical Highlands. In *Nitrogen Fixing Trees for Acid Soils*. Editado por D.O. Evans y L.T. Szott. Proceedings of a Workshop held in CATIE, Turrialba, Costa Rica, Jul. 3-8, 1994. *Nitrogen Fixing Tree Research Reports (Special Issue)*:156-163.
- Russo, RO. 1995. *Strylmodendron excelsum* Harms (Fabaceae: Mimosoideae): A Potential Candidate for Recovering Abandoned Pasture Lands in the Humid Tropics. In *Nitrogen Fixing Trees for Acid Soils*. Editado por D.O. Evans y L.T. Szott. Proceedings of a Workshop held in CATIE, Turrialba, Costa Rica, Jul. 3-8, 1994. *Nitrogen Fixing Tree Research Reports (Special Issue)*:164-173.
- Russo, RO; Lugo, JM; Arreola, O; Arango, O. 1995. Efecto de un bioestimulante húmico extraído del raquis de banano (pinzote) sobre el crecimiento de plántulas de banano (*Musa* AAA subgrupo "Cavendish" clon "Gran enano") *Agronomía Mesoamericana* 6:130-133
- Russo, RO; Hernández, C. 1995. The environmental impact of banana production can be diminished by proper treatment of wastes. *J Sustainable Agriculture* 5(3):5-13.
- Russo, RO. 1994. *Alnus acuminata*: valuable timber tree for tropical highlands. *Nitrogen Fixing Tree Association Highlights*. April 1994:1-2.
- Russo, RO. 1994. Sistemas agrosilvopastoriles es el contexto de una agricultura sostenible. *Agroforestería en las Américas* 1(2):10-13.
- Budowski, G; Russo, RO. 1993. Live fence posts in Costa Rica: a compilation of the farmers' beliefs and technologies. *J Sustainable Agriculture* 3(2): 65-87
- Russo, RO; Gordon JC; Berlyn, GP. 1993. Evaluating *Alnus acuminata* -Frankia -mycorrhizae interactions. Growth response of *Alnus acuminata* seedlings to inoculation with Frankia Strain Ar13 and *Glomus* intraradices, under three phosphorus levels. *J Sustainable Forestry* 1(1):93-110
- Russo, RO; Poincelot, RP; Berlyn, GP. 1993. The use of a commercial organic biostimulant for improved production of Marigold cultivars. *J Home and Consumer Horticulture* 1(1):83-93
- Russo, RO; Berlyn, GP. 1992. Vitamin-humic-algal root biostimulant increases yield of green beans. *HortScience* 27(7):847.
- Russo, RO; Berlyn, GP. 1992. The effect of an organic biostimulant (Roots™) on the growth loblolly pine (*Pinus taeda*) seedlings in greenhouse conditions. *Agrociencia* (Mexico) 2(3):713
- Russo, RO. 1990. Erythrina: A versatile nitrogen-fixing woody legume genus for agroforestry systems in the tropics. *J Sustainable Agriculture* 1(2):89-109.
- Russo, RO. 1990. Evaluating *Alnus acuminata* as a component in agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 10:241-252.
- Russo, RO; Berlyn, GP. 1990. The use of organic biostimulants to help low input sustainable agriculture. *J Sustainable Agriculture* 1(2):19-42.
- Berlyn GP; Russo, RO. 1990. The use of organic biostimulants in nitrogen fixing trees. *Nitrogen Fixing Trees Research Reports* 8:1-2.
- Berlyn, GP; Russo, RO. 1990. The use of organic biostimulants to promote root growth. *Belowground Ecology* 2:12-13.
- Russo, RO. 1989. Evaluating *Alnus acuminata* -Frankia -mycorrhizae interactions. I Acetylene reduction in seedlings inoculated with Frankia strain Ar13 and *Glomus* intraradices under three different phosphorus levels. *Plant and Soil* 118:151-155
- Russo, RO; Berlyn, GP. 1989. Leaf-callus culture of *Gliricidia sepium*. *Nitrogen Fixing Trees Research Reports*. 7:103-105
- Russo, RO; Parrotta, JA. 1987. The use of legume trees in agroforestry systems in the humid tropics. *Rural Systems* 4(4)
- Budowski, G; Russo RO; Glover, N. 1986. Erythras provide beauty and more. *Nitrogen Fixing Tree Association Highlights* Jan. 1986 (2):1-2.
- Lindblad, P; Russo, RO. 1986. C₂H₂-reduction by *Erythrina poeppigiana* in a Costa Rican coffee plantation. *Agroforestry Systems* 4:33-37.
- Russo, RO; Budowski, G. 1986. Effect of pollarding frequency on biomass of *Erythrina poeppigiana* as a coffee shade tree. *Agroforestry Systems* 4:145-162
- Russo, RO. 1986. *Erythrina poeppigiana* a resource in Costa Rica farms. *TRI (Tropical Resources Institute) News* Fall 1986 (2):3-4.
- Budowski, G; Kass, DCL; Russo, RO. 1984. Leguminous trees for shade. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 19(supp.):205-222.
- Budowski, G; Russo, RO; Mora, E. 1985. Productividad de una cerca viva de *Erythrina berteriana* Urban en Turrialba, Costa Rica. *Turrialba (Costa Rica)* 35(1):83-86.
- Russo, RO. 1982. La planificación y el manejo de las áreas silvestres como base para la conservación de los recursos naturales. *Biocenosis* (Costa Rica) 3(3-4):14-15
- Russo, RO. 1981. Los sistemas agroforestales como reguladores y protectores del medio ambiente. *Biocenosis* (Costa Rica) 2(3):5-6
- Russo, RO. 1981. Reseña del libro "Los álamos y los sauces en la producción de madera y la utilización de las tierras". Roma, FAO Turrialba (Costa Rica) 31(3):277

Suplementación alimenticia de vacas de doble propósito con morera (*Morus alba*), Nacedero (*Trichanthera gigantea*) y pasto king grass (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*) en el pie de monte llanero, Colombia¹

M. L. Roa Vega², H. R. Muñoz Morales³,
J. R. Galeano Peña³, D. A. Céspedes Sanabria¹

Palabras claves: alimentación, *Brachiaria decumbens*, *Cynodon nlemfuensis*, forrajes, pasturas, producción leche

RESUMEN

La suplementación con Morera (*Morus alba*), Nacedero (*Trichanthera gigantea*) y pasto King grass morado (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*), de vacas de doble propósito pastoreadas con Estrella Africana (*Cynodon nlemfuensis*) o Braquiaria (*Brachiaria decumbens*), fueron evaluados en el Municipio de Villavicencio, Colombia. Se realizaron dos experimentos: en el primero con vacas pastoreando pasto Estrella y suplementadas con 8.5 kg/animal/día de King grass morado o 6.5 kg/animal/día de Morera; en el segundo experimento un subgrupo de vacas pastoreando solamente Braquiaria fueron comparadas con vacas suplementadas con 9 kg/animal/día de Nacedero. En los forrajes fueron evaluados la materia seca (MS), la fibra detergente neutro (FDN), fibra ácido detergente (FDA) y el nitrógeno total (NT); en los animales fue evaluada la ganancia de peso, la producción de leche y el porcentaje de grasa.

En el primer experimento, la secuencia de degradación ruminal de la MS, FDN y NT fue Morera (75%) > King grass > Estrella; en el segundo experimento, Nacedero fue mayor (> 70 %) que Braquiaria (< 65%). La mayor producción de leche se produjo en vacas suplementadas con Morera (6.9 kg/animal/día) comparadas con el tratamiento de King grass + pastura Estrella (5.4 kg/animal/día); cuando se suplementó Braquiaria con Nacedero no se encontraron diferencias. Los porcentajes de grasa en la leche fueron similares en todos los tratamientos evaluados.

INTRODUCCIÓN

Mucha de la investigación ganadera en América Latina estuvo enfocada sobre aspectos productivos de las pasturas; en principio se probó la calidad de distintos forrajes locales, luego se introdujeron pasturas mejoradas bajo diferentes tipos de ambientes y manejo; tanto de

Dietary supplementation in dual purpose cows with Mulberry (*Morus alba*), Nacedero (*Trichanthera gigantea*) and King grass (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*) in the savanna piedmont of Colombia.

ABSTRACT

The utilization of Mulberry (*Morus alba*), Nacedero (*Trichanthera gigantea*) and purple King Grass (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*), as supplements for dual purpose cows grazing African star grass (*Cynodon nlemfuensis*) or Brachiaria (*Brachiaria decumbens*), pastures were evaluated in the Municipality of Villavicencio, Colombia. Two experiments were carried out: in the first, cows grazing African star grass were supplemented with 8.5 kg/animal/day of King grass or 6.5 kg/animal/day of Mulberry. In the second experiment, a sub-group of cows grazing Brachiaria pastures was supplemented with 9 kg/animal/day of Nacedero. The forage variables evaluated were dry matter (MS), neutral detergent fiber (FDN), acid detergent fiber (FDA) and total nitrogen (NT); animal variables evaluated were weight gain, milk production and fat content.

In the first experiment, the relative degradation in the rumen (MS, FDN and NT) was Mulberry (75%) > King grass > Star grass; in the second experiment, Nacedero degraded more rapidly (> 70%) than Brachiaria (<65%). Cows supplemented with Mulberry had higher milk production (6.9 kg/animal/day) compared to the African star grass supplement (5.4 kg/animal/day); no differences were found in milk yields when Brachiaria was supplemented with Nacedero. The percentages of fat in the milk were similar in all the treatments evaluated.

los componentes de la pastura (carga animal, períodos recuperación, digestibilidad, frecuencia de corte, etc) como del manejo de los animales (especies animales, edad animales, frecuencia pastoreo, etc). Dentro de estos materiales destacan la Estrella Africana (*Cynodon*

¹ Investigaciones realizadas dentro del Proyecto "Utilización de árboles forrajeros para la alimentación de ganado en el pie de monte llanero en Colombia"; ² Zootecnista, M.Sc Docente Universidad de los Llanos. Apartado Aéreo 2333 E-mail: mlroa@villavicencio.cetcol.net.co ³ Médicos Veterinarios Zootecnistas de la Universidad de los Llanos.

nlemfluensis), la Braquiaria (*Brachiaria decumbens*) y el pasto King grass (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*) (Bernal 1994, Loreto y Cuesta 1989, Gonzáles y Huertas 1987), pero que en general no superan el 10 % de proteína limitando la eficiencia alimenticia, generando bajas producciones de leche y largos períodos de tiempo en el pastizal.

En forma paralela al mejoramiento de las pasturas, el sector de lecherías enfocó sus esfuerzos en el uso de concentrados con base en granos para garantizar una adecuada productividad. Los concentrados, aunque todavía son utilizados presentan algunos inconvenientes que limitan su utilización: altos costos, debido a que muchas de las materias primas se deben importar; muchos niveles de intermediación, lo que encarece el precio al productor; el manejo requiere de mucha infraestructura, para realizar las mezclas de materia prima y requiere de un manejo especializado para garantizar los balances de nutrientes. Debido a estas circunstancias, se iniciaron una serie de investigaciones para probar el uso de forrajes alternativos, que garantizaran una alimentación balanceada que pudiera producirse a nivel de finca. Entre los forrajes más estudiados se encuentra la Morera (*Morus alba*) y Nacedero (*Trichanthera gigantea*), los cuales han mostrado resultado promisorios y permiten vislumbrar cambios importantes en la forma de producir en el nuevo milenio (Benavides 1994-1995, Galindo *et al.* 1990, Murgueitio 1998, Rios 1994, Rodríguez 1992).

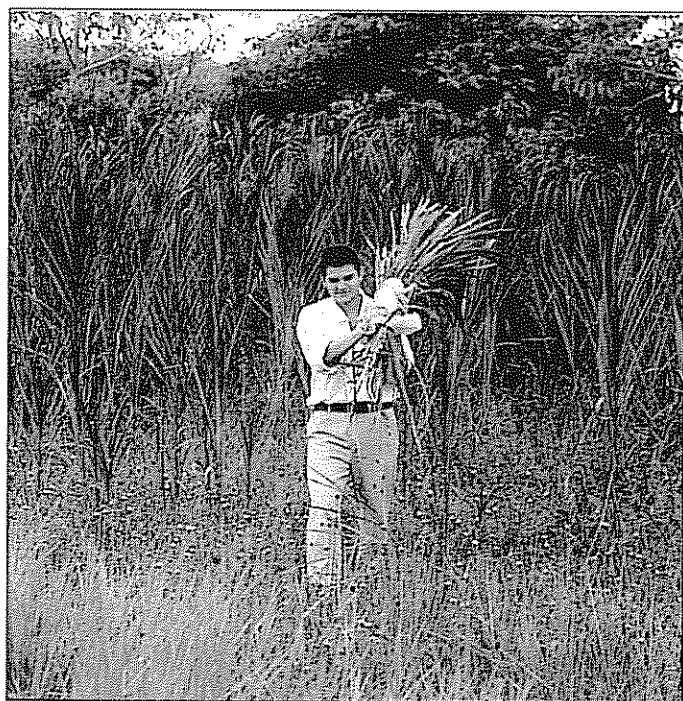
El objetivo de estos experimentos fue evaluar el uso de forrajes suplementarios al uso de pasturas en el pie de monte llanero en Colombia, como una forma de mejorar la eficiencia productiva de lecherías; disminuir problemas ambientales, al poder liberar zonas no apropiadas y poder utilizar recursos producidos en las fincas, como una forma de aumentar la eficiencia socioeconómica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos ensayos en el municipio de Villavicencio, Colombia. La zona se clasifica como Bosque Húmedo Tropical (temperatura promedio de 27°C; precipitación anual 3000 mm; humedad relativa del 80%; una altura de 400 m.s.n.m; suelos de planicie aluvial, pobres en materia orgánica y con alta saturación de aluminio). Se utilizaron dos fincas dedicadas a la ganadería de leche; en la finca 1 se tenía pasto estrella (*C. nlemfluensis*) manejadas con pastoreo rotacional y en la finca 2 se tenía pasto braquiaria (*B. decumbens*) manejada en forma más extensiva en apartos de 70 ha. Se utilizaron 20 vacas en segunda y tercera lactancia de los cruces: Cebú x Pardo Suizo y Cebú x Holstein en cada una de las fincas, con una

producción promedio inicial de 3.6 y 5.2 kg leche/vaca/día y un peso promedio de 317 y 352 kg respectivamente.

En el experimento 1 los animales fueron divididos en dos grupos de 10 animales cada uno y alimentados de la siguiente manera: T1= pastoreo con Estrella + 8.5 kg de material fresco/animal/día de pasto de corte King grass morado (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*), T2= pastoreo en gramínea Estrella + 6.5 kg/animal/día de pasto de corte King grass + 3.5 kg de hojas frescas de Morera. En el experimento 2, los animales fueron divididos en dos grupos de 10 animales cada uno y alimentados de la siguiente forma: T1= pastoreo de Braquiaria (*B. decumbens*), T2= pastoreo en *B. decumbens* + 9.0 kg material fresco/animal/día de Nacedero. Los animales de ambos experimentos tuvieron agua y sal mineralizada a voluntad.



El pasto king grass morado (*Pennisetum purpureum + Pennisetum typhoides*) fue utilizado como parte de los tratamientos de dieta básica (Foto: ML Roa).

Los animales tuvieron un período de acostumbramiento a la dieta de 10 días y 30 días de evaluación. El pasto de corte y los forrajes fueron ofrecidos durante los ordeños. Los experimentos no tuvieron diseño experimental, se realizaron comparaciones de T Student, las variables evaluadas fueron: en los forrajes la materia seca (MS), la fibra detergente neutro (FDN), fibra ácido detergente (FDA) y el nitrógeno total (NT); en los animales fue evaluada la producción de leche, ganancia de peso y porcentaje de grasa y se registraron los costos para cada tratamiento.

Los análisis nutricionales de los pastos y forrajes fueron realizados en el laboratorio de nutrición de UNILLANOS (AOAC, 1985), la degradabilidad ruminal se realizó por el método de Merhez y Orskov (1977), se utilizaron 15 muestras de cada forraje, con tres repeticiones cada hora en bolsas de nylon). Para determinar la FDN y FDA se utilizó el método de Goering y Van Soest (1984). En la planta procesadora de lácteos se realizaron las determinaciones de la leche.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calidad de forrajes

Tanto Morera como Nacedero mostraron mayores valores de PC, comparados con las gramíneas, lo cual concuerda con Flores *et al.* (1998) que utilizó los mismos forrajes. El nivel PC de las pasturas (6.5% King grass y 7.4% Estrella) fueron más bajos comparados con los resultados de Bernal (1994), que reportó valores superiores al 11% y 8.8% respectivamente (Cuadro 1). La Morera presentó una mayor tasa de degradabilidad comparada con King grass y Estrella con valores del 89, 69 y 52 % respectivamente para la incubación a las 72 horas. La degradabilidad del nitrógeno total de la Morera presentó un valor de incubación a las 6 horas de 71 % lo que indica que esta especie tiene una proteína de alta solubilidad. Estos datos concuerdan con Flores *et al.* (1998) quien encontró una degradación ruminal de la MS de morera del 85% a las 8 horas y de proteína cruda de 6% a las 8 horas. La degradabilidad de los pastos fueron similares a los valores reportados para estas especies en la literatura (Flores 1998, Estrada 1997) (Cuadro 2).



El suministro de nacedero (*Trichanthera gigantea*) a vacas lecheras mejoró la ganancia de peso de los animales (Foto: ML Roa)

De los 9.0 kilos de forraje suministrado, los animales consumieron en promedio 7.1 kilos, para una aceptabilidad del 80%. Datos de consumo muy similares fueron reportados por Gómez *et al.* (1995).

El análisis del contenido nutricional del pasto Braquiaria (Cuadro 1), presentó un nivel de proteína similar a la reportada por Laredo y Cuesta (1989), por otra parte, la degradación a las 72 horas de la materia seca, FDN y nitrógeno total fue inferior del 65%, lo que se considera como un aprovechamiento medio de estos nutrientes en el rumen (Cuadro 2), mientras que el Nacedero mostró degradaciones superiores al 70%, siendo mayor la materia seca a las 48 horas (79.9%) en comparación con la reportada (73.5%) por Domínguez (1997).

Cuadro 1. Análisis nutricional de los forrajes utilizados en los experimentos.

Nutrientes	Morera %	Nacedero %	Estrella %	Braquiaria %	King grass %
Materia seca	29.5	20.2	24.6	23.3	35.4
Proteína cruda	18	19.2	7.4	6.6	6.5
Grasas	1.6	4.3	1.1	2.1	1.3
Fibra cruda	4.3	2.8	2.7	33.4	30.2
Cenizas	13.1	16.2	10.8	4.6	4.6
FDN	28.3	42.8	74.7	67.2	67.4
FDA	17.4	22.0	43.4	29.5	40.7

Laboratorio de Nutrición Animal UNILLANOS.

La degradabilidad del nitrógeno total del Nacedero a las 6 horas fue solo del 20%, lo que demuestra que esa especie tiene poca proteína soluble comparada con Morera, que tuvo un valor de 71% (Cuadro 2), este factor es importante para la utilización de N por parte de las bacterias ruminales, las cuales tendrían una mayor cantidad de tiempo para aprovechar en forma más eficiente el nitrógeno disponible; mientras que en el caso de Morera, posiblemente tendrían un exceso, pero en un corto período.

Respuesta animal

En el experimento 1 las vacas alimentadas con el tratamiento de Estrella suplementado con Morera tuvieron una mayor producción de leche (%), comparado con el tratamiento de pastoreo de estrella con King grass. Sin embargo, las concentraciones de grasa, proteína de la leche fueron menores que la dieta que incluía Morera (Cuadro 3).

En el experimento 2 donde las vacas estuvieron alimentadas con pasto Braquiaria suplementado con Nacedero la producción de leche (6.4 kg/an/día) también fue mayor (%) comparada con la Braquiaria sola (5.4 kg/an/día); hubo un incremento del 18% en la cantidad de leche. Estas diferencias de producción se pueden relacionar con un incremento en el aporte de nutrientes con la suplementación de Nacedero. Lo que demuestra en general la importancia de los recursos forrajeros, como sustitutos de los concentrados tradicionales.

Es importante anotar que todos los tratamientos que incluyeron suplementos tuvieron un menor costo por kilogramo de leche producida.

Cuadro 2. Degradabilidad ruminal de la materia seca, fibra detergente neutro y nitrógeno total (%) de los pastos y forrajes bajo diferentes horas de incubación utilizados en los experimentos.

M.S.	Morera	Nacedero	Estrella	Braquiaria	King grass
6	45.7	31.8	25.4	13.5	23.9
12	74.4	45.9	27.7	27.7	26.4
24	81.3	59.5	35.9	47.9	34.4
48	88.7	79.9	45.2	56.3	48.6
72	89.1	84.4	52.5	65.3	68.8
FDN					
6	36.9	13.6	12.5	4.1	3.1
12	41.1	29.0	22.8	18.9	5.1
24	49.3	46.7	26.6	37.4	27.0
48	75.1	67.7	35.7	42.6	35.2
72	75.2	73.4	48.9	55.9	61.4
Nitrógeno total					
6	71.4	20.2	34.4	9.4	36.4
12	76.4	22.4	35.5	13.9	40.0
24	82.0	40.7	51.8	59.4	45.3
48	94.5	76.7	54.7	62.5	55.6
72	94.8	85.2	60.0	63.0	72.7

Laboratorio de Nutrición Animal UNILLANOS.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La producción de leche aumentó cuando las vacas fueron suplementadas, tanto con Morera como con Nacedero. La palatabilidad de los forrajes fue muy buena y los costos de producción por kilo de leche fueron menores.

En el caso de Morera el contenido de grasa de la leche fue menor en comparación con las vacas que no recibieron este forraje, pero se incrementó el porcentaje de proteína. En el caso del Nacedero el porcentaje de grasa aumentó.

El suministro de Nacedero a vacas lecheras mejoró la ganancia de peso del animal, la suplementación de 7 kilos aproximadamente de este forraje fue suficiente para animales con producciones menores a 8 kilos/día.

Una mezcla de ambos forrajes puede generar buenos beneficios, debido a que la degradabilidad de los nutrientes de la Morera se realiza en pocas horas, mientras que el Nacedero es más lento, provocando una mayor eficiencia en el uso de este tipo de forraje.

Cuadro 3. Comportamiento productivo de las vacas en los tratamientos evaluados según experimentos.

Parámetros	Tratamientos			
	Braquiaria sola (2)	Braquiaria nacedero (2)	Estrella king grass (1)	Estrella king grass (1) morera
Días de experimentación	30	30	30	30
Peso inicial promedio (kg)	351.8	351.8	319.4	314.5
Peso final promedio (kg)	358.8 ^b	372.1 ^a	336.3 ^b	337.1 ^a
% grasa de la leche	3.9	4.2	3.9	3.1
% proteína de la leche	2.8	2.6	3.5	3.9
Costo /kilo de leche producida (US\$)	0.1536	0.1355	0.1432	0.1378
Sólidos totales	-	-	9.2	9.0

*Filas con distintas letras son diferentes (P<0.05).

(1), (2) se refieren a los experimento y las diferencias estadísticas (entre filas) deben compararse según su número

LITERATURA CITADA

AOAC 1985. Oficial methods of Association of Oficial Analytical Chemical. Washington D.C.

Benavides, JE 1994. La investigación en árboles forrajeros. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. CATIE, Turrialba. Costa Rica. ST II no 236.

Benavides, J 1995. Manejo y utilización de la morera (*Morus alba*) como forraje. Agroforestería en las Américas V: 2 (7) 27-30 p.

Bernal J 1994. Pastos y forrajes tropicales. producción y manejo Ed 3ª. Banco Ganadero. Bogotá pp 321-387.

Dominguez, JC 1997. Efecto con la suplementación con nacedero (*Trichanthera gigantea*) en ovinos alimentados con heno de Angleton. Tesis de Grado Médico Veterinario y Zootecnista. UNILLANOS. Villavicencio- Colombia.

Flores O; Bolivar D; Botero J; Ibrahim M 1998. Parámetros nutricionales de algunas leguminosas arbóreas y no leguminosas con potencial forrajero para la suplementación de rumiantes en el trópico. Livestock Research for Rural Development 10 (1):1-5 p.

Galindo W; Rosales M; Murgueitio E; Larrahondo J 1990. Sustancias antinutricionales en las hojas de guamo, nacedero y matarratón. Livestock Research for Rural Development vol 1 N°1. 9 p.

Goering, AL; Van Soest PJ 1984. Forage fiber analyses. USDA Agricultural Handbook N°379.

Gómez, ME; Rodríguez, L; Murgueitio, E; Ríos, C; Molina, C; Molina, H; Molina, E; Molina, P. 1995. Matarratón (*Gliricidia sepium*) y nacedero (*Trichanthera gigantea*) en árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. CIPAV. Cali Colombia 129 p.

Gómez, ME. 1995. El nacedero (*Trichanthera gigantea*), una especie potencial en sistemas de producción integrados. CIPAV. Cali Colombia.

Gonzalez, HF; Huertas, RM 1987. Evaluación de la ganadería en el Pie de Monte Llanero. Avances de Investigación Ganadera. ICA La Libertad.

Laredo MA; Cuesta A 1989. Técnicas para evaluación de forrajes y análisis de minerales en tejidos vegetal y animal. ICA-Tibatitá. Laboratorio de Nutrición Animal.

Merhez AZ; Orscov ER. 1977. A study artificial bag technique determining the digestibility of feed in the rumen. Journal Agriculture Science vol 88:645-650.

Murgueitio E. 1988. Los árboles forrajeros en la alimentación animal. Memorias primer seminario biotecnología animal. Cali. Colombia.

Ríos, I 1994. Apuntes etnobotánicos y aportes al conocimiento del nacedero (*Trichanthera gigantea*). Tesis M Sc U Javeriana.

Los huertos caseros de Zaachila en Oaxaca, México

Traversa Tejero Ignacio Pablo¹,
Fierros González Aurelio Manuel², Gómez Cárdenas Martín²,
Leyva López José Cristóbal³, Hernández Rea Rodolfo Alfredo³

Palabras Claves: Composición florística, estratos altitudinales, uso de especies

Home gardens in Zaachila, Oaxaca State, Mexico

RESUMEN

El estudio describe los elementos, las estructuras y funciones de los principales tipos de huertos caseros del Distrito de Zaachila, en el Estado de Oaxaca, México. Mediante observaciones y entrevistas a los productores, se tomaron datos sobre el uso de las especies, su distribución y su frecuencia dentro de los huertos familiares. La información se agrupó según la comunidad, la altitud y el productor. Se detectaron 250 especies de las cuales 165 fueron vegetales herbáceos y/o arbustivos, nueve especies fueron animales y 76 arbóreas. Los huertos caseros variaron en cuanto a los objetivos de producción, la estructura y las especies utilizadas, las cuales se adoptaron de acuerdo a las necesidades específicas de cada familia y con las condiciones ambientales de cada comunidad.

ABSTRACT

The study describes the components, structures and functions of the main types of home gardens in Zaachila District, in the State of Oaxaca, México. Data concerning the species used, their distribution and frequency within the home gardens were obtained through direct observation and interviews with farmers. The information was grouped according to community, altitude and farmer. A total of 250 species were found, of which 165 were herbaceous or shrub plants, nine animals and 76 trees. The home gardens varied with respect to production objectives, structure and the species utilized, which were determined by the specific needs of each family and by the environmental conditions of each community.

INTRODUCCIÓN

En la investigación agroforestal, los huertos familiares o caseros han sido tradicionalmente poco valorados, debido probablemente a que no generan muchos ingresos monetarios al sistema y por su complejidad, pues sus características son muy variables desde el punto de vista socioeconómico y cultural. No obstante, la vida de muchos pobladores rurales se desarrolla entorno a ellos.

La adopción de un sistema agroforestal está determinada básicamente por el potencial ecológico del área y; los factores socioeconómicos determinan la complejidad del sistema y la intensidad de su manejo (González, 1989). En el caso de los huertos caseros, debido a sus características (tamaño, composición florística, arreglos de especies y usos) tan variadas, deben identificarse alter-

nativas específicas para poder manejarlos adecuadamente (Herrera *et al.* 1994, citados por (Krishnamurthy 1994, Ruiz *et al.* 1994, Vásquez 1995, Santiago, 1995).

En el Distrito de Zaachila del Estado de Oaxaca, muchos productores poseen huertos caseros pero son desconocidos sus componentes, su manejo y los usos, lo que dificulta su evaluación y en consecuencia la identificación de alternativas para mejorarlos. El objetivo del estudio fue describir los elementos, las estructuras y parte del funcionamiento de los principales huertos caseros del Distrito de Zaachila (Oaxaca), así como también las implicaciones en el manejo y en la conservación de los recursos naturales.

¹ M.Sc. Profesor Investigador. Departamento Forestal Av. Gral. Rivera 2553/201. C.P. 11600. Montevideo. Uruguay Telefax 598-2 709-66-48 ² Profesores Investigadores Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Manuel Doblado No. 1010 Oaxaca, Oax México. Tel: (0052) 951 6 31 58 y (0052) 951 4 16 90. Fax: (0052) 951 4 17 08 ³ Profesores Investigadores. Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca Ex-hacienda de Nazareno Xoxocotlán Apartado Postal 273 Oaxaca, Oax México Tel: (0052) 951 7 07 88 Fax: (0052) 951 7 04 44

MATERIALES Y MÉTODOS

El Distrito de Zaachila se encuentra cercano a la ciudad de Oaxaca, en la región denominada Valles Centrales, ocupa un área de 47.279 has distribuidas en seis municipios, la tenencia de la tierra es principalmente comunal. El clima dominante es cálido seco y semicálido, con lluvias de mayo a setiembre (temperatura promedio de 19 a 22 °C, 600 mm de precipitación promedio y elevaciones variables, dependiendo de las comunidades (Cuadro 1). Los suelos de Zaachila son regosoles, litosoles y feozem.

Por medio de entrevistas y observaciones fueron descritos los componentes, la organización espacial y las especies de 32 huertos familiares ubicados en diferentes comunidades (Cuadro 1). Diez de los productores visitados correspondieron al estrato altitudinal bajo (<1800 msnm), siete al estrato medio (1800-2100 msnm) y quince al estrato alto (>2100 msnm). Durante las entrevistas, se colectaron muestras botánicas de las especies poco comunes y se registraron todos los nombres locales de las especies, además se elaboraron diagramas para facilitar la descripción de los huertos, ocasionalmente se tomaron fotografías

La información se ordenó por comunidades, estrato altitudinal, uso de las especies y productores, con la finalidad de facilitar la determinación de posibles relaciones entre estas variables. De la base de datos se construyeron cuadros y gráficos de frecuencias

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aunque se detectaron diferencias en las especies y su manejo en los huertos caseros, todos sin importar estratos altitudinales incluyeron componentes agrícolas anuales y perennes, forestales y pecuarios. Se encontró un total de 250 especies; 165 fueron arbustivas y herbáceas, 76 fueron arbóreas y nueve animales.

Número de especies por tipo de uso

El grupo de mayor diversidad de plantas fueron los ornamentales con 77 especies, lo que indica que los huertos no sólo satisfacen necesidades alimenticias, sino que también tienen un valor escénico, basado en los gustos y preferencias de la familia y apoyados en su creatividad e ingenio. El segundo grupo más frecuente fueron las especies de uso alimenticio (76) posiblemente debido al uso tradicional de los huertos caseros para proveer alimentos para la familia. El tercer grupo en diversidad de especies fueron las plantas medicinales con 38 especies, las cuales se cultivan como una estrategia frente a las dificultades para tener asistencia médica convencional (Figura 1).

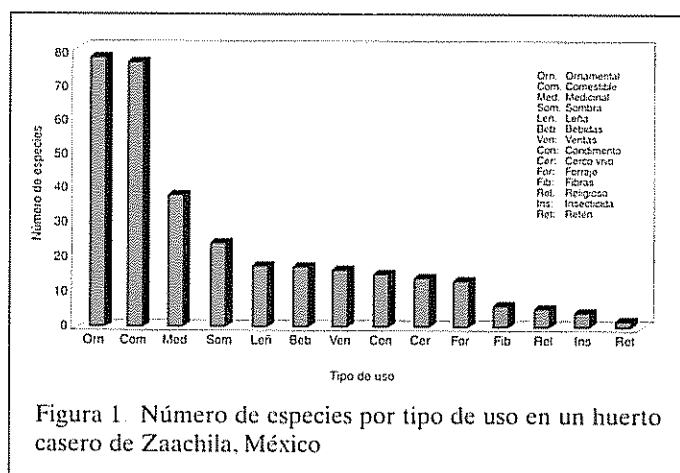


Figura 1. Número de especies por tipo de uso en un huerto casero de Zaachila, México

Número de especies por estrato altitudinal

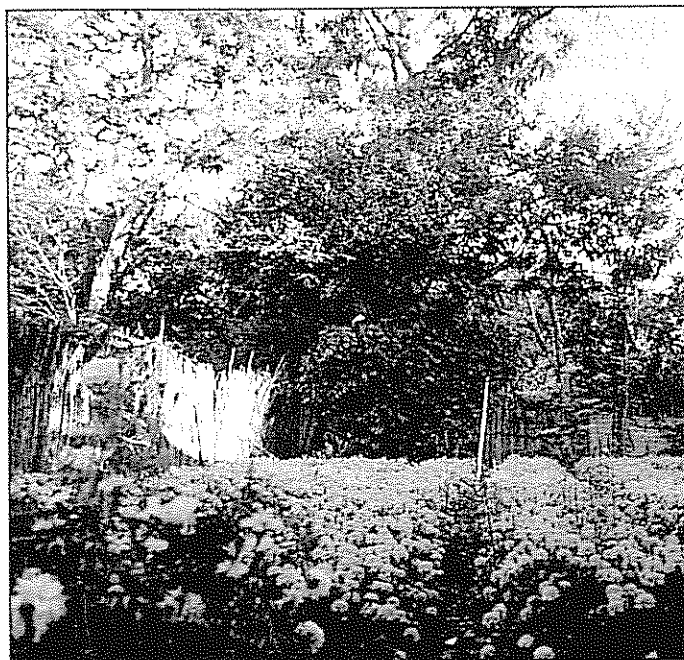
En el estrato altitudinal bajo (<1800 msnm) se encontró la mayor diversidad de especies vegetales (167), el segundo lugar lo obtuvo el estrato alto (> 2100 m) con 115 especies y la menor cantidad fue encontrada en el estrato medio (de 1800 a 2000) con un promedio de 95 especies. Las diferencias podrían resultar del gran número de especies ornamentales herbáceas encontrados en los

Cuadro 1. Principales variables ambientales y tipo de vegetación de las localidades visitadas en el Distrito de Zaachila, Estado de Oaxaca, México

Localidad	Altura (msnm)	Precipitación (mm anuales)	Temperatura promedio (°C)	Tipo de vegetación
San Lucas Tlanichico	1500	600-800	22	BE, BTC
Santa María Roaló	1500	600-800	22	BE, BTC
La Trinidad Zaachila	1500	600-800	22	BE, BTC
Santiago Huaxolotipac	1800	900-1100	19	BQ, BG
San Francisco Infiernillo	2000	900-1100	20	BQ, BQP, BTC
San Francisco Yucucundo	2300	900-1100	20	BQP, BPQ
San Antonio Huitepec	2300	900-110	19	BQP
San Pablo Cuatro Venados	2400	700-900	19	BQP, BPQ
Santa Inés del Monte	2400	700-900	19	BQP, BPQ

BE: Bosque espinoso; BTC: Bosque tropical caducifolio; BQ: Bosque de encino; BG: Bosque de galería; BQP: Bosque de encino-pino; BPQ: Bosque de pino-encino

huertos del estrato bajo, en detrimento de los frutales arbóreos que se cultivan principalmente en las zonas medias y altas, la mayor posibilidad de riego y la ventaja que significa una mayor cercanía a la ciudad de Oaxaca, donde las ornamentales se pueden vender en los mercados.



Vista parcial de un huerto casero de la localidad de La Trinidad Zaachila, que incluye una pequeña plantación de flores de compasúchitl (*Tagetes erecta* L.), flor que tiene varios fines: ornamental, comercial y religioso

Frecuencia de especies por uso

De las especies más frecuentes de los huertos caseros de Zaachila, siete fueron arbóreas; de las agrícolas, dos fueron arbustivas (nopal e higuera) y dos herbáceas (maíz y geranio) y una especie animal. En todos los huertos la presencia de árboles fue constante, sin importar la comunidad, el estrato altitudinal u otras condiciones ambientales.

De las especies más frecuentes nueve fueron de uso comestible, incluidas las gallinas, este aspecto confirma el objetivo de la mayoría de los huertos en la búsqueda de la autosuficiencia alimenticia para las familias. Se desprende también que para conocer el objetivo principal de un huerto, la frecuencia de especies por uso sería un indicador más adecuado que el número de especies por tipo de uso.

Número y distribución de las especies

El promedio del número de especies por huerto fue de 26, aunque la variabilidad fue alta, en algunos huertos se contaron hasta 50 especies, mientras que en otros sólo

de 10 a 15 especies. El tamaño de los huertos familiares no superó los 1600 m², cifra considerablemente menor a la reportada en la literatura para la región (Herrera *et al.* 1994, citados por Krishnamurthy 1994).

La distribución de las plantas en los huertos caseros no siguió un patrón definido, se orientaron a partir de los criterios particulares de cada núcleo familiar. En el diagrama de la Figura 2 se plantea una distribución de especies típica en la localidad de Santiago Huaxolotipac. Las ornamentales: Nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd.), Tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis* L.), Rosal (*Rosa jasminoides* Ell), Floripundio (*Datura candida* Pers. Saff) y Sábila (*Aloe vulgaris* Lem) se ubican al frente de la entrada, para crear un marco agradable para los moradores y los visitantes. En un segundo plano, se encuentran pequeñas parcelas de Jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), Zanahoria (*Daucus carota* L.) y Rábano (*Raphanus sativus* L.). Los granos básicos se localizan al fondo de la casa, por su menor valor estético. Por su parte, el componente arbóreo fue instalado en la zona perimetral para delimitar el área del huerto y para proteger al suelo de la escorrentía superficial que baja hacia el arroyo.

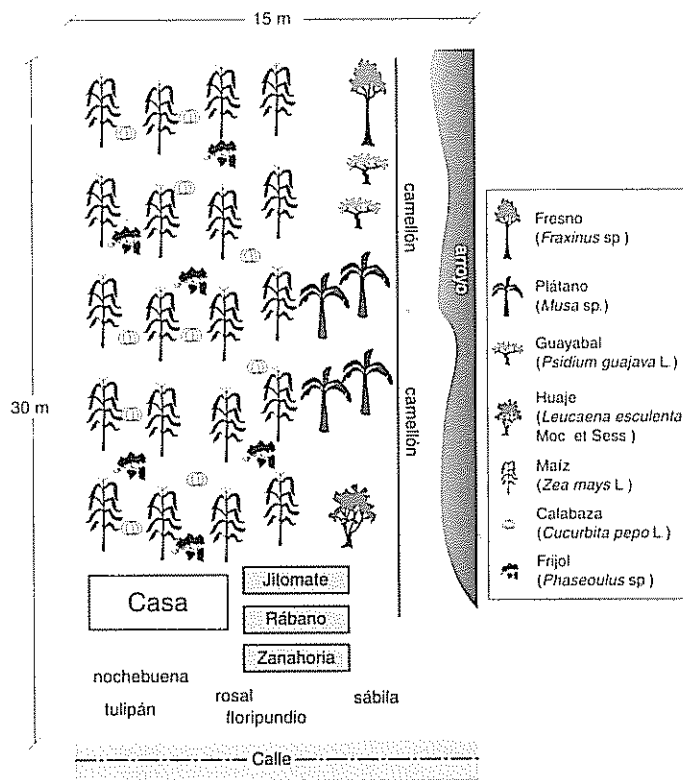


Figura 2 Diagrama de un huerto casero típico de Santiago Huaxolotipac en Oaxaca, México.

Cuadro 2. Listado de los usos de las doce especies más frecuentes, por frecuencia relativa acumulada por uso, en los huertos caseros del Distrito de Zaachila, Estado de Oaxaca, México.

Uso principal	Nombre común y científico	Frecuencia relativa acumulada por uso (%)
Comestible	Nopal (<i>Opuntia</i> spp.), Duraznal (<i>Prunus persica</i> L.), Aguacatal (<i>Persea</i> sp.), Huaje (<i>Leucaena</i> spp.), Maíz (<i>Zea maíz</i> L.), Naranja (<i>Citrus sinensis</i> Osbeck), Capulín (<i>Prunus serotina</i> var. <i>capuli</i>), y Manzanal (<i>Malus communis</i> DC.)	66
Producción huevos	Gallinas (<i>Gallus domesticus</i>)	11
Bebidas	Limonal (<i>Citrus limonia</i> Osbeck)	8
Venta	Higuerilla (<i>Ricinus communis</i> L.)	8
Ornamental	Geranio (<i>Pelargonium</i> spp.)	7
Total		100

De las plantas medicinales tradicionales utilizadas en México (Ruiz *et al.* 1994, Santiago 1995), todas fueron encontradas en este estudio, además de otras especies tales como: Cuajilote (*Parmentiera edulis* DC), Arnica (*Nerulaena lobata* (L.) R. Br.) y Albacar (*Ocimum micranthum* Willd), las cuales totalizaron 38 especies. Dentro de las especies arbóreas productoras de frutas comestibles más comunes (Vásquez 1995) se determinaron otras especies entre ellas: Mango petacón (*Mangifera indica*), Nogal (*Juglans* sp.) y Tamarindo (*Tamarindus indica* L.).

CONCLUSIONES

Los huertos caseros son un sistema agroforestal tradicional muy utilizado y difundido en toda el área de estudio, no obstante, no existe un patron constante o definido de especies; ya que varían de acuerdo con las necesidades específicas de cada unidad de producción (frutas, verduras, leña, plantas medicinales, entre otros) y con las condiciones ambientales que determinan su desarrollo. Los huertos cumplen una importante fun-

ción como laboratorios informales para experimentar, tanto especies propias del lugar como especies introducidas, que pueden provenir indistintamente de hábitats cercanos o lejanos. El denominador común es la diversidad de especies comestibles.

El grupo de las herbáceas y arbustivas fue el de mayor diversidad biológica, sin embargo, las especies arbóreas con menor diversidad, tienen una frecuencia de uso mayor.

Las especies arbóreas que se cultivan con mayor frecuencia en los huertos caseros incluyen al Duraznal (*Prunus persica* L.), Aguacatal (*Persea* sp.), Limonal (*Citrus limonia* Osbeck), Huaje (*Leucaena* sp.), Capulín (*Prunus serotina* var. *capuli*) y Manzanal (*Malus communis* DC).

Las localidades correspondientes al estrato altitudinal bajo, presentaron la mayor diversidad en sus huertos caseros, y la forma biológica predominante correspondió a las herbáceas.

LITERATURA CITADA

- González EA 1989. Principios lógicos, metodológicos y teóricos para la clasificación de los sistemas agrícolas SARH México. D. F. 42 p
- Krishnamurthy, L. 1994 Agroforestería para el ecodesarrollo. Curso internacional de entrenamiento en Agroforestería Vol. I, II y III. Centro de Agroforestería para el desarrollo sostenible. Universidad Autónoma Chapingo Chapingo, México. D. F. p. 53 p 771 y pp 356-373
- Ruiz VI; Moran N; Bailon R; Perez R 1994. Sostenibilidad y potencial de mejoramiento de los sistemas de producción agropecuaria de la sub-cuenca del Río Atoyac. Resultados de investigación y desarrollo tecnológico. 1994 CIIDIR-IPN Oaxaca pp 61-65
- Santiago, HO 1995. Las especies arbóreas y arbustivas de uso múltiple en los Valles Centrales de Oaxaca. Tesis de maestría. Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca. Oaxaca 109 p
- Vásquez DM. 1995. Ecología Productiva en Oaxaca. árboles silvestres comestibles VI Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario SEP. Roque. Guanajuato 14 p

Investigación participativa para la selección de leguminosas de cobertura en sistemas agroforestales en Calakmul, Campeche

Jeremy Haggar¹, Carlos E. Uc Reyes²,
ICRAF-México, Chetumal, Quintana Roo, México

Palabras claves: *Cajanus cajan*, *Canavalia ensiformis*, Control de malezas, México, *Mucuna pruriens*, *Phaseolus lunatus*, *P. vulgaris*, *Vigna unguiculata*.

Participatory research on the selection of legume covers in agroforestry systems in Calakmul, Campeche.

RESUMEN

El mantenimiento de las parcelas agroforestales ha sido una limitante para los productores de Calakmul, Campeche. Por medio de métodos participativos fueron probadas diferentes leguminosas por sus servicios para mejorar el suelo, controlar las malezas y proporcionar algún producto comestible para el productor. Durante 3 años se probaron 21 diferentes especies leguminosas combinadas con cultivos. Fueron evaluadas por su capacidad para ofrecer servicios requeridos a los cultivos y por la cantidad y calidad del producto. Al final se seleccionaron 8 leguminosas que cumplieron con los objetivos esperados. Desde el punto de vista del productor, las variedades de *Vigna unguiculata* proporcionaron el mejor producto con servicios medianos, mientras que *Canavalia ensiformis* y *Mucuna pruriens* dieron mejores servicios, pero con un producto de menos valor. Esta experiencia han sido usada en talleres de intercambio de experiencia con otros productores y por los programas estatales de agricultura sostenible de los Estados de Quintana Roo y Campeche como una alternativa a la Roza - Tumba - Quema.

ABSTRACT

The maintenance of agroforestry plots has been a limitation for the producers of Calakmul, Campeche. Through participatory methods, different legume species were evaluated for their ability to improve the soil and control weeds, as well as provide some edible product for the farmers. During 3 years, 21 different legume species were tested in crop combinations. They were judged by their capacity to provide the services required and by the yield and quality of the products. In the end, eight legumes were selected that met the objectives. From the point of view of the producer, *Vigna unguiculata* varieties gave the best product and moderate service value, while *Canavalia ensiformis* and *Mucuna pruriens* had a higher service value but a product of lower value. This experience has been passed onto other producers through workshop interchanges and is being promoted by governmental sustainable agricultural projects in the states of Quintana Roo and Calakmul as an alternative to slash and burn.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas agroforestales son diversos, tanto en los componentes biológicos como en las funciones o beneficios que los productores pueden obtener. La investigación científica tradicional tiene poca capacidad de integrar este complejo de interacciones biológicas, económicas y sociales que afectan la viabilidad de este tipo sistemas (Scherer 1991). Sin embargo, los productores tienen que manejarlos todos los días. Desde 1991 en el municipio de Calakmul en el sureste del Estado de

Campeche, el Consejo Regional Agrosilvopecuario y de Servicios de Xpujil S.C., ha manejado un programa para la promoción de sistemas agroforestales con frutales y maderables. De las 700 ha establecidas, en muchos casos existe abandono de las parcelas, debido a la falta de capacidad de los productores para mantenerlas (Snook y Zapata 1998).

En 1993, un grupo de productores del ejido Narciso Mendoza, de la Sociedad de Producción Rural "San Jo-

¹ Dirección actual: CATIE-MIR, Apdo P-116, Managua, Nicaragua

² Dirección actual: Av. Ferrocarril, Casa 34 Fracc Arboleda Zaachila, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca; México. C.P. 68160

sé del Campo”, establecieron una parcela agroforestal con diferentes árboles (frutales y maderables) y cultivos anuales y bianuales entre los callejones. En 1996, surgió la preocupación por parte de los productores, que los cultivos anuales estuvieran afectando el buen desarrollo de los árboles. Estos acontecimientos provocaron la búsqueda de opciones para resolver su problemática; conociendo que el ICRAF estaba trabajando en la zona, solicitaron el apoyo para iniciar trabajos de investigación y así mejorar el manejo de su parcela agroforestal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron las investigaciones la parcela agroforestal de la sociedad con una extensión de cinco hectáreas, al año siguiente se sembraron 15 diferentes especies de árboles frutales intercalados con caoba (*Swietenia* sp). En el diseño se alternaron líneas de árboles frutales y forestales con líneas de plátano como cultivo bianual; se dejaron calles de 8 m de ancho entre las líneas de los perennes y bianuales para sembrar cultivos anuales.

La colaboración entre productores y técnicos se inició realizando un diagnóstico; se entrevistaron los productores mediante encuestas semi-estructuradas y donde se definieron los objetivos y las limitaciones para trabajar con sistemas agroforestales. Posteriormente se estableció un programa de investigación y capacitación por medio de acuerdos mutuos. Para definir la agenda de trabajo se buscó la convergencia de intereses entre productores e investigadores. Los productores no recibieron ningún apoyo económico por colaborar con la investigación y por tanto, solo se realizaron actividades de su interés.

Los objetivos acordados en esta investigación fueron:

- mejorar la fertilidad del suelo
- controlar malezas
- proveer algún producto para el consumo humano o animal

Con este fin se evaluaron varios leguminosos mediante el uso de métodos de investigación participativa para iniciar una integración de los factores que afectan la viabilidad de los sistemas agroforestales.

Una vez definidos los objetivos, se realizó una lluvia de ideas sobre las especies a probar. En el primer ciclo de producción se probaron 10 tratamientos combinando seis especies de frijol en monocultivo y asociado con maíz. En el transcurso de los siguientes tres años se realizó un proceso de prueba y eliminación de 21 tratamientos (Cuadro 1). Cada tratamiento se estableció en una o más de las 33 calles que existen dentro de la parcela agroforestal. El número de repeticiones dependió

del interés de los productores en el tratamiento y en algunos casos de la disponibilidad de semillas. Los productores aportaron semillas para las especies que sembraron y los investigadores consiguieron las nuevas que ellos quisieron probar.

Evaluación de los ensayos

La evaluación se realizó con base en mediciones cuantitativas de los rendimientos obtenidos por los productores, mediciones de poblaciones de plantas y cobertura de malezas y de leguminosas realizada por los investigadores. Se realizó un análisis de varianza de los datos de cobertura utilizando un diseño no balanceado uniendo los datos de los 3 ciclos de producción.



Cultivos de cobertura y maíz sembrado en calles entre líneas de árboles frutales, maderables y plátano

Los productores calificaron en forma cualitativa las características de cada tratamiento (Ashby 1991) y se realizó un taller de evaluación, al final de cada ciclo de producción.

En los talleres, primero se calificaron los tratamientos según los servicios que los productores esperaban, (control de malezas y mejoramiento de suelo) y, en el transcurso de las discusiones se aportaron otros criterios que afectaron la eficacia de las leguminosas en proveer otros servicios, los más frecuentes fueron la resistencia a plagas y el efecto de la leguminosa sobre el maíz o los árboles asociados. Debido a que fue difícil calificar cualitativamente más de 5 o 6 aspectos, los tratamientos fueron divididos en grupos similares y luego se seleccionó el mejor de cada grupo (ver ejemplo en Cuadro 2 con el primer ciclo de producción).

La evaluación de los productos de las leguminosas incluyó una calificación de la calidad del producto (ver ejemplo en Cuadro 3). Aunque el consumo humano fue el principal criterio, los productores también sugirieron

Cuadro 1. El proceso de prueba y eliminación de diferentes leguminosas en la parcela agroforestal de Narciso Mendoza (Número de parcelas sembradas con cada leguminosa)

Ciclo verano 1997	Ciclo invierno 1997	Ciclo verano 1998	Ciclo verano 1999
Leguminosas asociadas con Maíz			
Xpelón, <i>Vigna unguiculata</i> (2)	Xpelón (2)	Xpelón (1)	
Ibe, <i>Phaseolus lunatus</i> (1)		Ibe (5)	Ibes (6)
Tzama, <i>Phaseolus vulgaris</i> (2)	Tzama (2)	Tzama (1)	
Maíz <i>Zea mays</i> (2)	Maíz (5)		
	<i>Canavalia ensiformis</i> (1)	Canavalia (1)	
	<i>Mucuna pruriens</i> (5)	Mucuna (1)	Mucuna (6)
Frijoles de mata			
Xpelón (1)	Xpelón (3)	Xpelón (3)	Xpelón (6)
	Negro, <i>Phaseolus vulgaris</i> (5)	Negro (2)	
		Andalón <i>Vigna unguiculata</i> (1)	Andalón (6)
		Michigan <i>P. vulgaris</i> (2)	
		Flor de Mayo <i>P. vulgaris</i> (1)	
Leguminosas de cobertura			
Mucuna (1)	Mucuna (4)	Mucuna (2)	Mucuna (4)
Ibes (1)		Ibes (2)	
Tzama (1)			
	Canavalia (2)	Canavalia (2)	Canavalia (4)
Otras leguminosas			
	Caupi <i>Vigna</i> sp. (1)	Caupi (1)	Caupi (2)
		Soya, <i>Glycine max</i> (2)	
		Maní, <i>Arachis hypogea</i> (2)	
Chícharo gandul <i>Cajanus cajan</i> (2)		Chícharo gandul (3)	Chícharo gandul (1)
		<i>Clitoria ternatea</i> (1)	
<i>Leucaena leucocephala</i> (1)	Leucaena (2)	Leucaena (1)	



Los productores participantes en la investigación frente a su parcela agroforestal

incluir la facilidad de cosecha y la durabilidad de la semilla en almacenamiento. Debido a que el gusto fue el criterio de mayor importancia, se asignó doble peso en la calificación general. Además, para lograr sacar conclusiones de los ensayos y sus evaluaciones fueron integrados los factores: servicios, rendimiento y calidad. Basado en las evaluaciones anteriores se realizó un ordenamiento de los tratamientos para cada factor dentro de las agrupaciones de tratamientos y luego se comparó entre los mejores de cada grupo

RESULTADOS

Al final de las evaluaciones, las mejores ocho combinaciones consideradas, que cumplieron con uno u otro de los objetivos fueron: *Cajanus cajan*, *Canavalia ensiformis*, *Mucuna pruriens*, *M. pruriens* más maíz, *P. lunatus* más maíz, *Vigna unguiculata* var Xpelón, Andalón y Caupi. Los rendimientos de los diferentes tratamientos presentaron una gran variabilidad, desde tratamientos sin producción (por ejemplo en el frijol tzama), hasta rendimientos aceptables (por ejemplo de frijol xpelón, con un rendimiento de 1,400 kg/ha en verano y 440 kg/ha en invierno). Se encontró que hay diferencias significativas en la capacidad para controlar malezas, por ejemplo la incidencia de malezas fue mayor con los frijoles de mata que las leguminosas de cobertura como *Mucuna*, o *V. unguiculata*, var. andalón. Ningún tratamiento presentó ventaja sobre maíz en monocultivo en términos de esta variable. Actualmente los productores distinguen más diferencias entre los tratamientos, en parte porque han visto el desarrollo de los cultivos durante todo su ciclo y además, toman en cuenta variaciones entre las diferentes parcelas y ciclos de producción (Cuadro 4).

En 1997 las leguminosas en monocultivo tuvieron un mejor comportamiento comparado con las leguminosas

Cuadro 2. Evaluación por el grupo de agricultores, ordenando servicios y problemas de cultivos de leguminosas probadas durante el ciclo de verano 1997. 4 = el mejor; 1 = el peor (el mejoramiento de suelo fue estimado como la cantidad de hojarasca producida).

a) Leguminosas anuales en monocultivo					
	Frijol Xpelón	Frijol Ibes	Frijol Tzama	Mucuna	
Control de arvences	3	2	1	4	
Mejoramiento de suelo	2	3	1	4	
Resistencia a plagas	3	2	1	4	
Competencia con los árboles	4	2	3	1	
Calificación general	3	2	1	4	
b) Leguminosas anuales asociadas con Maíz					
	Frijol Xpelón	Frijol Ibes	Frijol Tzama	Maíz solo	
Control de arvences	2	3	4	1	
Mejoramiento de suelo	2	3	4	1	
Resistencia a plagas	2	3	1	4	
Efecto positivo sobre el maíz	4	3	3	1	
Calificación general	2	3	3	1	
c) Leguminosas perennes					
	Chícharo gandul	Leuceana			
Control de arvences	2	1			
Mejoramiento de suelo	1	2			
Resistencia a plagas	1	2			
Calificación general	1	2			
d) Comparación de los mejores en cada grupo					
	Mucuna	Maíz con Ibes o Tzama	Leuceana		
Control de arvences	3	1	2		
Mejoramiento de suelo	3	2	1		
Resistencia a plagas	3	1	3		
Competencia con árboles	1	2	3		
Calificación general	3	1	2		

asociadas con maíz o las leguminosas perennes en los tres factores evaluados. Entre las leguminosas en monocultivo, el xpelón presentó los mejores resultados en rendimiento y calidad, pero *mucuna* y *canavalia* fueron mejores como servicio. El frijol negro tuvo mayor preferencia como producto alimenticio, aunque su rendimiento no fue satisfactorio (Cuadro 5).

En 1998, como parte del proceso de prueba y eliminación, los productores agruparon leguminosas con características similares en las pruebas realizadas en 1997 y algunas otras nuevas. Las leguminosas de cobertura dieron los mejores servicios y rendimientos, pero la preferencia de producto más baja, mientras que el xpelón y andalón dieron servicios y rendimientos regulares y la mayor calidad de producto (Cuadro 6). En 1999, los productores decidieron mantener las ocho especies de leguminosas que habían dado mejores resultados en al-

Cuadro 3. Calificación y preferencias de los productores en cuanto a la calidad de los productos de 1997. Nota: doble peso fue usado para su calidad como alimento dado que fue el factor más importante.

Producto	Calidad como alimento humano o animal	Facilidad de cosecha	Durabilidad de semilla	Calificación general
Frijol Xpelón	14	4	4	22
Frijol Negro	16	8	2	26
Frijol Ibes	14	4	1	19
Frijol Tzama	8	4	3	15
Caupi	10	1	5	16
Mucuna	6	4	7	16
Canavalia	2	7	7	17
Chícharo gandul	4	6	7	17

guno de los tres factores evaluados. Se consideró que estas especies representaron las opciones más viables y que ofrecían diferentes alternativas, según el interés del productor. Cuando el principal interés es la producción de alimento humano, entonces se recomienda sembrar xpelón, andalón o ibes con maíz, si el principal objetivo es consumo animal, se siembra mucuna asociado con maíz y por último, si el objetivo principal es mejorar el suelo y controlar las malezas, se recomienda sembrar mucuna o canavalia en monocultivo.

Cuadro 4. Control de malezas por las leguminosas analizando datos de los 3 primeros ciclos de producción. Valores que no tenga letras en común son significativamente diferente ($p < 0.05$).

	Número de parcelas	Cobertura malezas %	Cobertura cultivo %
Mucuna+Maíz	5	7.2 a	74.6 abc
Mucuna	6	8.8 a	89.7 a
Frijol Andalón	1	10.0 a	70.0 abcd
Canavalia	4	14.0 ab	81.0 ab
Frijol Xpelón	8	17.8 ab	69.3 abcd
Xpelón+Maíz	5	20.2 abc	56.4 abcde
Canavalia+Maíz	2	21.0 abc	53.5 bcde
Maíz	7	23.3 abc	49.4 bcde
Tzama+Maíz	5	24.2 abc	59.2 abcd
Frijol Ibes	4	25.5 abc	66.8 abcd
Leucaena	4	27.3 abc	44.0 cde
Maní	2	30.0 abc	47.5 bcde
Frijol Tzama	1	30.0 abc	53.0 bcde
Caupi	2	32.5 abc	45.0 cde
Soya	2	32.5 abc	45.0 cde
Frijol Flor de Mayo	1	35.0 abc	55.0 bcde
Ibes+Maíz	3	37.0 abc	57.7 abcd
Chícharo gandul	4	42.3 bc	42.7 cde
Frijol Michigan	2	42.5 bc	35.0 de
Frijol Negro	8	43.5 bc	22.0 e
Clitoria	1	50.0 c	45.0 cde

Cuadro 5. Integración de los factores de evaluación de las leguminosas probadas durante 1997.

	Servicios		Rendimiento		Calidad de producto	
	a	b	a	b	a	b
<i>Monocultivo de leguminosas</i>						
Xpelón	5	3	7	3	6	3
Frijol Negro	1		4		7	
Caupi	1		5		3	
Ibes	5		1		5	
Tzama	3		1		1	
Mucuna	7		3		4	
Canavalia	7		6		3	
<i>Asociados con Maíz</i>						
Xpelón	3		4		5	
Ibes	5	1	5	2	4	2
Tzama	1		2		2	
Mucuna	3		2		3	
Canavalia	4		2		2	
<i>Leguminosas perennes</i>						
Chícharo gandul	1	2	2	1	2	1
Leucaena	2		1		1	

1 El ordenamiento de servicios es una integración de las evaluaciones de los agricultores para los ciclos de verano y invierno.
 2 El ordenamiento de rendimiento esta basado en datos tomados por los agricultores.
 3 El ordenamiento de calidad de producto es para la leguminosa solamente:
 a Ordenamientos para comparación dentro cada grupo.
 b Ordenamientos para comparación entre los mejores de cada grupo.
 Los valores mas altos son mejores.

Cuadro 6. Ordenamiento de beneficios de las diferentes leguminosas probadas en 1998. Vea leyenda de cuadro 5 para explicación.

	Servicios		Rendimiento		Calidad de producto	
	a	b	a	b	a	b
<i>Frijoles de Mata</i>						
Xpelón	5	2	4	1	5	3
Andalón	5		5		3	
Negro	3		3		4	
Michigan	1		1		1	
Flor de Mayo	1		1		1	
<i>Leguminosas de cobertura</i>						
Mucuna	3	3	2	3	3	1
Canavalia	3		3		2	
Ibes	1		1		1	
<i>Otras leguminosas</i>						
Soya	1		2		5	
Maní	3		4		3	
Caupí	4	1	5	2	4	2
Chícharo gandul	5		4		2	
Clitoria	2		1		1	

DISCUSIÓN

El objetivo de este tipo de investigación fue buscar alternativas de producción que cumplieran con los intereses y necesidades de los productores. No se esperaba que existiera un tratamiento considerado idóneo; pero si se pudo identificar un rango de opciones viables que cumplieran con diferentes objetivos. La capacitación a los productores sobre la potencialidad de las especies puede ayudar para la toma de mejores decisiones.

La experiencia presentada se realizó en una comunidad. ¿Pero, qué tan relevante es para otras comunidades aún en la misma región de Calakmul? En 1998, la Unidad Agroindustrial de la Mujer (UAIM) en otra comunidad, que también tiene una parcela agroforestal (sin mecanización) probó algunos de los materiales utilizados en Narciso Mendoza y encontraron que solo la mucuna y canavalia les dio resultado, las otras especies no pudieron competir con las malezas. Por tanto, todavía se deben realizar pruebas que permitan clarificar aun más los efectos y bajo que condiciones es más factible que funcionen.

No obstante, esta experiencia ha sido utilizada por instituciones de Calakmul para promover la agroforestería y los métodos de preparación de terreno sin el uso de la quema. La parcela ha sido un claro ejemplo de alternativa a la Roza-Tumba-Quema y es utilizado por programas de agricultura sostenible en los Estados de Quintana Roo y Campeche. En la actualidad se cuenta con un manual para la capacitación de los extensionistas. De esta forma, las tecnologías desarrolladas y probadas con productores están siendo adoptadas por los programas de desarrollo rural y son difundidas a otros productores, mostrando la capacidad de la investigación participativa que permite a los productores influir en el camino de su propio desarrollo.

Reconocimientos: Primero queremos agradecer la participación de los productores del SPR "San José de Campo", del ejido Narciso Mendoza municipio de Calakmul, Campeche. Seberino Alvarez, Antonio González, Antonio Alvarez, Olivero Alvarez, Reyes Alvarez, Concepción Alvarez, Cruz Martinez, Lorenzo Velázquez, José Manuel Velázquez, Juan Estrella, Bartolo Ramirez, y Lucio Alvarez. Agradecemos a la directiva del Consejo Regional Agrosilvopecuario y Servicios de Xpujil S.C., por su apoyo en nuestro trabajo en Calakmul. Esta investigación fue financiada por la Fundación Ford.

LITERATURA CITADA

Ashby J.A.:1991 Manual para la evaluación de tecnología con productores. CIAT, Cali Colombia 102p
 Scherr S.J 1991 On-farm research: the challenge of agroforestry Agroforestry Systems 15: 95-110.
 Snook A. y Zapata G. 1998 Tree cultivation in Calakmul, Mexico: alternatives for reforestation Agroforestry Today 10: (1) 15-18

¿Cómo Hacerlo?

Soportes vivos para Pithaya (*Hylocereus* spp.) en sistemas agroforestales

Héctor Cáliz De Dios¹
Roberta Castillo Martínez²

INTRODUCCIÓN

En muchos lugares de América, varias especies de árboles juegan un papel importante como soportes para plantas trepadoras de interés económico (Ichire, 1994); entre ellas: Vainilla (*Vanilla planifolia*), Maracuyá (*Passiflora edulis*), Pimienta (*Piper nigrum*), Ñame (*Dioscorea* spp.), Mora (*Rubus* spp.) y Pithaya (*Hylocereus* spp.). Todos estos sistemas agroforestales tienden a utilizar recursos propios, con lo que disminuyen la dependencia de materiales e insumos y aprovechan algunas ventajas al asociar estas especies. En ocasiones, los campesinos intercalan especies anuales entre los callejones, como Sandía (*Citrullus vulgaris*), Chile (*Capsicum annum*), Frijol (*Phaseolus vulgaris*), Maíz (*Zea mays*), Rábano (*Raphanus sativus*), entre otros.

El género *Hylocereus* ("pithaya") pertenece a la familia de las cactáceas, presentes en climas tropicales y subtropicales. En los últimos 10 años, este género ha despertado mucho interés económico en países como México, Nicaragua, Vietnam e Israel. La planta de pithaya produce un fruto exótico, de color rojo o purpúreo, sin espinas, de forma ovalada, de cinco a diez centímetros de largo; con apariencia atractiva, buen sabor y un peso promedio de 350 g. Tiene una vida postcosecha de alrededor de 10 días, dependiendo de la especie o variedad. El fruto es dulce y contiene propiedades nutricionales semejantes a otros frutos tropicales; los tallos jóvenes pueden ser consumidos como vegetales y la planta completa puede ser usada como forraje para rumiantes. La pithaya puede

crecer en diferentes tipos de suelo y es resistente a la sequía y suelos pobres (Castillo *et al.* 1996).

Como soporte para la pithaya es posible usar postes de concreto o madera, bardas de piedra o tutores vivos (Nair, 1997). El uso de soportes vivos se recomienda en lugares donde existe facilidad para obtenerlos. Los tutores vivos brindan varias ventajas, son una estructura de soporte muy barata y duradera, además se adaptan fácilmente a terrenos con pendiente (Budowski y Russo 1993). También es posible colocar entre los tutores, dos o tres hilos de alambre a manera de cerca, para ayudar a sostener la planta de pithaya. En este "Cómo hacerlo" se publican algunas recomendaciones, producto de los resultados de manejo e investigación acerca del cultivo utilizando tutores vivos, destacando las ventajas de esta modalidad agroforestal.

Características idóneas de tutores vivos

Los soportes vivos son árboles que deben reunir ciertas características para permitir el buen desarrollo y producción de la pithaya:

- a) se deben propagar por estacas, para ser utilizados directamente,
- b) deben producir raíces abundantes y crecer con rapidez,
- c) deben soportar la poda frecuente,
- d) deben tener una vida útil igual o mayor a la vida productiva del cultivo (alrededor de 15 años),
- e) tener suficiente resistencia para soportar el peso de la pithaya en producción.

¹ Universidad de Quintana Roo Boulevard Bahía, s/n Apdo. P. # 10 C.P. 77019 Tel: (983) 5-03-89. Fax: (01983)5-03-28 Chetumal, Quintana Roo, México. E-mail: robcasti@correo.uqroo.mx ² Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C. Ex Hacienda Xeumpich Antigua Carretera a Progreso Km 7. Apdo. P. 87. C.P. 97310 Cordemex, Yucatán, México. Tel (99)81-39-23 ext 11 Calix@cicy.mx

- f) favorecer el crecimiento y desarrollo del cultivo,
- g) tener hojas pequeñas que permitan el paso de la radiación, aún durante los periodos secos del año,
- h) que su corteza facilite la adherencia de las raíces adventicias de la pitahaya,
- i) que sea resistente a plagas y enfermedades y
- j) que no sea hospedero de plagas o enfermedades que puedan perjudicar al cultivo.

La mayoría de las leguminosas son buenos tutores, además, varias de ellas son fijadoras de nitrógeno (NAS, 1979). Entre las especies más recomendables están Co-cohite (*Gliricidia sepium*); Ha'abim (*Piscidia piscipula*); Tsalam (*Lysiloma latisilicua*); Huaxim (*Leucaena leucocephala*) y *Erythrina* sp. También, existen especies no leguminosas entre ellas: Chakáh (*Bursera simaruba*); Amapola (*Pseudobombax ellipticum*); Jicara (*Crescentia cujete*) y Ciruela (*Spondias purpurea*) entre otros.

Algunos tutores proporcionan productos adicionales como madera, forraje, frutos comestibles, material para artesanías y madera para carpintería. Además, la poda de los tutores provee de materia orgánica que puede ser reintegrada al suelo (Gutteridge y Shelton 1994).

Establecimiento de plantaciones de pitahaya con tutores vivos

Es posible producir tutores vivos a partir de semilla, pero es necesario esperar más tiempo para que las plantas alcancen cierta altura y diámetro para poder utilizarlas como tutor; en este caso, se tiene la ventaja de tener tutores con una raíz pivotante bien desarrollada y por lo tanto, más resistentes a los vientos y al peso de la pitahaya. Sin embargo, debido a que las estacas o esquejes de muchos árboles (*Bursera*, *Gliricidia*, *Erythrina*, etc.)

pueden enraizar fácilmente, es preferible utilizar las estacas, que a la larga ahorran trabajo, tiempo y dinero.

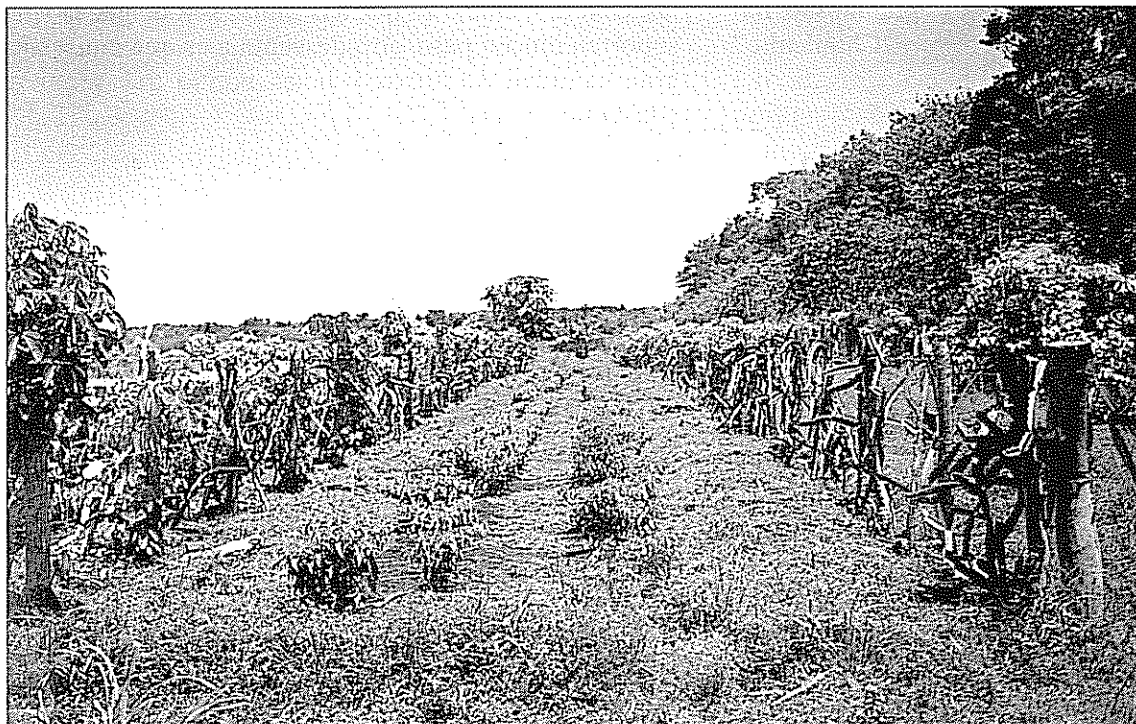
La pitahaya, al igual que muchos cultivos que utilizan soportes vivos, requiere la preparación del terreno, el trazado de la plantación, hoyado, abonado al fondo del hueco, obtención y plantación de tutores y establecimiento. Los tutores vivos generalmente se establecen con estacas grandes, de cerca de 1.8 m de largo, el diámetro depende de la especie y puede variar entre 7-10 cm (Cuadro 1). Es posible usar estacas más cortas pero el mínimo es 1.30 m, debido a que se tienen que enterrar 30 cm. La altura final de las estacas establecidas debe ser de 1 a 1.5 m. La distancia entre los tutores depende de la forma del árbol usado; *Gliricidia sepium* por ejemplo, tiene ramas que se extienden poco en el eje horizontal; en este caso se puede establecer a un distanciamiento de 3 m, mientras que *Spondias purpurea* tiene una corona amplia y requiere un distanciamiento de 4 m. En cada soporte vivo se pueden establecer una o dos plantas de pitahaya, de preferencia enraizadas, que se plantan en la base de cada tutor. Se sugiere establecer los árboles en "tresbolillo" para un aprovechamiento óptimo del espacio. Cuando se pretende utilizar maquinaria agrícola, las calles entre hileras de tutores deben medir 5 m de ancho; si las labores culturales se realizan en forma manual, se pueden utilizar distanciamientos de 3 x 3 m con densidades de 1100 plantas de pitahaya por hectárea.

Los tutores para pitahaya requieren diferentes tipos de poda. Al inicio debe podarse para dar formación, con el objetivo de mantener el árbol a una altura adecuada y facilitar las cosechas; luego se poda para ofrecer una estructura que permita el adecuado crecimiento. Poste-

Cuadro 1. Características de tutores vivos aptos para el cultivo de pitahaya en sistemas agroforestales

Especie	Distancia entre tutores (m)	Longitud de tutores (m)	Diámetro mínimo (cm) de tutores	Podas de formación
<i>Gliricidia sepium</i>	3	1.8	7-10	mayo y noviembre
<i>Piscidia piscipula</i>	3	1.8	7-10	mayo y noviembre
<i>Leucaena leucocephala</i>	3	1.8	7-10	mayo y noviembre
<i>Erythrina</i> spp.	3	1.8	10	mayo y noviembre
<i>Bursera simaruba</i>	3	1.8	10	mayo y noviembre
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	4	1.8	10	mayo y noviembre
<i>Crescentia cujete</i>	3	1.3	7-10	mayo, setiembre y enero
<i>Spondias purpurea</i>	4	1.3	10	mayo y noviembre
<i>Diphysa robinoides</i>	3	1.8	7-10	mayo y noviembre

Notas: Las podas de aclareo y manejo se realizan entre los meses de mayo a setiembre. El establecimiento del tutor se realiza al inicio de las lluvias. Las podas de aclareo de la pitahaya deben realizarse en el mes de octubre



Varias especies arbóreas como tutores de pitahaya Chile (*Capsicum annuum*) como cultivo intercalado

riormente se poda para regular la aireación y la entrada de luz solar; esto último es muy importante, pues la experiencia indica que el exceso de sombra produce tallos de pitahaya delgados y poco productivos.

Una desventaja del uso de tutores vivos para pitahaya es que requieren una mayor cantidad de mano de obra para las podas, principalmente en la época de producción (mayo a octubre); otra desventaja es que los tutores vivos tienen una menor superficie de apoyo para las ramas de pitahaya, lo que dificulta que se adhieran al tronco del árbol; por lo tanto, se deben amarrar con cierta frecuencia al tutor. También es necesario podar la pitahaya para mantener y garantizar la vida y salud de los tutores vivos, en especial después de la época de producción, para buscar un equilibrio entre el crecimiento del tutor y la pitahaya, pues cuando hay un crecimiento excesivo puede cubrir completamente al tutor y provocar su muerte.

Características de algunos de los árboles usados como tutores para pitahaya

Gliricidia sepium (Jacq.) Steud. Familia: Leguminosae. A veces llamado "Madriado", "Madero negro", "Mata ratón", "Madre de cacao", "Cacahuananche", "Sacyab", o "Cocoite" en América Central y México. Se propaga fácilmente, tanto por semillas como por estacas, su crecimiento es rápido (Otárola 1995). *G. sepium* es un tutor de muy buena calidad para pitahaya, porque es bastante fuerte. La textura del tronco y ramas son muy

aptas para el crecimiento de pitahaya. El árbol se debe podar solo para mantener un tamaño apropiado que permita las labores agrícolas. Sus hojas pequeñas proporcionan sombra adecuada, durante época de producción de la pitahaya se sugiere realizar podas de aclareo.

Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit. Benth. Familia Leguminosae. Es conocido como "Guaje" o "Huaxim" en México. *L. leucocephala* tiene varios usos, como leña y carbón, forraje, fertilizante orgánico, ornamental, madera para construcción y sombra. La importancia como tutor radica en su crecimiento rápido, sin embargo, sus ramas son quebradizas y poco aptas para soportar un peso excesivo de la planta de pitahaya. Con *L. leucocephala*, la pitahaya tiene suficiente sombra, lo que le ayuda a soportar las épocas de mayor radiación y temperaturas altas.

Piscidia piscipula (L.) Sarg. Familia: Leguminosae. Llamada "Ha'bim" o "Jabin" en Yucatán. La especie se usa en varias regiones para construcción de canoas, leña, carbón y postes. La corteza de las raíces es utilizada como medicinal (Mc Vaugh, 1987). *P. piscipula* es muy abundante en la Península de Yucatán, su corteza es muy adecuada para que se adhieran las plantas de pitahaya; a pesar de que pierden las hojas entre marzo y mayo, los frutos emergen en esa época, y son lo suficientemente grandes y alados, como para proporcionar algo de sombra a la pitahaya. Este tutor responde bastante bien a las podas.

Diphysa robinoides Benth. Familia Leguminosae, llamada "Guachipilín" en América Central y "Chipilcoíte" en el sureste de México. Es un árbol de 5 a 9 m, pero a veces mayor de 20 m de altura con un tronco grueso (NAS, 1979). La madera de *D. robinoides* es de muy buena calidad, se utiliza para artesanías en algunas regiones de Guatemala; la planta se usa mucho como medicinal. Las ramas y el follaje de *Diphysa* son muy adecuados para la fijación de *Hylocereus*. El tronco del árbol es robusto, por lo que soporta muy bien el peso de la planta de Pitahaya.

***Erythrina* sp. (L.)** Familia Leguminosae, llamada "Moté", "Madre" y "Colorín", en México. Entre las especies de *Erythrina* que se usan como tutores en América Central y México, están *Erythrina glauca* y *Erythrina mexicana*. *E. glauca* se conoce en Nicaragua y Honduras como "Guilimeque" y en El Salvador como "Ahuijote". La madera es útil como leña, pero no es apta para la carpintería. Las especies de *Erythrina* tienen crecimiento rápido, por tanto, cuando se utilizan como tutores de Pitahaya, es necesario realizar podas frecuentes. Es caducifolia por un período relativamente corto, entre abril y mayo, aunque bajo un régimen de poda no pierden totalmente el follaje. Las especies con menor cantidad de espinas son utilizadas con mayor frecuencia, ya que eso facilita las labores de manejo y el traslado de tutores.

***Bursera simaruba* (L.)** Sarg. Familia Burseraceae, conocida en México como "Chaká", "Palo mulato", e "Indio desnudo" en Nicaragua. Esta especie es muy utilizada como cerca viva (Bisse, 1981); diferentes partes de la planta son utilizadas como medicinal. Aunque no es considerado como uno de los mejores tutores, es uno de los más utilizados como tutor para pitahaya en la Península de Yucatán, México, debido a su abundancia. A pesar de la exfoliación de la corteza, las raíces adventicias de *Hylocereus* se fijan fuertemente al tutor; la extensión de las ramas del árbol no es muy grande, de tal forma que la sombra es aceptable; el árbol es muy fácil de podar. Una desventaja de la especie es que bota las hojas entre marzo y abril y deja desprotegida de sombra a la pitahaya, por otra parte, cuando la planta de pitahaya crece en exceso, con frecuencia el soporte termina por caer.

***Crescentia cujete* (L.)** Familia Bignoniaceae. Es conocida como "Güiro" o "Jicara" en América Central y México. Sus frutos son muy utilizados como contenedores de agua y para producir artesanías, varias partes del árbol son usadas como medicina (Gentry y Standley 1974). La ventaja de *Crescentia cujete* como tutor para la pitahaya es su porte bajo, que facilita las labores agríco-

las. Una desventaja es que sus ramas son delgadas y no soportan mucho peso, otra desventaja es que emite una gran cantidad de ramas y hojas por lo que requiere constantes podas.



Ciruelo (*Spondias purpurea*) utilizada como soporte vivo para pitahaya (Foto: R. Castillo)

***Spondias purpurea* (L.)** Familia Anacardiaceae. En México recibe varios nombres como "Abal", "Chiabal" y "Ciruela"; en América Central es conocido como "Jocote". Sus frutos presentan una gran variación (tamaños, formas, colores, sabor) y son bien aceptados en los mercados locales (León 1987). Las estacas cortadas y plantadas enraízan con facilidad y a menudo se utilizan para formar cercas. La corteza de *S. purpurea* es adecuada para la penetración de las raíces adventicias de la pitahaya, sin embargo, durante la época que bota las hojas, la pitahaya puede sufrir daños por mucho sol; además, durante la época de producción de frutos de pitahaya, la ciruela tiene mucho follaje y se perjudica la producción.

***Pseudobombax ellipticum* (Kunth)** Dugand. Familia Bombacaceae. En América Central y México es conocida como "Amapola" o "Kuy-ché". El árbol tiene una madera ligera, aprovechable para chapa o para fabricar canoas. El tallo de *P. ellipticum* tiene una buena capacidad de enraizamiento y si se plantan tallos gruesos (aproximadamente 20 cm de diámetro) soportan eficientemente el peso de la planta de pitahaya. La fijación de las raíces de pitahaya en el tronco es buena. Es cadu-



Plantación de pitahaya utilizando soporte de *Bursera simaruba* (Foto: R. Castillo)

cifolio solo por una breve temporada, en abril. Una desventaja de este árbol es que tiene hojas muy grandes y proporciona demasiada sombra, lo que disminuye el vigor de la planta de pitahaya.

CONCLUSIONES.

No todas las especies reúnen las características ideales para servir como tutores de pitahaya, sin embargo, si se practican podas adecuadas, varios árboles pueden cumplir adecuadamente este propósito.

Los tutores vivos para pitahaya brindan varias ventajas:

- a) ayudan a mantener la vegetación nativa,
- b) contribuyen al mejoramiento del suelo,
- c) son sistemas de soporte baratos y resistentes,
- d) se adaptan a suelos con diferentes curvas de nivel, y
- e) pueden combinarse con alambre para formar espaldaderas con el propósito de mejorar la estructura de soporte para la pitahaya.

Por otra parte, los tutores pueden ser fuente de leña, madera para carpintería, forraje, medicina, material para artesanías y dar frutos comestibles. En México, los árboles más usados como tutores para pitahaya, son *Gliricidia*, *Erythrina*, *Bursera* y *Pseudobombax*. Estas especies han presentado altos porcentajes de sobrevivencia en su establecimiento en campo.

Entre las desventajas más frecuentes que presentan varios tutores está el que son caducifolios en la estación seca y por consiguiente, dejan a la pitahaya muy expuesta a los rayos solares; en contraste, cuando inician las lluvias algunos tutores también desarrollan mucho follaje y entonces la sombra disminuye la producción de pitahayas en esa época. Los efectos negativos del pri-

mer caso se pueden atenuar con un riego adecuado, mientras que en el segundo caso puede solucionarse con podas a los tutores. Esta última actividad es muy importante porque además permite conformar la estructura del árbol y regular la entrada de luz y aire con el fin de favorecer el crecimiento de la pitahaya. Sin embargo, las podas incrementan los costos de mantenimiento de las plantaciones.

LITERATURA CITADA

- Bisse J 1981 Árboles de Cuba Editorial Científico Técnica Cd de La Habana Cuba 394 p
- Budowski G; Russo RO 1993 Live Fence Posts in Costa Rica A Compilation of the Farmer's Beliefs and Technologies Journal of Sustainable Agriculture 3(2):65-87.
- Castillo MR; Cáliz De Dios, H; Rodríguez A 1996. Guía técnica para el cultivo de pitahaya Universidad de Quintana Roo; Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología; Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias; y Universidad Autónoma Chapingo Quintana Roo México 158 p.
- Gentry (Jr) JL; Standley PC; Steyermark, JA 1949 Flora of Guatemala Part VI. Fieldiana: Botany Vol 24 Part VI Numbers 1 and 2 Field Museum of Natural History 440 p
- Gentry (Jr) JL; Standley PC. 1974 Flora of Guatemala Part X Fieldiana: Botany Vol. 24 Part X Numbers 1 and 2 Field Museum of Natural History. 466 p
- Gutteridge RC; Shelton HM 1994 El campo y el potencial de las leguminosas arbóreas en la agroforestería In L. Krihsnamurthy y JA Leos-Rodríguez (Eds.) Agroforestería en Desarrollo. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo. México Págs: 17-46
- Ichire O. 1994 Utilización de la agroforestería para el establecimiento de árboles frutales Agroforestería en las Américas. 1(2):20-22
- León J 1987 Botánica de los cultivos tropicales. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura San José Costa Rica 445 p
- Little (Jr.) EL. s/f Common Fuelwood Crops. A handbook for their identification Communi-Tech Associates Morgantown, West Virginia 298 p
- McVaugh R. 1987 Flora Novo-Galiciana A Descriptive Account of the Vascular Plants of Western Mexico. Vol 5 Leguminosae Ann Arbor The University of Michigan Press 786 p.
- Nair PKR 1997 Agroforestería. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible Universidad Autónoma Chapingo 543 p
- National Academy of Sciences (NAS). 1979. Tropical legumes: resources for the future, Washington. DC 331 p
- Otárola A 1995 Cercas vivas de madero negro: práctica agroforestal para sitios con estación seca marcada. Agroforestería en las Américas. 2(5):24-30

¿Cómo Hacerlo?

¿Cómo aplicar los conceptos de costo de oportunidad y costo-beneficio para la toma de decisiones en la producción agroforestal?

Wagner Guzmán Castillo¹

El propósito de este "cómo hacerlo" es difundir los conceptos "costo de oportunidad" y "análisis costo/beneficio" de forma simple y mostrar su aplicación con estudios de caso reales en el área agroforestal de forma que los lectores tengan mejores argumentos para la toma de decisiones económico-financieras.

¿QUÉ ES COSTO DE OPORTUNIDAD?

Es el valor de un recurso en su mejor uso alternativo. Una actividad que proporcione bajos ingresos tendrá mayor costo de oportunidad, ya que podrían existir actividades alternativas con mayores beneficios. La agricultura de subsistencia y seguridad alimenticia tienen costos de oportunidad altos, debido a que existen actividades alternativas que generan mayores ganancias. Este concepto es importante porque **compara** actividades alternativas.

Cuando un productor decide realizar actividades agroforestales nuevas, buscará reemplazar aquellas actividades que tienen altos costos de oportunidad o cuyos ingresos son bajos relativamente frente a la nueva propuesta. Cuáles son los ingresos a los que renunciaría? Para responder a esta pregunta tenemos que saber cuáles son los beneficios y cuáles los costos de las actividades que dejará de hacer. ¿Cómo hacer esta elección sobre la base de los costos y beneficios? Esto nos lleva a otro concepto económico importante denominado análisis costo-beneficio.

¿CÓMO SE HACE UN ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO?

Para realizar un análisis costo-beneficio se deben realizar dos listados (sistemas tradicional *versus* sistema nuevo) de las actividades que efectúa el agricultor. Luego, los sistemas se clasifican en relación con sus beneficios y costos y se determina como la "mejor", aquella actividad con mayores beneficios netos (beneficios – costos), la cual llamaremos actividad A. Supongamos que la actividad A le permite al productor beneficios por un valor de 80 y le ocasiona costos por un monto de 30. Por otro lado, las actividades relacionadas con la segunda alternativa (llamémosla actividad B), le genera al agricultor beneficios por un monto de 50 y le genera costos de 10 (Cuadro 1). ¿Cuál de las dos actividades debemos realizar? Podemos responder a estas interrogantes de la siguiente forma:

Cuadro 1 Costos y beneficios de actividades alternativas

Beneficios y costos	Actividad A	Actividad B
Beneficios	80	50
Costos	30	10

Si *quisiéramos realizar la actividad A*, tendríamos en cuenta que sus beneficios son: $B_A = 80 + 10 = 90$. Se suma 10, pues elegir la actividad A evita realizar los costos de la actividad B, por tanto, estos costos se convierten ahora en beneficios. Es decir, el costo de oportunidad de los beneficios de A, son los costos de la actividad alter-

¹ M.Sc. Investigador ICRAF, Perú. Tel (51-64) 579222. E-mail: w.guzman@cgiar.org

nativa B. Al analizar los costos por tomar esta decisión, tendríamos que $C_A = 30 + 50 = 80$. Se suma 50, pues elegir la actividad A, elimina los beneficios de la actividad B. Analizando los costos y beneficios que involucra hacer la actividad A tenemos que: $B_A = 90$ y $C_A = 80$, por lo tanto $B_A > C_A$, entonces se debe realizar la actividad A y no la B.

Si quisiéramos realizar la actividad B, tendríamos que los beneficios serían $B_B = 50 + 30 = 80$ y los costos serían $C_B = 10 + 80 = 90$ con los argumentos antes citados, en resumen se tendría $B_B = 80$ y $C_B = 90$, entonces $C_B > B_B$ y por tanto, no es conveniente realizar la actividad B.

Del ejemplo teórico anterior se concluye que existe una relación recíproca entre los costos y beneficios de las alternativas evaluadas. No incurrir en los costos de una actividad significa obtener beneficios de la actividad alternativa, y a su vez, no obtener los beneficios de la actividad implica tener que incurrir en los costos de la otra actividad (Cuadro 2).

Cuadro 2. Actividades, costo-beneficio y costo-oportunidad.

Actividades/costo/beneficio		Costo de oportunidad
Actividad:	A	$B_B - C_B$
Costos y beneficios	B_A	C_B
	C_A	B_B
Actividad:	B	$B_A - C_A$
Costos y beneficios	B_B	C_A
	C_B	B_A

ESTUDIOS DE CASO

Para ampliar la información se ofrecen dos ejemplos de investigaciones realizadas en Perú.

Barbechos mejorados

Durante 1994–1999, el ICRAF realizó una investigación sobre barbechos plantados en la localidad de Yurimaguas, Perú. Los tratamientos evaluados fueron: barbecho natural (testigo); barbechos con *Inga edulis*; *I. edulis* +



Los beneficios de los sistemas agroforestales fueron mayores comparados con los sistemas forestales puros y la agricultura tradicional, en parte porque los productores generaron mayores ingresos en el corto plazo (Foto: W Guzman)

Centrosema macrocarpum (centrocema); *Colubrina glandulosa* (colubrina); *C. glandulosa* + *C. macrocarpum* y una área con barbecho en monocultivo de *C. macrocarpum*. Después de un periodo de tres años se tumbó y quemó, se sembró maíz, caupi y finalmente arroz cuya cosecha se realizó en febrero de 1999.

De los presupuestos de cada uno de los tratamientos durante el periodo de análisis se obtuvo la información para calcular los parámetros económicos que caracterizaron a cada tratamiento (Cuadro 3).

Cuadro 3. Información económica de barbechos mejorados, Yurimaguas, Perú.

Parámetros	Tratamientos					
	T1 Barbecho Natural	T2 <i>Inga edulis</i>	T3 <i>I. edulis</i> + <i>C. macrocarpum</i>	T4 <i>Colubrina</i> <i>glandulosa</i>	T5 <i>C. glandulosa</i> + <i>C. macrocarpum</i>	T6 <i>Centrosema</i> <i>macrocarpum</i>
Beneficios	1.345	2.819	3.412	2.697	3.861	1.877
Costos	747	1.566	1.796	1.226	1.287	1.173
VPN	421	862	1.306	1.174	2.244	527

Nota: Los valores están en US\$ para 1994 y se ha utilizado una tasa de descuento de 20% anual

Cuál de los tratamientos proporciona mayor rentabilidad económica en relación al barbecho natural sobre la base de los conceptos de costo de oportunidad y análisis costo – beneficio?

Todos los tratamientos de barbechos mejorados resultaron más rentables en comparación con los barbechos radicales (T1). En todos los casos los beneficios fueron mayores que los costos. De los barbechos mejorados que involucraron una leñosa perenne (T2 y T4) *C. glandulosa* tuvo mayores beneficios comparado con *I. edulis*. Al comparar los tratamientos que incluyeron socios de especies leñosas con coberturas (T3 y T5) *Colubrina glandulosa* asociada con centrocema fue mejor que *I. edulis*. Después de realizar todas las comparaciones posibles, el tratamiento Colubrina + Centrocema fue el más rentable (Cuadro 4).

Cuadro 4. Comparaciones, beneficios y costos y nivel de decisión de barbechos evaluados, Yurimaguas, Perú.

Comparaciones	Beneficios y costos	Decisión
T ₁ vs T ₂	B ₂ = 2819+747 = 3566 C ₂ = 1566+1345 = 2911	B ₂ > C ₂
T ₁ vs T ₃	B ₃ = 3412+747 = 4159 C ₃ = 1796+1345 = 3141	B ₃ > C ₃
T ₁ vs T ₄	B ₄ = 2697+747 = 3444 C ₄ = 1226+1345 = 2571	B ₄ > C ₄
T ₁ vs T ₅	B ₅ = 3867+747 = 4608 C ₅ = 1287+1345 = 2632	B ₅ > C ₅
T ₁ vs T ₆	B ₆ = 1877+747 = 2624 C ₆ = 1173+1345 = 2518	B ₆ > C ₆
T ₂ vs T ₄	B ₄ = 2697+1566 = 4263 C ₄ = 1226+2819 = 4045	B ₄ > C ₄
T ₃ vs T ₅	B ₅ = 3861+1796 = 5657 C ₅ = 1287+3412 = 4699	B ₅ > C ₅

Cabe mencionar que cuando se realizan elecciones mutuamente excluyentes, la teoría económica recomienda efectuar aquella actividad que ofrece mayor Valor Presente Neto (VPN), bajo esta perspectiva, las respuesta a la pregunta planteada no sufre cambios, ya que el tratamiento T₅ presentó el mayor valor.

Agroforestería, forestería y agricultura tradicional

El ICRAF, a través del Programa de Domesticación de Árboles en la Región de Ucayali en la Amazonía Peruana ha promovido el establecimiento de bolaina (*Guazuma crinita*). Sistemas agroforestales (con cultivos anuales, perennes y semiperennes) y forestales con cobertura (*Centrosema macrocarpum*), diseñados en varias estrategias para incorporar bolaina en los sistemas de producción fueron comparados con la agricultura tradicional de roza, tumba y quema. La información de costos y beneficios por hectárea para las dos primeras

alternativas fue elaborado con base en la experiencia del Programa de Domesticación del ICRAF. La información para la tercera opción fue realizado con base en encuestas económicas efectuadas a productores. Se tomó un horizonte de planeación de 7 años para las tres alternativas y del análisis realizado fueron calculados los costos, beneficios y el VPN de los sistemas evaluados (Cuadro 5).

Cuadro 5. Información económica de sistemas evaluados, Ucayali, Perú

Parámetros	Sistemas		
	Agroforestería (S ₁)	Forestería tradicional (S ₂)	Agricultura (S ₃)
Beneficios	1,565	1,017	453
Costos	976	654	206
VPN anualizado	589	363	247

¿Son más rentables los sistemas agroforestales y forestales en relación al sistema de agricultura tradicional?

Los beneficios de los sistemas agroforestales (S₁) fueron mayores que comparados con los sistemas forestales (US\$ 226/ha) y la agricultura tradicional (US\$ 342/ha). El uso de este tipo de sistemas ofreció mayores ingresos. Los sistemas forestales ofrecieron mayores beneficios (US\$ 116/ha) comparado con la agricultura tradicional (Cuadro 6).

Cuadro 6. Comparaciones, beneficios y costos y nivel de decisión de sistemas evaluados, Ucayali, Perú.

Comparaciones	Beneficios y costos	Decisión
S ₁ vs S ₂	B ₁ = 1565+654 = 2219 C ₁ = 976+1017 = 1993	B ₁ > C ₁
S ₁ vs S ₃	B ₁ = 1565+206 = 1771 C ₁ = 976+453 = 1429	B ₁ > C ₁
S ₂ vs S ₃	B ₂ = 1017+206 = 1223 C ₂ = 654+453 = 1107	B ₂ > C ₂

Es importante anotar que todos los procedimientos analizados sirven como insumos o herramientas para la toma de decisiones, fundamentadas en criterios financieros. No obstante, existen otros factores en la toma de decisiones del productor que son muy importantes de tener en cuenta, como son los cambios en precios de insumos y productos, el riesgo, las enfermedades, el nivel de escala, la infraestructura disponible, que en ocasiones limita ciertas actividades, a las cuales el productor debe enfrentar, que no han sido tomadas en cuenta en esta metodología.

El sistema MIRA para el monitoreo del crecimiento y evaluación de árboles en sistemas agroforestales

El sistema Manejo de Información sobre Recursos Arbóreos (MIRA) del CATIE es un programa "software" que incluye una metodología de campo para establecer parcelas de medición en programas de investigación o inventarios forestales, que permite la creación de bases de datos, facilita la evaluación y el monitoreo del crecimiento de árboles y la cuantificación de biomasa en plantaciones y sistemas agroforestales.

El desarrollo del sistema MIRA se remonta a la década de los años 80, cuando el CATIE en conjunto con instituciones gubernamentales de investigación forestal en América Central inició el desarrollo de una metodología para el establecimiento y medición de parcelas de árboles maderables de uso múltiple. A través del MIRA, se ha generado valiosa información, incluyendo modelos de crecimiento y rendimientos de especies y realizado transferencia de tecnología. El sistema permite manejar información sobre sitios de investigación, clima, suelos, especies forestales, fuentes de semillas, medición de árboles y la cuantificación de biomasa.

Debido al interés surgido y a solicitudes recibidas de varias personas e instituciones a nivel internacional para conocer y utilizar el MIRA, y con el apoyo financiero del CIFOR, el sistema ha sido distribuido a solicitud de los interesados y se ha dado capacitación a más de 250 personas e instituciones en diferentes partes del mundo (Cuadro 1). El sistema funciona en inglés y español bajo ambiente *Windows (95, 98 y 2000)*. El desarrollo del programa ha estado bajo la supervisión del Dr. Luis Ugalde A. y de la asistente Teresa Washington del CATIE.

Las experiencias de entrenamiento y asistencia técnica realizadas en manejo de información forestal y agroforestal vislumbran un enorme potencial para rescatar gran cantidad de información generada por proyectos

Cuadro 1. Número y procedencia de personas capacitadas en el uso y manejo del sistema MIRA

País	No. de Participantes
Indonesia	16
Malasia	25
Brasil	18
México	55
Perú	24
Nicaragua	20
Honduras	18
Costa Rica	55
CATIE-Posgrado	14
Total	245

en diferentes regiones a lo largo de varias décadas, y que por diferentes razones, aún se encuentra almacenada como datos en su forma original. El MIRA permitiría analizar y difundir en forma más eficiente y apropiada mucha de la información acumulada.

Existe una necesidad urgente de buscar apoyo internacional y recursos financieros para fortalecer las instituciones nacionales con este tipo de herramientas, con el fin de mejorar la investigación forestal y agroforestal que permita mejorar e impulsar el desarrollo en recursos arbóreos a nivel regional. De esta forma se podría aprovechar una gran cantidad de investigaciones e información generada por varios proyectos e instituciones durante tantos años.

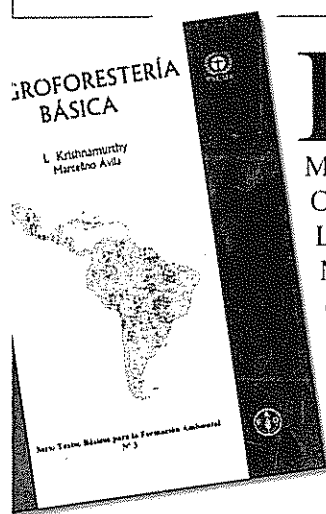
Para mayor información sobre el uso y manejo del sistema MIRA puede dirigirse a:

*Luis Ugalde Arias, Ph.D.
CATIE, Turrialba, Costa Rica
APDO. 7170, Turrialba, Costa Rica
Tel. (506) 556-0026 Fax: (506) 556-2427
E-mail: lugalde@catie.ac.cr
www.catie.ac.cr*

AGROFORESTERÍA BÁSICA

Serie de textos básicos
para la formación
ambiental. N° 3. 340 p.

Autores: L. Krishnamurthy y Marcelino Ávila



El libro fue publicado en 1999 por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, a través de la Oficina Regional para América Latina y el Caribe con sede en México. Esta obra consta de tres capítulos, el primer capítulo está enfocado en los Conceptos, Sistemas, definiciones, clasificación y Perspectivas de la Agroforestería, incluidas descripciones de los principales sistemas agroforestales.

El segundo capítulo está dirigido a los Alcances y al Potencial de la Agroforestería. El uso de hipótesis para organizar las potencialidades facilita la comprensión de los temas tratados, aunque en ocasiones algunas de las hipótesis solo se basan en una sola experiencia. En el tercer capítulo se analizan los Aspectos Socioeconómicos de la Agroforestería.

Las definiciones, descripciones e ilustraciones de las diferentes combinaciones de sistemas agroforestales hacen que este libro se convierta en una excelente herramienta para la enseñanza y el aprendizaje para técnicos, educadores e interesados en conocer los conceptos y principios básicos de la agroforestería. Así como, sus interrelaciones con otras disciplinas, en especial con el medio ambiente, y los aspectos socioeconómicos, con el propósito de frenar el deterioro de los recursos naturales y promover la sostenibilidad y un manejo más apropiado de los mismos.

Reseñado por: Luis Ugalde A. y Luis Meléndez M.

S I D A L C

El Sistema de Información y Documentación Agropecuaria de las Américas (SIDALC) está integrado por bibliotecas y unidades de información del sector agrícola y áreas afines, principalmente de América Latina y el Caribe.

Esta red hemisférica está coordinada por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), a través de la Biblioteca Conmemorativa Orton, ubicada en Turrialba, Costa Rica, y financiada por la Fundación Kellogg.

Productos

En forma cooperativa, el SIDALC desarrolla diversos productos que están disponibles bajo la dirección <http://www.sidalc.net> y también en un disco compacto.

Entre estos productos podemos destacar:

- AGRI2000: metabase de datos
- Directorio de Bibliotecas.

AGRI2000: metabase

Es una metabase de datos agropecuarios de América Latina y el Caribe, la cual reúne en una misma dirección electrónica más de 70 bases de datos bibliográficas, producidas por instituciones nacionales, regionales o internacionales, dedicadas a la investigación y enseñanza.

Búsquedas

AGRI2000 permite realizar búsquedas bibliográficas en todas las bases de datos participantes en el proyecto, ya sea en forma simultánea o por separado en cada una de ellas.

La identificación de los documentos puede hacerse por diferentes medios: autores personales y/o corporativos, títulos, palabras clave, país y fecha de la publicación. También permite identificar colecciones de publicaciones periódicas a través del título, temática o país de publicación de la revista.

Directorio de bibliotecas

El directorio permite la identificación de bibliotecas y/o unidades de información agropecuarias y afines, especialmente de América Latina y el Caribe. Provee la información necesaria para realizar contactos con cada una de ellas, conocer sus servicios y formas de pago de los mismos.

Búsquedas

Las búsquedas en el directorio pueden hacerse a través del nombre y/o sigla de la institución, nombre y/o sigla de la biblioteca o unidad de información, especialidad o país

Solicitud de documentos

Para obtener copia de los documentos registrados en las distintas bases de datos, el usuario debe dirigir su solici-

tud a la biblioteca poseedora del documento, o si lo prefiere, puede enviar su pedido a:

Biblioteca Conmemorativa Orton

Coordinación Técnica SIDALC

CATIE 7170, Turrialba, Costa Rica

Tel. (506) 556 0501 Fax (506) 556 0858

http://www.catie.ac.cr e-mail: bibliot@catie.ac.cr

Proyecto FOCUENCAS

Fortalecimiento de la capacidad local en manejo de cuencas y prevención de desastres naturales

Entre las principales lecciones aprendidas del huracán Mitch en América Central, además de su alta vulnerabilidad a desastres naturales, es que los gobiernos locales y comunidades organizadas afectadas fueron los actores más importantes en responder a la crisis creada por este evento. Mediante la iniciativa del CATIE y con el apoyo financiero de la Agencia Sueca para el Desarrollo Internacional (ASDI) en asocio con la Secretaría de Agricultura y ganadería de Honduras y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Nicaragua se desarrolla un proyecto tendiente a fortalecer a los actores y convertirlos en el foco de futuros esfuerzos por disminuir la vulnerabilidad y desarrollar capacidad para prevenir y mitigar este tipo de desastres

OBJETIVO DE DESARROLLO

En América Central, principalmente Nicaragua y Honduras, comunidades locales, con el apoyo de las municipalidades e instituciones nacionales, aplican prácticas sostenibles para manejo y rehabilitación de los recursos naturales en las cuencas altas del río Nacaome, Ulua y Chamelecon en Honduras y las cuencas de Matagalpa, Estelí, río Coco, río Estero Real en Nicaragua, reduciendo la vulnerabilidad a los desastres naturales.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Fortalecer la capacidad local (municipios, organizaciones e instituciones locales y nacionales, tanto públicas como privadas), en la implementación participativa de prácticas y técnicas de manejo y conservación de los recursos naturales y la rehabilitación de las cuencas hidrográficas
- Mejoramiento del conocimiento de decisores, técnicos, extensionistas y las familias sobre manejo de recursos naturales en cuencas hidrográficas con el propósito de reducir la vulnerabilidad a los desastres naturales.
- Formación de treinta profesionales de América Central, a nivel de maestría, en temas relacionados a la planificación y manejo integrado de cuencas hidrográficas.

RESULTADOS ESPERADOS

- Áreas demostrativas en cuencas prioritarias identificadas son analizadas y utilizadas como laboratorios de capacitación y transferencia de tecnología en manejo de cuencas.
- Pequeños proyectos implementados en conjunto y coordinación con las comunidades y municipios, en áreas críticas o degradadas.
- Municipalidades u otras organizaciones participan en las activi-

dades del proyecto dedicadas al mejoramiento del manejo de los recursos naturales y a la reducción de la vulnerabilidad.

- Productores (hombres y mujeres) participan, conocen de organización comunal, tienen implementadas prácticas de mejoramiento y conservación de suelos, reforestación, rehabilitación, agricultura sostenible en zonas de ladera.

Extensionistas / especialistas en capacitación agrícola conocen de organización comunal y de recomendaciones y prácticas para reducir la vulnerabilidad; hacen uso de métodos participativos, diseminan prácticas de conservación-rehabilitación de suelos, en eventos de capacitación; conocen la importancia de los aspectos de género en la planificación del uso de la tierra y conservación-rehabilitación de suelo.

Para mayor información y posibles colaboraciones con esta iniciativa pueden contactar a:

*Jorge Faustino en Honduras
Tel: (505) 2334551- 2331512 ext 219
E-mail: cuenpro@sdnhon.org hn*

*Alberto Camero en Nicaragua
Tel: (505) 233-1971
E-mail: acamero@catie.ac.cr*