

# **Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en América Latina tropical**

**Manuel D. Sánchez**

Dirección de Producción y Sanidad Animal, FAO, Roma

## **SUMMARY**

Animal production in the Latin American tropics has developed by incomplete adaptation of temperate systems. Extensive cattle production based on grass has caused ecological damage and loss of biodiversity; has not contributed to rural employment and development. Agroforestry systems are alternatives to intensify animal production while promoting plant/animal biodiversity and environmental conservation. Agroforestry implies the presence of trees and shrubs. It includes silvopastoral systems with grazing beneath or among trees in natural or planted forests; industrial and fruit tree plantations; in pastures with forage and multipurpose trees (in fences, banks and throughout the area); and integration of animals (in confinement) within mixed farming, and intensive cut-and-carry systems. Specialised silvopastoral systems have the following advantages over grass monocultures: greater amount and higher quality of fodder distributed in various plant strata; better micro-environment for animals; greater plant/animal biodiversity; larger carbon reservoir (counteracting CO<sub>2</sub> emissions); and various other benefits at farm level (firewood, posts, wind barriers, watershed protection, landscape improvement). Constraints to the development and extension of silvopastoral systems include: identification of suitable plant species for each stratum and location; technologies for plant introduction; methodologies for farm conversion to silvo-pastoral systems; financial support; availability of labour; and land tenure aspects. Key factors for the success of agroforestry systems are re-training of technical people and setting up demonstration units.

### **SITUACIÓN ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ANIMAL TROPICAL**

Por variadas razones, principalmente ligadas al legado colonial y a la formación académica tradicional, la producción animal en la mayor parte de las zonas tropicales de América Latina, tanto para monogástricos como para rumiantes, se ha basado en la adaptación incompleta de modelos desarrollados en climas templados. Los sistemas de producción bovina bajo pastoreo extensivo en las zonas tropicales, han causado un gran daño al medio ambiente y a la biodiversidad, han impedido un desarrollo rural y por consecuencia han promovido la emigración de la población rural hacia las ciudades en busca de alternativas mejores de vida (Howard-Borjas, 1995).

La destrucción de selvas y bosques, con la consecuente drástica reducción o pérdida de especies de plantas y animales, para la implantación de praderas artificiales, ha sido una verdadera tragedia para el medio ambiente tropical. Considerando además que los niveles de productividad en las praderas tropicales son bajos y que los beneficiarios no han sido la población rural en general, sino sectores privilegiados de poblaciones urbanas y los países desarrollados importadores de carne, esta modalidad de producción animal tiene que ser modificada urgentemente.

La vegetación original de la mayor parte de los ecosistemas tropicales húmedos es rica en variedad de especies y en cantidad total de biomasa distribuida en múltiples estratos, con una alta capacidad fotosintética. Los nutrientes minerales y el material orgánico están distribuidos principalmente en las plantas. Los suelos, lixiviados y generalmente pobres, no tienen la capacidad de retener los nutrientes presentes en el ecosistema una vez que la abundante vegetación ha sido removida, y reemplazada por una relativamente ligera cubierta compuesta de pastos. Con esta pérdida de biomasa, se pierde también capacidad fotosintética.

Las praderas de pastos para la producción bovina son verdaderamente artificiales, pues no solo la mayor parte de las especies de gramíneas vienen de otros continentes, incluso las que forman las llamadas praderas tropicales nativas, sino que hay que hacer un esfuerzo constante para evitar que se llenen de las llamadas malezas. Las tentativas de la naturaleza para restablecer una vegetación secundaria, reflejada en el crecimiento espontáneo de árboles y arbustos, son

constantemente detenidas por los herbicidas o en el mejor de los casos por el machete o el control mecánico.

La producción primaria de las praderas artificiales es baja comparada con la que existía originalmente, y la producción de carne y leche por unidad de área, a pesar de variedades de pastos mejorados y fuerte fertilización, ha llegado a un límite que parece insuperable con las estrategias de la revolución verde: monocultivo de pastos y altos insumos (fertilizantes) derivados de los combustibles fósiles. Las leguminosas rastreras introducidas en algunos casos han tenido una contribución significativa a los rendimientos del pastizal, pero en general han probado ser difíciles de manejar y mantener. Según T.R. Preston (comunicación personal) es claro que las mejoras en los sistemas de producción animal en el trópico no hay que buscarlas mirando hacia abajo (buscando pastos y leguminosas rastreras), sino hacia arriba (buscando árboles y arbustos forrajeros). En otras palabras, se tiene que regresar a modelos más cercanos a la vegetación original, pero específicamente diseñados para aumentar la productividad animal de los mismos.

Los sistemas agroforestales ofrecen una alternativa sostenible para aumentar la biodiversidad animal y vegetal, y para aumentar los niveles de producción animal con reducida dependencia de los insumos externos. Con ellos se trata de aprovechar las ventajas de varios estratos de la vegetación, como se ha enfatizado desde hace tiempo en el sudeste asiático (Nitis *et al*, 1991) y de mejorar la dieta animal proporcionando una diversidad de alimentos, forrajes, flores y frutos, que permiten al animal variar su dieta y aumentar su nivel de producción.

#### TERMINOLOGÍA

Por **agroforestería** se entiende tradicionalmente todos aquellos sistemas donde hay una combinación de especies arbóreas con especies arbustivas o herbáceas, generalmente cultivadas. Este término es muy amplio pues incluye desde la simple presencia de algunos árboles (ej. frutales) en combinación con cultivos de vegetales o cereales, hasta sistemas complejos con múltiples especies en varios estratos.

El **silvopastoreo** es un tipo de agroforestería que implica la presencia de animales directamente pastando entre o bajo árboles. Los árboles pueden ser de vegetación natural o plantados con fines

maderables (e.g. pinos), para productos industriales (e.g. caucho, palma de aceite), como frutales (e.g. mangos, cítricos) o árboles multipropósito en apoyo específico para la producción animal.

Por tanto, existen varios tipos de sistemas silvopastoriles y agroforestales con componente pecuario:

- Pastoreo en bosques naturales
- Pastoreo en plantaciones forestales para madera
- Pastoreo en huertos
- Pastoreo en plantaciones de árboles con fines industriales
- Praderas con árboles o arbustos forrajeros en las praderas
- Sistemas mixtos con árboles forrajeros o multipropósito para corte
- Sistemas agroforestales especializados para la gandería intensiva

Estos sistemas son descritos brevemente a continuación.

#### **SISTEMAS AGROFORESTALES PECUARIOS**

##### **Pastoreo en bosques naturales**

Estos son los sistemas silvopastorales más antiguos y se han practicado desde hace mucho tiempo en Europa y en América desde la colonización. En el caso particular de España, las «dehesas» se han desarrollado como una silvicultura pastoral especializada con un manejo de los encinos (*Quercos* spp) mediante podas que favorecen la producción de bellotas y de forraje tanto de los árboles como del pasto (Etienne, 1996). Por otro lado, el pastoreo en las tierras con bosques de propiedad federal en los EE.UU. ha contribuido en forma notable a la producción bovina y ovina en este país.

##### **Pastoreo en plantaciones forestales para madera**

De manera creciente se está considerando la integración de un componente ganadero en las plantaciones forestales comerciales por dos motivos: para proporcionar ingresos durante el tiempo que los árboles no se explotan y para reducción de riesgos de incendios forestales (Kosarik, 1997; Polla, 1997).

### **Pastoreo en huertos**

En la zona del Mediterráneo es tradicional el pastoreo en los olivares para control de malezas y reducción de incendios (Vera y Vega, 1986). En las zonas tropicales el mayor interés ha sido en la integración de ovinos en los huertos de cítricos. En Cuba la integración de ovinos pelibuey en los naranjales se ha investigado desde hace varios años (Borroto *et al*, 1985, 1986ab, 1989, 1994), pero su aplicación en las plantaciones comerciales ha sido limitada, debido en parte al daño por el consumo del follaje de los cítricos. Actualmente se están realizando investigaciones en la Universidad de Ciego de Avila (Cuba) estudios sobre la integración de ovinos en plantaciones de cítricos que incluyen el uso de cultivos de cobertura con leguminosas rastreras. Una aplicación más inmediata existe con la integración de caballos en cítricos, ya que controlan los agresivos pastos tropicales y consumen los solo frutos caídos, sin dañar los troncos o el follaje de los frutales. Actualmente se están cuantificando el comportamiento de los caballos y el efecto sobre la calidad y cantidad de la fruta en un estudio conducido por la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (Matanzas, Cuba).

### **Pastoreo de plantaciones de árboles con fines industriales**

El pastoreo tanto de ovinos en plantaciones de caucho, como de ovinos y bovinos en plantaciones de palma de aceite es una práctica que esta aumentando principalmente en el sudeste asiático (Sánchez, 1995), y ha sido el tema de varias reuniones internacionales (Iñiguez y Sánchez, 1991; Tajuddin, 1991; Ho *et al*, 1996). Existe un potencial enorme de producción ovina y vacuna basada en los recursos forrajeros que crecen en las plantaciones mismas tanto para caucho como para palma de aceite y coco (Reynolds, 1995), como en los productos y subproductos del procesamiento industrial o artesanal de los frutos de la palma aceitera (Ho *et al*, 1996). Existe también un gran potencial de desarrollar sistemas sostenibles de producción porcina basados en la integración con la palma de aceite (Ocampo, 1995, 1996).

### **Praderas con árboles o arbustos forrajeros en la pradera**

Consiste en la incorporación de árboles o arbustos forrajeros o multipropósito en las praderas naturales o artificiales. Las modalidades pueden incluir los cercos vivos, los bancos de proteína (generalmente de

leguminosas) y la inclusión de forrajeras arbustivas o arbóreas directamente en las praderas. En ciertos casos el componente de gramíneas se ve reducido a un mínimo, especialmente cuando hay varios estratos de plantas en sistemas silvopastoriles especializados para la producción pecuaria. Estos sistemas están aun poco difundidos, pero representan el potencial mayor en cuanto a su posible impacto a nivel de la producción animal en América Latina tropical.

#### **Sistemas mixtos con árboles forrajeros o multipropósito para corte**

En estos sistemas mixtos el componente pecuario se integra al agrícola y en ocasiones al piscícola, en un sistema mixto con complementariedad de especies animales y vegetales (Preston y Murgueitio, 1992). Los árboles y arbustos forrajeros proporcionan follaje de alta calidad para complementar la dieta basada en residuos de cosecha de bovinos y búfalos; la dieta de porcinos basada en algún producto rico en energía (e.g. jugo de caña o de palma, yuca, aceite y subproductos de la palma africana); y como base de las dietas de pequeños rumiantes (Gómez *et al*, 1995).

#### **Sistemas agroforestales especializados para la ganadería intensiva**

Estos sistemas se basan en la producción intensiva de forrajes de alto valor nutritivo (eg *Morus*, *Hibiscus*, *Malvaviscus*) en combinación con leguminosas para reducir los aportes externos de abonos o fertilizantes nitrogenados (Benavides, 1994). Estos forrajes de alta calidad pueden reemplazar completamente los concentrados a base de cereales y tortas de oleaginosas si reducción de la calidad ni la cantidad de leche, y por tanto permiten niveles muy altos de intensificación sin alta dependencia de insumos externos.

#### **VENTAJAS DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES ESPECIALIZADOS PARA LA PRODUCCIÓN PECUARIA.**

Las ventajas de los sistemas silvopastoriles dirigidos específicamente a intensificar la producción animal en comparación con los sistemas basados en monocultivo de pastos se exponen a continuación:

### Mayor cantidad y variedad de alimento con mejor calidad

El aprovechar la capacidad fotosintética de estratos múltiples de plantas destinadas específicamente a proporcionar alimento para los animales, representa uno de las mayores oportunidades para intensificar la producción pecuaria de manera sostenible, sin significativa dependencia de recursos externos. Uno de los objetivos a alcanzar sería el establecer una comunidad secundaria estable, con varios estratos de plantas productoras de follaje o frutos con valor nutritivo complementario.

Aunque las combinaciones posibles son ilimitadas, dependiendo de las especies vegetales y animales involucradas y las condiciones de suelo y clima, la siguiente estructura vegetal daría buenos resultados en muchos lugares:

- **Estrato arbóreo alto.** Este estrato estaría compuesto de un número determinado de individuos repartidos uniformemente. Además de proporcionar una media sombra que favorece un micro-clima en el cual se mantienen los forrajes de calidad por periodos más prolongados, también ayudan con la extracción de nutrientes del subsuelo, y pueden proporcionar tanto frutos como follaje caducifolio que los animales aprovechan ciertas épocas del año. Este estrato es clave para la estabilidad del sistema, pero es el que tarda más tiempo en establecerse. También pueden compartir este estrato palmas que proporcionan frutos comestibles, y otros productos. Las palmas en ocasiones no son eliminadas como el resto de la vegetación arbórea, o dadas sus características propias pueden ser transplantadas con facilidad aún siendo individuos adultos. Especies para este estrato podrían incluir *Albizia saman*, *Albizia lebbek*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Erythrina poeppigiana*, *Prosopis* spp. etc., y entre las palmas *Roystonea regia*, *Eleais guineensis*, *Bactris gasipaes*, *Mauritia flexuosa*, etc.
- **Estrato medio arbóreo.** Compuesto de árboles y arbustos para ramoneo, constituye el componente forrajero más importante. Idealmente, estaría formado por una combinación de leguminosas (eg *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*, *Sesbania* spp, *Erythrina berteroana*) y de plantas con follaje de alta calidad (ej. *Morus alba*, *Hibiscus rosa-sinensis*, *Malvaviscus arboreus*, *Trichanthera gigantea*).

- **Estrato medio trepador.** Leguminosas trepadoras (ej. *Neonotonia wightii*, *Centrosema pubescens*, *Clitoria ternatea*, *Teramnus labialis*) junto con otras forrajeras trepadoras (ej. *Ipomea* spp) serían las especies de este estrato.
- **Estrato herbáceo.** Estaría compuesto de pastos (*Panicum maximum*, *Paspalum* spp, *Brachiaria* spp, *Setaria* spp), leguminosas (*Arachis pintoii*, *Stylosanthes guianensis*, etc.) y otras forrajeras herbáceas.

La presencia de variados tipos y calidades de forrajes permite a los animales variar el consumo (Provenza, 1996) y de esta manera poder balancear su dieta de acuerdo a sus requerimientos y potencial, que se puede reflejar en mayor nivel de producción. Esta posibilidad de seleccionar la dieta adecuada no existe en los monocultivos de gramíneas. El término «ecología nutricional» (Leng, 1998) se ha sugerido para referirse a este esfuerzo de proporcionar el tipo o la variedad de forraje y/o alimento que permita al animal en cuestión variar por sí mismo su dieta respondiendo a estímulos metabólicos de retroalimentación (Provenza, 1996).

El valor de los árboles y arbustos forrajeros como fuente de proteína para los animales fue el tema de una consulta interdisciplinaria de expertos (FAO, 1992) donde se presentaron y discutieron variados aspectos del valor nutritivo de los follajes y del papel que juegan las leguminosas arbóreas y otros árboles forrajeros en los sistemas de producción animal. Recientemente se ha preparado una publicación (Leng, 1998) donde se analizan en detalle las contribuciones a nivel ruminal del follaje de leguminosas arbóreas. En forma resumida los follajes proporcionan nitrógeno y otros nutrientes necesarios para el adecuado funcionamiento ruminal en dietas basadas en forrajes de baja calidad; son una fuente excelente de energía digestible; y pueden proporcionar proteína sobrepasante necesaria para asegurar una respuesta productiva (en ganancia de peso o en aumento de producción de leche) en los animales alimentados con forrajes.

### **Microambiente favorable para los animales**

El microclima que se crea bajo los árboles beneficia también a los animales domésticos que se mantienen más frescos a la media sombra que bajo el fuerte sol tropical. Aunque en las condiciones de pastoreo en

praderas artificiales, los bovinos tienden a pastar preferiblemente en las horas más frescas, ciertamente su consumo se ve limitado tanto por razones de regulación del balance térmico como por restricciones del horario de pastoreo.

### **Expansión de la biodiversidad**

Estos bosques diseñados para la producción animal también favorecerán gradualmente el aumento la biodiversidad de especies animales silvestres, y la recuperación de los nutrientes presentes en la vegetación original a partir de la extracción de los mismo del subsuelo.

### **Potencial de fijación de carbono**

Aunque recientemente se ha calculado el potencial de fijación de carbono atmosférico en praderas con pastos «mejorados», la capacidad de fijar carbono de los sistemas silvopastoriles con varios estratos, y con esto contribuir a reducir el efecto invernadero será significativamente superior a cualquier monocultivo de pastos.

### **Ventajas adicionales a nivel de finca**

La introducción de especies arbóreas y arbustivas en la finca proporcionan además beneficios adicionales como protección de mini-cuencas, incluyendo las protección del suelo contra la erosión principalmente en áreas de pendiente; producción de postes, estacas y madera; protección del viento; y embellecimiento (McLennan y Bazill, 1995)

## **LIMITANTES PARA EL DESARROLLO DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES ESPECIALIZADOS**

Las principales limitantes para el desarrollo y la adopción de los sistemas silvopastoriles especializados se exponen a continuación. Esta no es una lista exhaustiva, y seguramente en cada localidad habrá algunas limitantes específicas no incluidas aquí. El orden de importancia de las limitantes también variará para cada situación.

### **Identificación de especies vegetales idóneas para cada estrato**

Se requerirá investigación, consultación con campesinos (conocimiento tradicional) y un análisis de las experiencias en otros lugares con

condiciones similares, para determinar las especies por incluir en los sistemas silvopastorales. Debido a que los costos de introducción de las especies arbóreas y arbustivas pueden ser considerables, y al tiempo requerido para su desarrollo, la adecuada selección de especies es crítica para su éxito y sostenibilidad.

### **Tecnología de incorporación de las especies**

La factibilidad técnica y económica para el establecimiento de las diferentes especies en la pradera será determinante para la adopción de los sistemas silvopastoriles. Las técnicas tradicionales de producción de plántulas en viveros pueden no ser las más prácticas en todos los casos, ej. en Colombia se han utilizado sembradoras de granos para sembrar semilla de *Leucaena* revuelta con sorgo o maíz (C. Molina, comunicación personal). Los cereales de más rápido crecimiento tienen la función de indicar las hileras donde se han depositado las semillas, y de esta manera el deshierbe mecánico a bajo costo es factible.

### **Metodologías para la conversión a nivel de finca**

La planificación de la reconversión por potreros debe ser cuidadosamente realizada para asegurar la disponibilidad de forraje para los animales a través del año durante el período de transición. En Cuba este proceso se ha facilitado a nivel de las empresas pecuarias que pueden tomar decisiones sobre el movimiento de los hatos completos.

### **Financiamiento para las inversiones**

La rentabilidad de la conversión hacia sistemas silvopastoriles debe determinarse si se quiere interesar a los organismos financieros a proporcionar el crédito necesario para las inversiones. La rentabilidad debe incluir los componentes de biodiversidad, protección ambiental y perspectivas de desarrollo rural.

### **Mano de obra**

La intensificación de la producción que puede resultar de los sistemas silvopastoriles tendrá implicaciones sobre los requerimientos de mano de obra. Un mayor producción, especialmente de la ganadería lechera, aumentará las necesidades de mano de obra.

### **Tenencia de la tierra**

En algunos casos la posibilidad de aumentar la capacidad de carga de las fincas y su producción tendrá implicaciones sobre la tenencia de la tierra y su valor de mercado.

### **NECESIDADES DE REEDUCACIÓN DE LOS TÉCNICOS Y UNIDADES DEMOSTRATIVAS**

El concepto que la agricultura en las zonas tropicales, y en particular la ganadería debe estar basada en sistemas con especies perennes idealmente distribuidas en varios estratos, debe ser introducida entre los académicos y técnicos agropecuarios. La tarea no será fácil, debido a la inercia de los sistemas actuales basados en monocultivos de pastos, y por lo mismo debe empezarse lo más pronto posible. La mejor manera de convencer tanto a técnicos como a productores de las bondades de los sistemas agroforestales y silvopastoriles, será con unidades demostrativas en fincas representativas en cada ecosistema.

## Bibliografía

- Benavides, J.E.** 1994. *Arboles y arbustos forrajeros en América Central*. Volúmenes I y II. CATIE, Costa Rica, 721p.
- Borroto, Angela, García, M.C., Cruz, D., y González, O.** 1985. Crianza ovina utilizando la hierba de los cítricos. *Rev. Cubana de Producción Animal* 2(1):15-20
- Borroto, Angela, Bello, Tania., Cobas, María., Valdespino, Aymé., y Hernández, L.** 1986a. Factibilidad de producir carne ovina en áreas cítricas: I. Conducta animal. *Rev. ACPA* 2:53-55.
- Borroto, Angela, Vanegas, María I., Mesa, María .A., García, María del C. y Hernández, A.** 1986b. Factibilidad de producir carne ovina en áreas cítricas: II. Ceba estabulada utilizando forraje y residuos de podas. *Rev. ACPA* 2:55-56
- Borroto, Angela, Molina A, Cruz D., y Pérez-Borroto, C.** 1989. Potencial alimentario de dos subproductos agrícolas de cítricos: hierbas bajo corte mecanizado y podas para la producción de carne ovina. *Rev. Cubana de Producción Animal* 5(2):131-136.
- Borroto, Angela, Pérez Borroto, C., Carrillo, M., López, M.A. y Molina, A.** 1994. Pastoreo ovino dentro de los campos de cítricos: libre y con cerco eléctrico. *Rev. Cubana de Producción Animal* 8(1):20-23.
- Etienne, M.** 1996. *Western European Silvopastoral Systems*. INRA, Paris, 276p.
- FAO,** 1992. *Legume trees and other fodder trees as protein sources for livestock*. A. Speedy and P.L. Pugliese (eds.) FAO Animal Production and Health Paper 102, Rome, 339p.
- Gómez, María Elena, Rodríguez , Lylian, Murgueitio, E., Ríos, Clara I., Molina C.H., Molina, C.H., Molina, E. y Molina, J.P.** 1995. *Arboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente protéica*. CIPAV, Cali, Colombia, 129p.
- Ho, Y.W., Vidyadaran, M.K. & Sánchez, M.D.** (eds) 1996. *Proceedings of the First International Symposium on the Integration of Livestock to Oil Palm Production*. Malaysian Society of Animal Production, Kuala Lumpur, 168p.
- Howard-Borjas, Patricia.** 1995. *Cattle and crisis: the genesis of unsustainable development in Central America*. Reforma Agraria, colonización y cooperativas. FAO, Rome, p 89- 116.
- Iñiguez, L.C. & Sánchez, M.D.** 1991. *Integrated Tree Cropping and Small Ruminant Production Systems*. Proceedings of a workshop on research methodologies, Medan, North Sumatra, 9-14 September 1990. SR-CRSP, Bogor, Indonesia, 329p.
- Kosarik, M.** 1997. *La agroforestería en Argentina*. FAO, Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Sistemas Agroforestales, Santiago, Chile, 50p.
- Leng, R.A.** 1998. *Tree Foliages, their roles in ruminant nutrition*. FAO Animal Production and Health Paper, Rome, 105p (in press).
- McLennan, A.B. y Bazill, J.** 1995. Experiencias del proyecto reforestación en fincas ganaderas, con énfasis en aspectos pecuarios. En: *Sistemas Pecuarios Sostenibles para las Montañas Tropicales*. Memorias del IV Seminario Internacional, Cali 13-16 Septiembre 1995, CIPAV-CENDI, Cali, Colombia, p.241-248.

- Nitis, I.M., Putra, S., Sukanten, W., Suarna, M. & Lana, K.** 1991. Prospects for Increasing Forage Supply in Intensive Plantation Crops Systems in Bali. In: *Forage for Plantation Crops*. ACIAR Proceedings No. 32.
- Ocampo, A.** 1995. The African Oil palm: strategic resource for animal production in the tropics. In: *First FAO electronic conference on Tropical Feeds* (On the Internet FAO Home Page), FAO, Rome.
- Ocampo, A.** 1996. The African oil palm in integrated farming systems in Colombia: new developments. In: *Second FAO electronic conference on Tropical Feeds*. (On the internet FAO home page), FAO, Rome.
- Polla, María Cristina.** 1997. *La Agroforestería en Uruguay*. FAO, Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Sistemas Agroforestales, Santiago, Chile, 24p.
- Preston, T.R. & Murgueitio, E.** 1992. *Strategy for sustainable livestock production in the tropics*. SAREC/CIPAV, Cali, Colombia, 89p.
- Provenza, F.D.** 1996. Acquired aversions as the basis for varied diets of ruminants foraging rangelands. *J. Anim. Sci.* 74:2010-2020.
- Reynolds, S.G.** 1995. *Pasture-Cattle-Coconut Systems*. FAO, Rome, 668p.
- Sánchez, M.D.** 1995. Integration of livestock with perennial crops. *World Animal Review* 82(1):50-57.
- Tajuddin, A.Z.** 1991. *Proceedings of the International Livestock-Tree Cropping Workshop*, 5-9 December 1988, FAO-MARDI, Serdang, 133p.
- Vera y Vega, A.** 1986. *Alimentación y pastoreo del ganado ovino*. Monografías No. 87. Universidad de Córdoba. P.189-217 (Capítulo 14: Los recursos pastorales españoles y su aprovechamiento).

## Comentarios

### Elizabeth Olivares

Los sistemas agroforestales pecuarios que conozco en Venezuela se encuentran en las zonas áridas, donde existe una cría extensiva de caprinos, la cual se realiza sin manejo de rebaños al libre pastoreo en la vegetación semi-natural. El análisis bromatológico de las especies nativas que más consumen los caprinos indica que la mayoría de estas especies de plantas posee un valor energético y proteínico alto. Se destacan los frutos del cuji (*Prosopis juliflora*), el follaje de la uveda (*Acacia tortuosa*) y del dividive (*Casalpinia coriaria*) (Matteucci y Colma, 1997). Mediante el proyecto «Uso de leguminosas arbustivas y arbóreas como complemento de la alimentación animal» se ha estudiado el uso del follaje del matarazón seco y en harina para cabras lactantes, becerros en el post-destete y vacas de doble propósito (González, 1996). En el estado Monagas, al oriente del país, se ha evaluado la sustitución parcial del alimento concentrado por matarratón en cabras lactantes (Bello, 1996, citado por González, 1996) con resultados positivos (Hernández, 1997).

Me parece que en el texto de la ponencia del Dr. Sánchez el término capacidad fotosintética se está refiriendo a la producción de materia seca. Capacidad fotosintética es el valor máximo de fotosíntesis de una especie bajo condiciones naturales de suministro de CO<sub>2</sub>. Esto ocurre en unas condiciones óptimas de factores ambientales (CO<sub>2</sub>, temperatura, suministro de agua) y es una característica constitucional de ciertos grupos de plantas (herbáceas, leñosas, plantas con metabolismo C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> ó CAM, por ejemplo). Resulta confuso comparar la capacidad fotosintética de un monocultivo con un sistema agroforestal con varios estratos. Las especies que tienen mayor capacidad fotosintética son las herbáceas, con valores de 30 a 60  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ . Por otra parte los árboles tropicales de bosque primario presentan valores de 10 a 16  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  (Larcher, 1995). Cuando se habla de capacidad fotosintética de biomasa se selecciona en el mismo, la especie con mayor capacidad fotosintética. De esta manera Woodward y Smith (1994) dan valores de velocidad máxima de fotosíntesis para distintos ecosistemas, como bosque seco subtropical (17.9  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ), bosque tropical muy seco (25  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ) y bosque tropical seco (17.3  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ). Larcher (1995) da valores de 68, 64, 64,

57, 55  $\mu\text{mol m}^2/\text{s}$  para *Cenchrus ciliaris*, *Pennisetum typhoides*, caña de azúcar, sorgo y maíz respectivamente, las cuales serían las especies cultivadas. Sin embargo la producción de materia seca será mayor en el agrosistema forestal que en el monocultivo y será un sumidero mayor de  $\text{CO}_2$  por tener mayor biomasa verde. En el caso de Venezuela, la ganadería se practica principalmente en las sabanas siendo las de *Trachypogon* uno de los ecosistemas más extendidos. Estas sabanas se encuentran sobre suelos poco fértiles con alto contenido de aluminio y baja disponibilidad de fósforo. Eso se traduce en una baja productividad primaria y bajo valor nutritivo de los pastos, lo que restringe la ganadería a una forma extensiva. Durante el período seco la acumulación de materia seca disminuye así como la palatabilidad del forraje por lo que se aplica la quema de la vegetación como una forma de manejo. En estas sabanas se ha visto que el suelo que se encuentra bajo los árboles (*Curatella americana*) tiene mayores contenidos de nutrientes que aquel bajo las gramíneas (Susach, 1984). Esto se espera porque: a) el sistema de raíces más extenso de los árboles comparado con el de las hierbas explora volúmenes de suelo más grandes y extrae nutrientes concentrados bajo las copas de los árboles a través de la hojarasca; b) los árboles son usados como perchas por los pájaros y estos enriquecen el área bajo el dosel con nutrientes mediante sus defecaciones; c) los mamíferos grandes pastan en la sabana pero descansan bajo la sombra de los árboles donde depositan nutrientes; y d) los árboles atrapan las entradas de nutrientes por precipitación más eficientemente que las gramíneas (Medina, 1996). La instalación de granjas modelo en sabanas es un tema que me parece interesante tratar en la conferencia debido a la extensión de las mismas en Colombia, Brasil y Venezuela y también debido a las complicaciones que ofrecerían por las características nutritivas del suelo y la práctica extendida de la quema.

González, M. 1996. Leguminosas forrajeras en sistemas de producción animal del Nor-orienté de Venezuela. En: Leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tropical. Clavero T, ed. pag. 115-134.

Hernández, D.G. 1997. Estrategias de manejo de los pastizales en sabanas como alternativas para el desarrollo de una agricultura sostenible en el neotrópico. Seminario. Universidad Simón Bolívar. Caracas.

Larcher, W. 1995. Physiological Plant Ecology. Third edition. Germany. Springer.

Matteucci, S.D. y Colma, A. 1997. Agricultura sostenible y ecosistemas áridos y semiáridos de Venezuela. Interciencia 22(3):123-130.

- Medina, E. 1996. Biodiversity and nutrient relations in savanna ecosystems: interactions between primary producers, soil microorganisms, and soils. In: Biodiversity and Savanna Ecosystems Processes. Solbrig O, Silva J, Medina E (eds). Ecological Studies #121. Springer. Germany. Chapter 3:45-57.
- Susach, F. 1984. Caracterización ecológica de las sabanas de un sector de los Llanos bajos de Venezuela. Tesis doctoral. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias, Caracas.
- Woodward, F.I & Smith, T.M. 1994. Predictions and measurements of the maximum photosynthetic rate,  $A_{max}$ , at the global scale. En: Ecophysiology of Photosynthesis. Schulze, E-D & Caldwell, M.M. (eds.). Ecological Studies # 100, Springer, Germany. Chapter 23:491-509

### **César Labrador**

Con relaciónal planteamiento de Manuel Sánchez sobre los sistemas extensivos de ganadería tropical: Me parece que el se olvida de las grandes extensiones de sabana presentes en Venezuela, Colombia y Brasil, en donde se lleva a cabo una actividad de ganadería bovina, tradicionalmente con vacunos y más recientemente con búfalos; en la cual se aprovecha las condiciones agroecológicas de un medio que no permite otra actividad agrícola y que produce una gran cantidad de animales para el levante y la ceba en otras regiones de mejores condiciones agroecológicas. La forma de organización social de la producción mediante el hato y el fundo ha permitido generar una forma de vida, la del llanero, que tiene no solo expresiones económicas sino también sociales y culturales. Por lo menos, en Venezuela, esta ganadería es fundamental para los sistemas de levante y ceba que se llevan a cabo en la región central y costera del país, con lo cual se abastece en una gran proporción la demanda de carne bovina nacional. Aparte de los sistemas descritos, podemos indicar otros como el pastoreo de ovinos en campos de café en zonas montañosas, y en campos de merey (marañón) en las sabanas del oriente venezolano. También, un sistema muy frecuente en los llanos centrales es la combinación de ganadería vacuna en pastos naturales y cultivados, residuos de cosecha de cereales y bosque semideciduo, en donde los animales se rotan a lo largo del año de acuerdo a las condiciones climáticas y la oferta alimenticia de cada zona. Felicitaciones a Manuel por el excelente trabajo y a todos

**Danilo Pezo Quevedo**

*«Ni tan cerca que queme al santo, ni tan lejos que no lo alumbre»*

Permítanme comenzar este comentario con el dicho castellano que utilizo como título, porque creo es pertinente recordarlo cuando hablamos de mejoras potenciales en los sistemas de producción animal en el trópico. Quienes participamos de esta Conferencia Electrónica creo estamos convencidos de la necesidad de un cambio en nuestros sistemas ganaderos tradicionales, los mismos que deben evolucionar de la extensividad a la intensificación, del uso no racional de la base de recursos naturales al uso sostenible de los mismos, y de su «sobrevivencia» en condiciones de políticas proteccionistas (p.e. subsidios, control de precios) hacia una verdadera competitividad en la nueva etapa de globalización de los mercados. Quizás donde se presente diversidad de opiniones entre los participantes, es en lo referente a las estrategias a utilizar para alcanzar esos objetivos. En el primer artículo se hace referencia a una opinión del Dr. Preston, quien dice: «... es claro que las mejoras no hay que buscarlas mirando hacia abajo (buscando pastos y leguminosas rastreras), sino hacia arriba (buscando árboles y arbustos forrajeros)». No dudo que las leñosas perennes en general (no solo las forrajeras) deben jugar un papel preponderante en esos cambios (y probablemente este será el tema de la mayoría de contribuciones en la conferencia), pero no podemos ignorar la necesidad y la potencialidad de efectuar también mejoras en los componentes herbáceos. Es más, las diferentes opciones de sistemas silvopastoriles y agroforestales descritas por el Dr. Sánchez incluyen componentes herbáceos, y no imagino que podamos hablar de eficiencia biológica y económica en dichos sistemas, si los mismos incluyen componentes herbáceos degradados y poco productivos.

**Manuel Sánchez:****Respuesta a los comentarios de Danilo Pezo**

Sobre la investigación del estrato herbáceo. Estoy de acuerdo que no se debe abandonar la búsqueda de mejoras para el estrato herbáceo que es componente esencial de muchos sistemas silvopastoriles hasta ahora. De hecho el caso de cultivos de coberturas para pastoreo en cítricos (e.g. con ovinos) el desarrollo de un estrato herbáceo que sea atractivo desde los puntos de vista palatabilidad y valor nutritivo, es indispensable, para que

con otras técnicas de control de pastoreo se reduzca o elimine el daño al follaje de los árboles. Lo importante es hacer una investigación balanceada donde todos los componentes reciban su peso correspondiente a sus contribuciones al sistema. Desafortunadamente hasta ahora ha habido una excesiva investigación en pastos, descuidando los árboles y arbustos. Es cierto también que tal vez los criterios que se han utilizado en la investigación en pastos deban modificarse a los requerimientos de los sistemas silvopastoriles. Y que las leguminosas herbáceas y los pastos ideales no sean las mismas que en las praderas artificiales, dependientes en muchos casos de altas fertilizaciones químicas.

#### **Reeducación de técnicos**

Este tema tan importante ya ha sido mencionado en comentarios anteriores, y sinceramente creo que debemos tratarlo, sugiero que sea al final de la conferencia, discutir ampliamente sobre las estrategias para abordarlo. Me permito pregunta a los participantes de la conferencia, si habría alguno que quisiera preparar un artículo corto sobre experiencias para la educación formal (académica) y práctica sobre los sistemas silvopastoriles o agroforestales en general. Este artículo podría resumir los diversos comentarios que se vayan haciendo, y ser complementado con experiencias concretas (eg. Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica).

#### **Omar Daniel:**

El artículo de Manuel Sánchez es muy interesante y muy didáctico. De la misma forma que el, pienso que los sistemas agroforestales representan alternativas viables para sustituir los sistemas insostenibles de crianza extensiva con monocultivos de gramíneas. Sin embargo, una de las grandes limitaciones en Brasil, para la investigación y adopción de tales sistemas, es la falta de recursos para investigación, en especial en las sabanas centrales de Brasil, de tal forma que se puedan establecer áreas demostrativas, en las cuales se puedan mostrar la viabilidad y ventajas sociales y económicas del sistema. Otra limitación, es que los fondos de organismos nacionales e internacionales para investigación son dirigidos en general, hacia la región amazónica. Lo poco que se realiza en sistemas agroforestales en otras regiones del país es debido al esfuerzo propio de las universidades y a la iniciativa privada, por lo puede decirse que el

avance de los sistemas agroforestales en Brasil es bastante lento. Se ha demostrado que la misma institución nacional EMBRAPA, la cual centraliza la investigación agropecuaria en el país, no ha hecho casi nada en este tema por fuera de la Amazonia, con excepción algunos aportes en la región sur a través del CNPF en Curitiba. Otra limitación es que la investigación se centra en producir tecnología para pequeños productores, sin embargo es posible avanzar también con grandes productores que son tan comunes en Brasil. Yo pienso que es posible producir tecnologías agroforestales para grandes propiedades, las cuales puedan ser aplicadas con los mismos beneficios que cita la literatura y que comenta Manuel Sánchez. En el Brasil, donde la ganadería de cría es extensiva y significativa, por parte de los grandes productores, existe la necesidad de estudiar sistemas agroforestales alternativos que puedan atender sus necesidades, considerando las grandes extensiones de tierra. Un problema es que los modelos actuales que tienen que ver con sistemas agroforestales incluyen especies animales que están más relacionadas con pequeñas propiedades donde la mano de obra es familiar. Además existe otra limitación y es que el número de especialistas en sistemas agroforestales es todavía pequeño considerando las potencialidades y necesidades de estos sistemas. Son pocas las instituciones de enseñanza que se dedican a esta formación específica. En muchos casos, los cursos donde se forman los actuales especialistas en esta área, se concentran en Silvicultura y Zootecnia. En otros, como es el caso importante del CATIE, los cursos de posgrado, dependiendo del nivel, poseen algunos requisitos que no pueden satisfacer muchas de las personas interesadas, especialmente de América Latina. Estos requisitos, tales como costos y lenguaje, impiden a quienes no tienen condiciones, atender estos cursos.

### **Sistemas Agroforestales Existentes**

Actualmente, el sistema agroforestal agropecuario más común e importante del Brasil, creo que es el sistema que combina Eucalipto + agricultura (arroz, sorgo) + gramíneas (brachiaria) + bovinos, que es utilizado por las empresas forestales para reducir los costos de siembra de bosques, controlar las plantas invasoras y hacer demostraciones de un ambiente ecológicamente más correcto que los monocultivos forestales. Esto es muy importante debido a las grandes áreas de manejo y a su relación con los beneficios ecológicos y sociales, ya que parece estar

comprobado que los beneficios económicos existen en tal sistema. Otro sistema agroforestal pecuario, es el sistema de sombra para el ganado que se hace con base en las observaciones empíricas por parte de los productores de las regiones centro occidental, sur oeste, y sur de Brasil. Mientras que para los sistemas citados arriba, ha habido un progreso en el número de investigaciones, no hay casi nada en éste sistema. También se observa en el nordeste brasileño, la crianza extensiva de ganados bovino y caprino en la «caatinga», donde la alimentación es de baja calidad con los consecuentes bajos rendimientos. Se está desarrollando investigación para mejorar este sistema.

#### **Potencial de desarrollo y adopción, y sus limitaciones más importantes**

Yo no veo grandes problemas en la adopción de los sistemas agroforestales. Como expresé anteriormente en las limitaciones, quizás el problema de adopción en Brasil es la falta de áreas demostrativas, las cuales podrían existir sólo si tienen los recursos humanos y financieros, destinados especialmente donde se cría más ganado, en la región central del país. De la misma forma, quiero dar mi opinión acerca de las potencialidades de los sistemas agroforestales, siguiendo el orden hecho por Manuel Sánchez, en este primer artículo:

Yo creo que en Brasil, el potencial de pastoreo en bosques naturales no es grande, en virtud de la baja calidad nutritiva de las plantas forrajeras en estas condiciones. Excepto en el Pantanal del Mato Grosso y Mato Grosso del Sur, donde por décadas los productores han criado animales a pesar de las dificultades de utilizar mucho tiempo en el corte, tener menos de una cabeza de ganado por ha, y sufrir pérdidas permanentes por las inundaciones periódicas.

El pastoreo en plantaciones forestales para la producción de madera, tiene gran potencial, como se comenta anteriormente. Es importante un mayor número de investigaciones y trabajos de extensión, con el fin de convencer a las empresas forestales de las ventajas de estos sistemas. Además de los resultados positivos, desde el punto de vista económico, yo no veo grandes resultados ambientales y sociales.

El pastoreo en plantaciones de árboles para propósitos industriales, no es muy común en Brasil, a pesar de esto, existen algunos ejemplos en plantaciones de caucho (*Hevea* sp.) y castañas (*Bertholetia* sp.). Yo creo, sin embargo, que el potencial de este sistema necesita investigarse mejor, para definir las especies, la carga y el manejo animal.

Pasturas con árboles o arbustos forrajeros tienen un gran potencial en Brasil. Pero, como dije en los casos anteriores, existe la necesidad de investigación y de áreas demostrativas para convencer a los productores de las ventajas del sistema. Yo creo que el sistema sería más fácilmente aceptado ya que los resultados serían más visibles, desde el punto de vista de la productividad animal, ya sea carne o leche.

También veo con buenos ojos el sistema integrado para la producción de carne y/o leche con árboles forrajeros o multipropósito para corte. Me imagino que los productores estarían más interesados en ver una mejora en la producción animal, y ser capaces, al mismo tiempo, de obtener una ganancia extra con el corte de madera para la venta o para usarla en construcciones agrícolas. Este sistema tendría especial interés en las zonas de sabanas de Brasil, en las cuales en este momento, la madera utilizada para propósitos agropecuarios es escasa, en virtud del sistema predatorio de ocupación de la tierra, alentado por el gobierno en los años pasados y que todavía ocurre.

Los sistemas especializados para la producción animal intensiva, en Brasil, son aceptados rápidamente por los pequeños propietarios, con el propósito de producir leche, ya sea con caprinos o bovinos. En una pequeña extensión de tierra, es posible tener animales altamente productivos. Para esto, una vez más, necesitamos áreas demostrativas, recursos financieros para establecer los sistemas y especialmente para financiar animales de alto rendimiento.

#### **Temas que deberían tratarse con mayor profundidad**

Mis sugerencias son las siguientes:

- Las posibilidades de financiar investigación, áreas demostrativas, animales de alta calidad etc. no en las áreas tradicionales. Ej. Inversiones por fuera de la región Amazónica, en el caso de América Latina.
- Siempre existe una área de controversia en sistemas agroforestales con animales y es la posibilidad de la compactación del suelo. Por esto sería importante comparar la producción actual con los sistemas agroforestales.
- Discutir los sistemas agroforestales con animales, desde el concepto de sostenibilidad.

- Discutir los sistemas agroforestales con animales, desde el ámbito de su impacto medio ambiental.

### **Salvador Hernández**

Aunque mi mensaje pudiera sugerir lo contrario, me declaro entusiasta de los sistemas silvopastoriles, sobre todo comparados con la situación actual de la ganadería en América tropical. Mis comentarios relacionados con el artículo de Manuel Sánchez son:

- Sección I, Párrafo 1: Coincido en que mucho del origen de la tecnología tradicional para la crianza de ganado está ligado al legado colonial y a la formación académica que recibimos (yo estudié Zootecnia en Chapingo, México), sin embargo, creo que para los que están en el campo, hay inercias mayores a vencer en el ámbito del mercado: la propaganda de las casas que comercializan insumos y la demanda, que no paga calidad, ni consume animales finalizados, sino desechos, becerros destetos y animales flacos, para su ceba en corral.
- Párrafo 3 y 4: Cuando se refiere a capacidad fotosintética, habría que analizar más a fondo a que se refiere, pues la mayor parte de la biomasa que se pierde al desaparecer los bosques está en porciones que no fotosintetizan. Por otro lado, las pasturas mejoradas pueden alcanzar altas tasas fotosintéticas, además, compiten bien contra malezas y soportan suelos pobres. La lucha contra la regeneración natural (costos en mano de obra o agroquímicos) puede prácticamente eliminarse con pastos genéticamente superiores. Diseñar sistemas silvopastoriles con pastos mejorados abre las puertas hacia el incremento de la productividad de la tierra y por lo tanto hacia la preservación de las áreas de bosque aledañas a las zonas de pastoreo.
- Párrafo 5: La productividad primaria de las praderas artificiales es superior a la de los bosques maduros, la cual es muy baja en su etapa de clímax. Sin embargo coincido en que los costos ambientales y económicos de la producción en praderas tropicales es hoy día insostenible, sobre todo en praderas mejoradas. Por otro lado, aseverar que las mejoras en la producción animal tropical no hay que buscarlas en las leguminosas rastreras sino en las leñosas perennes es

un tanto injusto con la investigación que se ha desarrollado en abonos verdes, por años, en Australia, Brasil, etc.

- Párrafo 6. No está demostrado que la agroforestería ofrezca una alternativa sostenible. En el fondo el problema es que la mayoría de los agroforestales aseguran que esta funciona y hacen que las instituciones nacionales y ONG's las asimilen sin posibilidades reales de evaluarlas localmente.
- Sección II, Párrafo 1. No basta con algunos árboles para tener agroforestería, la presencia de estos debe tener algún efecto biológico significativo en el sistema.
- Sección III, Párrafo 6. Es importante lo que se menciona ya que las gramíneas mejoradas representan una fuerte limitante para los árboles en la pradera. El sistema radicular del pasto pueden ser más profundo y más denso ( $\text{kg/m}^2$ ) que el de los árboles. Sin embargo, una densidad de plantación alta ( $>1,000$  arboles/ha) podría eventualmente controlar el desarrollo del pasto (por luz) y llegar al equilibrio. Un modelo matemático podría ayudar a encontrar la densidad de plantación adecuada para obtener un nivel de biomasa (abono verde) e intercepción de radiación solar adecuada para el pasto bajo estudio.
- Sección IV, Párrafo 2. Con relación a mi párrafo anterior, es deseable aprovechar la capacidad fotosintética del piso superior, siempre que no se reduzca la producción del piso inferior.
- Párrafo 4 (Estrato arbóreo). Hay una idea generalizada de que los árboles exploran estratos del suelo que los cultivos herbáceos no pueden alcanzar. Esto no tiene porque ser siempre así y particularmente en praderas de pastos mejorados con árboles plantados para forraje/abono verde y pudiera no ser así también en el caso de árboles mas grandes. Si pensamos en un ambiente tropical húmedo, el principal motivo para explorar más hondo debiera ser el reciclar los nutrientes **salidos del sistema** por lixiviación. No esperamos mucha actividad microbiana (mineralización de la materia orgánica) más allá de 30cm. De los dos preceptos anteriores, tenemos que la función de los arboles se reduce a la de «secuestrar» nutrientes que después serán liberados de acuerdo a la conveniencia del productor y la eventual fijación de nitrógeno (que también puede no darse), aparte, claro, de la lista de cualidades que todos

conocemos (sombra, frutos, microclima, leña, etc.) pero que también está por demostrarse. Dicho de otra forma, los árboles podrían estar compitiendo con el cultivo de pasto más que complementándolo. El reto es encontrar en menor nivel de competencia a un nivel más rentable que la tecnología tradicional.

- Párrafo 8 . Variar no significa normalmente balancear, pero estoy de acuerdo en tener encuentra diversas estrategias a lo largo del año. Lo que valdría la pena discutir un poco es si debemos dejar al animal «variar» (la composición de su dieta) por sí mismo... respondiendo a estímulos metabólicos», creo que su metabolismo no lo llevará a engordar al ritmo que el productor desearía.
- Párrafo 9. Los árboles también pueden ser fuente de cumarinas, taninos, varios alcaloides, etc.
- Párrafo 11. Yo me preguntaría si la extracción de nutrientes del subsuelo es algo que los sistemas agroforestales garantizan y en ultima instancia, si es sostenible. También me pregunto si el aumento de la biodiversidad animal es deseable (roedores, hormigas, murciélagos, lepidópteros).

En general, creo que hace falta definir el enfoque del trabajo agroforestal en la producción de rumiantes, el cual puede variar entre sistemas, regiones y/o proyectos. Una lista incompleta de posibles objetivos no excluyentes, pero no del todo compatibles podría incluir:

- Mantener la productividad del suelo;
- Mejorar los ingresos de los pequeños productores;
- Mejorar el sistema de producción con una mayor superficie en la región (quizás pocas fincas pero muy grandes);
- Satisfacer la demanda de alimentos proteínicos de la población regional, nacional, mundial,
- Recuperar áreas de bosques (selvas) secundarios,
- Proteger el ambiente global (captura de carbono, preservar biodiversidad, producir más oxígeno!).

Es alentador que las autoridades mundiales en el ámbito del financiamiento y la planeación del desarrollo incorporen en su discurso y en su ejercicio los preceptos de biodiversidad y sostenibilidad y que reconozcan los errores del pasado (adaptación incompleta de modelos de climas templados, revolución verde). Sin embargo, debido a que su poder de convocatoria y su potencial financiero son de escala mundial, es

fundamental que hagan explícito su apoyo a los esfuerzos por pasar de una ecología política hacia el uso del método científico para demostrar la factibilidad de los sistemas silvopastoriles.

**Manuel Sánchez**

**Respuesta a los comentarios de Salvador Hernández**

La inercia del imperialismo tecnológico y comercial es mucho más grave en el caso de monogástricos, donde se tienen muy serios problemas en aceptar o considerar modelos alternativos al confinamiento y a las dietas de granos-tortas de oleaginosas. Creo que en el caso de la producción de leche y de carne, que en sistemas extensivos a base a pastos ya ha llegado a un límite que parece insuperable y en intensivos depende directamente de la fertilización nitrogenada, se tienen más posibilidades de introducir sistemas silvopastoriles. En relación a las funciones y competencia entre árboles y pastos me gustaría pedir la opinión de los forestales que participen en esta conferencia y de los colegas cubanos y colombianos que presentarán trabajos en la misma. También me gustaría que opinaran sobre el incremento de la biodiversidad animal (insectos, aves, etc.) que se promueven con los mismos. Un posible objetivo del trabajo agroforestal que se menciona entre otros, pero que no comparto, es «el de mejorar el sistema de producción con una mayor superficie en la región (pocas fincas pero muy grandes)». La historia nos ha demostrado que mucha tierra en pocas manos es injusto cuando hay pobladores desocupados y pobres en la zona. Una de las ventajas de los sistemas silvopastoriles y agroforestales en general, es que pueden crear empleos y promover en desarrollo rural. Me parece que es claro que al haber más recursos vegetales y animales, se requiere, en forma general, más recursos humanos para manejarlos. Los sistemas de la revolución verde han desplazado precisamente al hombre por productos derivados de los combustibles fósiles (maquinaria, fertilizantes, agroquímicos, etc).

**Omar Daniel**

**Comentario sobre la intervención de Salvador Hernández**

Salvador pone en duda la siguiente afirmación: «Una de las ventajas de los sistemas ... agroforestales ... es que pueden crear empleos y promover el desarrollo rural». .. «se requiere de más recursos humanos para manejarlos». Yo pienso como Manuel Sánchez y muchos otros autores. Lo que ocurre es que esta es una ventaja, a mi modo de ver, que solo es importante en determinadas condiciones que deben ser observadas por

los planeadores y extensionistas agroforestales o agrícolas (que tal vez Manuel Sánchez no ha tenido oportunidad de citar). 'Así mismo, los sistemas agroforestales que presentan necesidades de mucha mano de obra, solo deben implementarse:

- En áreas o regiones donde haya problemas como éxodo rural en función de la falta de trabajo, en la zona rural.
- En áreas o regiones donde haya mano de obra disponible, y que su ocupación sea fluctuante, causando problemas sociales como por ejemplo entre periodos de cosechas.
- En propiedades donde la mano de obra familiar es abundante.
- En situaciones donde haya realmente mercado para los productos diversificados que se produzcan en los sistemas agroforestales, retornando recursos financieros a los productores, para que puedan inclusive mantener su mano de obra.

Sobre estas condiciones, no se ha qué se refiere con el uso intensivo de mano de obra; los sistemas agroforestales son positivos y realmente contribuyen al desarrollo rural. Está claro que los sistemas agroforestales, desde el punto de vista de mano de obra, no siempre tendrán ventajas. Su aplicación es altamente dependiente de un diagnóstico y una planeación para que se puedan evitar los aspectos negativos, resaltando los positivos. Ninguna tecnología agropecuaria tiene solamente aspectos positivos.

### Thomas Preston

#### Con respecto a la intervención de Salvador Hernández

Parece que hay dos factores que no se han tomado en cuenta:

- Eficiencia de fotosíntesis: Si la palma azucarera (*Borassus flabellifer*) es capaz de producir hasta 120 kg/árbol/año (periodo de cosecha de 5 meses) equivalente a alrededor de 20 toneladas de azúcares/ha/año (Knieu Borin y Preston 1995) y la palma de sago hasta 16 toneladas de almidón/ha/año (Doelle 1998) la eficiencia fotosintética tiene que ser alta en estos árboles, aun más alta que la gramínea más eficiente, la caña de azúcar. La pregunta es ¿Qué efecto tiene sobre la eficiencia fotosintética, el extraer los productos primarios de la fotosíntesis diariamente, que es lo que ocurre con el sistema de cosecha de la palma azucarera?

- En gran parte, los comentarios se refieren a los animales rumiantes. Sin embargo, el gran desafío es producir carbohidratos solubles para animales monogástricos que son más apropiados para productores de escasos recursos. Las gramíneas nunca resolverán esta demanda.

Khieu Borin & Preston, T.R. 1995 Conserving biodiversity and the environment and improving the wellbeing of poor farmers in Cambodia by promoting pig feeding systems using the juice of the sugar palm tree (*Borassus flabellifer*). Livestock Research for Rural Development (7) 2:25-30.

Doelle, H.W. 1998 Socio-economic microbial process strategies for a sustainable development using environmentally clean technologies: Sagopalm a renewable resource. Livestock Research for Rural Development (10) 1: (html format; no page numbers).

### Salvador Hernández

#### Con respecto a las intervenciones de T. Preston y M. Sánchez

Respecto a la eficiencia fotosintética: Prometo leer su artículo antes de continuar la discusión. Respecto al segundo punto, coincido en que los monogástricos son más adecuados que los rumiantes mayores y que hay que trabajar mucho en ellos, pero no hay que olvidar los excelentes resultados con cabras lecheras (J. Benavides en CATIE; ICTA en Guatemala). Sin embargo, en el fondo de todo, como lo sugerí en mi intervención anterior, el caso no es lo que Ud. o yo pensemos que es más adecuado, sino lo que actualmente existe en las pequeñas (y grandes) fincas de nuestros países... Y lo que hay -entre otras cosas- son vacas. Mi experiencia es que resulta más conveniente mejorar los sistemas que los productores tienen (y quieren), que convencer a los productores de cambiar de ganadería bovina a cerdos, aves, cabras, venados, etc. Por supuesto que en la medida en que localmente se demuestre la factibilidad (económica y ecológica) de sistemas con especies menores, poco a poco se debe dar el tránsito. Lo que no se puede hacer es abandonar a los ganaderos (chicos o grandes) por insostenibles o por ricos o por que son los «enemigos» ( «La historia nos ha demostrado que mucha tierra en pocas manos es injusto...» Manuel Sánchez). En cuanto al punto de la mano de obra (en la amable respuesta de M. Sánchez a mi mensaje), se propone que «Una de las ventajas de los sistemas ... agroforestales ... es que pueden crear empleos y promover el desarrollo rural». ... «se requiere (de) más recursos humanos para manejarlos». Otra vez, me pregunto si esto es una ventaja o una desventaja. A nivel de pequeñas

fincas, una nueva tecnología que implica más mano de obra no es, en principio, bienvenida; aun si esta es más rentable, más eficiente, más sostenible o si ofrece mayor diversidad de productos que la tradicional. Yo más bien diría que este es uno de los pecados originales de la agroforestería (con sus honrosas excepciones).

### **Elizabeth Olivares**

#### **Con respecto a las intervenciones de Thomas Preston**

Aunque una palma azucarera sea más eficiente que una caña de azúcar, desde el punto de vista agronómico y por ende social, no lo es desde el punto de vista fotosintético. Aunque los carbohidratos son el producto de la fotosíntesis, estos pueden tomar diversos caminos, tales como ser respirados, utilizados en crecimiento, servir de esqueletos carbonados de otros compuestos bioquímicos, en fin pueden ser trasladados y utilizados dentro de la planta, sin ser almacenados y aprovechables por nosotros. Ocurriría como en aquellas personas capaces y eficientes pero que contribuyen poco a la sociedad por utilizar sus recursos genéticos solo para ellas. De hecho hay malezas muy capaces y eficientes fotosintéticamente, pero que no tienen un almacenaje utilizable de azúcares por nuestra parte. Me parece que utilizar la palabra fotosíntesis aquí está ocasionando confusiones y en este caso sería mejor utilizar la palabra almacenaje de carbohidratos no estructurales, en vez de eficiencia fotosintética. Los fisiólogos vegetales protestamos si alguien no nos da la razón en decir que las plantas más capaces y eficientes **fotosintéticamente** son las plantas con metabolismo  $C_4$  (todas herbáceas, ningún árbol). La caña de azúcar y el maíz son ejemplos de plantas  $C_4$ . Hablamos de capacidad fotosintética, refiriéndonos a un máximo de incorporación de  $CO_2$  en unas condiciones óptimas y hablamos de eficiencia fotosintética, refiriéndonos a una producción de energía química a partir de unos recursos lumínicos, es decir producción de oxígeno por quantum o fotones de luz. La mayor capacidad y eficiencia fotosintética de las  $C_4$  se debe a un mecanismo concentrador de  $CO_2$  en las inmediaciones de la enzima carboxilante, la cual además de aceptar dióxido de carbono, acepta oxígeno (fotorespiración). En la competencia del  $CO_2$  y el  $O_2$ , gana el  $CO_2$  en las  $C_4$  por su mayor concentración y la eficiencia de carboxilación en esas herbáceas  $C_4$  es mayor que en los

árboles (C<sub>3</sub>), en los que la concentración de CO<sub>2</sub> disponible para la enzima es la baja concentración atmosférica.

### **Comentarios a la intervención de Salvador Hernández**

Salvador Hernández escribe en su comentario con respecto a la sección III, párrafo 6 de la conferencia de Manuel Sánchez: .. «El sistema radicular del pasto puede ser más profundo y más denso (kg/m<sup>2</sup>) que el de los árboles»... Los sistemas densos de raíces en los primeros 30 cm de suelo en pastos son comunes, pero no conozco casos de sistemas de raíces más profundas que las de los árboles y me gustaría conocer algún ejemplo concreto en pastos. En general y con respecto a otros comentarios: Hay diversos trabajos que muestran que el suelo mejora en presencia de árboles. Por ejemplo Belsky *et al* (1993) observaron un incremento en el contenido de nitrógeno del suelo y en la biomasa microbiana. Guerere (1992) encontró que la biomasa microbiana incrementó en un gradiente desde la sabana hasta el bosque caducifolio y esto se correlacionó con la humedad del suelo. Kellman (1979) observó cambios favorables en el contenido de cationes en áreas bajo el dosel de árboles.

Belsky, A.J., Mwonga, S.M., Amundson, R.G., Duxbury, J.M. & Ali, A.R. (1993).

Comparative effects of isolated trees on their undercanopy environments in high- and low-rainfall savannas. *Journal Appl. Ecology* 30:143-55.

Guerere, I. (1992). Comparación de parámetros químicos, físicos y de la masa microbiana del suelo entre una sabana protegida del suelo y una quemada anualmente. Tesis de Licenciatura en la Universidad Central de Venezuela, Caracas.

Kellman, M. (1979). Soil enrichment by neotropical savanna trees. *Journal of Ecology* 67: 565-77.

### **Daniel Grande**

En México se tienen algunos estudios, particularmente para la región tropical, en donde se presentan datos o análisis sobre el impacto biológico y socioeconómico de la implantación de sistemas de producción animal con base en pastos cultivados en sustitución de la selva, proceso que se dio de manera importante en la zona tropical de México hacia finales de la década de los sesentas y durante los setentas. Por mencionar algunos de ellos, se pueden anotar los casos de los Planes de Desarrollo llamados el «Plan Chontalpa» y el «Plan Balancan-Tenosique», los cuales se reconoce, tuvieron un fuerte impacto en los

aspectos ya anotados y lo cual está mas o menos documentado. En relación a los sistemas agroforestales pecuarios desarrollados en México, se puede mencionar que una importante actividad ganadera con manejo silvopastoril se practica en las zonas áridas y semi-áridas del norte, aunque también se presentan en otras regiones ecológicas de importancia como el trópico húmedo y seco (sur y sureste) y en la región templada (región central de México y zonas montañosas). En el caso específico de las zonas áridas y semi-áridas (las cuales representan alrededor del 50% de la superficie nacional), los más importantes tipos vegetativos involucrados en la producción animal son los pastizales (varios de ellos con predominio de gramíneas nativas de diversos géneros como *Bouteloua*, *Hilaria*, *Sporobolus* y otras), pero existen otros en los que las gramíneas forrajeras están asociadas con herbáceas no gramíneas, y en muchos casos, con arbustos y árboles (por ejemplo los tipos vegetativos conocidos como «matorrales», de los cuales hay diversos tipos, Pastizal halófito arbosufrutescente, Pastizal amacollado arbofrutescente y otros), y que son los que interesan para los objetivos de esta Conferencia. Llama la atención el relativo poco interés que se da a estos sistemas de producción, a pesar de la gran extensión que ocupan y a la gran importancia económica, social y recientemente ecológica que tienen debido a la sobre-utilización de los recursos forrajeros. Respecto a los problemas o limitaciones, para el caso de las mismas zonas áridas y semi-áridas, igual que para otras de las mencionadas, uno de los principales problemas al que se enfrentan actualmente los sistemas de producción animal es el sobrepastoreo, el cual tiene un impacto directo en la conservación de los recursos forrajeros (tanto de herbáceas como de leñosas), y está provocando la desaparición de las mejores especies para consumo animal. Lo anterior significa que no basta con desarrollar o implantar un manejo silvopastoril para la producción animal, como el que se está dando en dichas zonas, sino que además se requiere, aun bajo un esquema de producción en el que se involucren leñosas, de un manejo adecuado de los recursos forrajeros. Esto es particularmente importante, pues muchos de nosotros, especialmente quienes estamos involucrados en la docencia, podemos hacer creer o promover entre nuestros alumnos, que por el solo hecho de utilizar leñosas para la alimentación animal en los sistemas, ya tenemos un sistema productivo «más eficiente» o «más ecológico», pero con el comentario previo, es importante enfatizar en el

manejo apropiado de los recursos, independientemente de que en los sistemas se involucren leñosas. Finalmente, en relación a los temas o aspectos sobre los sistemas agroforestales para la producción animal, que deberían tratarse con mayor profundidad en esta Conferencia, pienso (y me imagino así será) que durante el evento, además de la región tropical, el cual es precisamente el primer tema desarrollado, se deberá tratar sobre los sistemas agroforestales para la producción animal de otras regiones ecológicas importantes, particularmente las zonas áridas y semi-áridas, así como en la región templada de América Latina (zonas altas o montañosas).

### **Antonio J. González-Fernández**

Saludos cordiales desde los llanos de Venezuela a todos los organizadores y participantes en este interesante Foro sobre Sistemas Silvopastoriles. La ponencia del Dr. Manuel Sánchez me parece excelente como introducción al foro. Estoy totalmente de acuerdo en sus apreciaciones y me parece muy importante la última parte donde se refiere a la necesidad de introducir, con carácter urgente, la formación sobre los sistemas silvopastoriles en los pensum de estudio de los profesionales y técnicos del agro. En nuestra Universidad, específicamente en los programas de Ingeniería de Producción animal e Ingeniería de Recursos Naturales Renovables, desde hace unos tres años hemos estado introduciendo el concepto de **sistemas integrados de bioproducción**, definiéndolos como «aquellos en los cuales se producen múltiples rubros vegetales y animales, mediante el manejo racional de especies domésticas y silvestres; fomentando el reciclaje de nutrientes y los flujos de energía entre los diferentes subsistemas productivos y entre éstos con el sistema natural; en búsqueda permanente de que la producción total pueda ser mantenida a largo plazo sin incrementar la dependencia de insumos foráneos; generando beneficios económicos, sociales y ambientales». Fue difícil introducir esta nueva «filosofía de la producción rural» en la formación universitaria y todavía falta mucho por avanzar en ese camino, sin embargo, en nuestro caso las puertas comenzaron a abrirse cuando la Granja Integral Sostenible «CENDI-GRANJA» (fundada dentro de la Universidad) empezó a demostrar que sí es posible. Eso evidenció la imperiosa necesidad de establecer modelos reales, prácticos y exitosos de los sistemas que queremos

promover. Los agricultores y ganaderos de hoy, son criados bajo sistemas de monocultivo y mal acostumbrados a ellos a través de las políticas gubernamentales erradas. Los profesionales del agro que también fuimos formados para «monoproductores». Los funcionarios del gobierno y los políticos de profesión/ocupación que no saben otra cosa que copiar modelos. A todos ellos será difícil convencerlos sobre la conveniencia y la obligatoria necesidad de cambiar el modelo de desarrollo rural actual, si no se les presenta un modelo físico en funcionamiento. A manera de ejemplo: En Diciembre de 1995, la CENDI-GRANJA recibió la visita de los dos candidatos a Gobernador del Estado. Ambos quedaron bien impresionados y se comprometieron a promover ese tipo de granjas en todo el Estado. Hoy en día, en nuestro Estado Portuguesa está desarrollándose el Programa Estatal de Granjas Integrales Sostenibles (PROGIS) bajo la Asesoría del Profesor Adolfo Cardozo de UNELLEZ, a quien se deben los esfuerzos por fundar, mantener y divulgar la CENDI-GRANJA. Esta Granja, ubicada en el campus de la UNELLEZ, ha tenido un grandísimo impacto en la formación de los profesionales, como laboratorio de experimentación y facilitadora de los procesos de enseñanza/aprendizaje sobre tecnologías que de otra manera no conocerían los estudiantes porque no están incluidas aún en el Pensum de estudios. Muchos de los profesionales que están egresando ahora de la UNELLEZ en las áreas de la producción animal y el manejo de recursos naturales renovables han conocido y trabajado en la Granja Integral Sostenible de CENDI y al salir al mercado de trabajo van cargados de inquietudes y de iniciativas que aplican con éxito en sus sitios de empleo. Con estos comentarios sólo quiero suministrar un punto de apoyo a la posición del Dr. Sánchez sobre la necesidad de los modelos físicos. Sirva también como estímulo a personas e instituciones que están trabajando por promover estos sistemas para que inicien cuanto antes sus propios modelos, no importa que sea a pequeña escala, lo importante es darlos a conocer. La CENDI-GRANJA tiene solamente 0.65 hectáreas y allí se han producido más de 80 rubros diferentes. Uno de sus rubros más importantes que produce son los visitantes satisfechos y agricultores «reformados». Los visitantes tienen que hacer reservaciones y esperar turno para poder ser atendidos, porque la demanda por visitar y conocer la granja es muy alta. De todo el país han ido personas a visitar la CENDI-GRANJA: estudiantes,

productores, profesionales, políticos, campesinos, empresarios, etc. Cada visitante deja alguna enseñanza y se lleva algún aprendizaje. Con relación a la formación de los profesionales universitarios, creo que ya es difícil quitarle el enfoque de especialista a los Ingenieros Agrónomos, Médicos Veterinarios, Zootecnistas o Ingenieros de Producción animal. La ciencia ha avanzado muchísimo en cada una de las especialidades (nutrición animal, sanidad animal, fitopatología, genética, reproducción, etc.) y creo que no se debe mermar demasiado la profundidad de formación en estas ciencias para introducir la formación que hace falta sobre los sistemas diversificados o «sistemas integrales de bioproducción» como los llamamos nosotros. Estoy seguro de que se pueden mejorar muchísimo los pensum de estudios de esos profesionales, pero creo que de todas maneras siempre hará falta el profesional con la visión integral de todo lo que representa el desarrollo rural. Por eso, desde hace algunos meses, he estado trabajando en la estructuración del pensum de estudios para una nueva carrera: **Ingeniería del Desarrollo Rural**. No se si esta idea llegue a feliz término porque nuestro Ministerio de Educación está renuente a abrir nuevas carreras universitarias. Sin embargo, convencido de su necesidad, lucharemos por llevarla a la realidad en mediano plazo. Tengo algo adelantado ese Pensum y si algún participante del Foro está interesado en conocerlo, puedo enviárselo con mucho gusto. Quisiera recibir observaciones y comentarios sobre esta idea que aún está en un temprano proceso de gestación, pero estoy seguro que todos podrán hacerle valiosos aportes. Con el fin de no desviar demasiado la discusión del Foro, quienes deseen recibir una copia del proyecto de pensum, pueden escribirme directamente a mi buzón electrónico. Sigo en contacto.

### **Lylian Rodríguez**

#### **Con respecto a la intervención de Antonio J. González-Fernández**

El comentario de Antonio González-Fernández fue excelente y estamos totalmente de acuerdo con todo lo que estas diciendo. Ahora te digo quien soy yo, Lylian Rodríguez, Colombiana pero viviendo en Vietnam y trabajando con Thomas Preston en la Finca Ecológica que ya va a completar 4 años y que es la Universidad de los estudiantes de la UTA (Universidad para el Trópico) donde estamos desarrollando un programa a nivel de posgrado con estudiantes Vietnamitas y Camboyanos. La

verdad es que sentimos y vivimos lo mismo que tu y que la gente entusiasta como el amigo Adolfo Cardozo. Yo también creo que hay que atacar el problema de raíz y es la **educación**, tenemos que cambiar nuestras universidades y convertirlas en «instituciones útiles para la sociedad» y para esto necesitamos ¡gente convencida y con ganas de cambiar y trabajar! Y también necesitamos ¡financiación! La idea de crear modelos físicos como CENDI-GRANJA en Venezuela (yo la he visitado) o la Finca Ecológica en Vietnam es clave, esto nos permite observar y desarrollar ideas diariamente, otro factor clave en esto es el poder hacer investigación a bajo costo y basada en la realidad. Todo esto nos permite a nosotros y a los estudiantes «aprender haciendo» y avanzar. Lo importante es vivir los sistemas que estamos promoviendo. Esta es la única forma de entender y convencernos de que si es posible. Nuestra granja es de 3,500 m<sup>2</sup>, es más pequeña que la de ustedes pero con una biodiversidad impresionante. Mucha suerte y sería interesante ver el currículum para la Ingeniería del Desarrollo Rural.

### **Antero J.N. Cabrera**

Es una realidad que en América Latina las grandes y medianas empresas agrícolas, ganaderas y forestales son responsables de gran parte del impacto ambiental causado por la producción agropecuaria y forestal. Esto está directamente relacionado con el hecho que estas empresas dedican una mayor superficie a la producción. Teniendo en cuenta la naturaleza de estas empresas, es importante remarcar que el componente económico es la llave para la implementación de sistemas agroforestales en grandes extensiones. Esta es una de las razones por las que este componente debe recibir la importancia adecuada. Con relación a las pequeñas empresas, no se deben desaprovechar las experiencias de otras regiones del mundo con ciertas condiciones semejantes a América Latina, como ej. el sureste asiático y parte de Oceanía. Esto con relación a sistemas agroforestales tradicionales y sistemas agroforestales difundidos recientemente- (ej. «The Amarasi system» en Timor Indonesia o «SALT- Slope Agricultural Land Technology»), los cuales han mostrado ser muy exitosos. Con esto no quiero decir que se deban cometer errores pasados de trasladar tecnología sin la correcta adaptación a condiciones particulares. Pero considero que no se debe desaprovechar esta experiencia así como las instituciones relacionadas

con ella. (En discusión con el Dr. Max Shelton -University of Queensland-Australia- acerca de sistemas agroforstales utilizados en sureste asiático y Oceanía).

### **María Elena Gómez**

Con respecto a los múltiples estratos existen factores muy importantes que deben tenerse en cuenta:

- Estructura de la copa, tipo de hojas y permanencia del follaje de las especies que conforman el dosel o el estrato más alto ya que influye directamente con la recepción de luz y los niveles de sombra que se generen.
- Los niveles de tolerancia a la sombra de las especies ubicadas en los estratos más bajos por ejemplo el matarratón (*Gliricidia sepium*) no tolera condiciones de sombra por esto debe ser utilizado ocupando el estrato más alto o en bancos mixtos con otras especies donde se manejen los mismos niveles de altura.
- La compatibilidad de las especies y el tipo de relaciones que entre ellas pueda darse por ejemplo el incremento de la disponibilidad de nitrógeno y fósforo por parte de las leguminosas.

### **Limitantes para el establecimiento de los sistemas silvopastoriles**

Uno de los limitantes para establecimiento de árboles en los potreros en fincas pequeñas y medianas es el cuidado que deben recibir los árboles durante el establecimiento y el desarrollo en los primeros años, la manera de protegerlos con cercos resulta costosa; aislar el área sacando los animales del potrero también lo es. Una opción viable puede partir de la planificación de las áreas de acuerdo a la actividad agrícola o pecuaria. El establecimiento de los árboles entonces podría hacerse mediante el establecimiento con cultivos anuales o semestrales, cuando los árboles hayan alcanzado un desarrollo suficiente (de dos a tres años) se incorporan el pasto y los animales.

### **Jatnel Alonso**

En definición de términos creo que además de lo que se plantea con relación a la agroforestería y al silvopastoreo, hay que señalar que estamos en presencia de estos sistemas cuando se llega a un equilibrio de

los componentes involucrados en el sistema de manera que logre la no desaparición de algunos de ellos. En cuanto a las limitantes para el desarrollo de los sistemas silvopastoriles, soy del criterio que para la incorporación de especies arbóreas de pastoreo una de las vías más seguras para lograr resultados satisfactorios es con la producción de plántulas en vivero y pienso que la forma de incorporar especies arbóreas depende del objetivo que se persigue, la especie y el tamaño de la semilla, etc.

### **Gustavo Febles y T. E. Ruiz**

Muy acertado que la primera conferencia contenga elementos terminológicos. Estamos totalmente de acuerdo con el enfoque de disminuir la influencia de los monocultivos de gramíneas en función de la diversidad. Cuba ha trabajado desde 1979 en lo que valoramos como sistemas silvopastoriles vinculados a la producción bovina en varios centros de investigación. Consideramos también que los estudios relacionados con la supervivencia de las especies en estos sistemas es una de sus limitantes esenciales sobre todo durante el período de establecimiento y que debe ser objeto de estudio. Igualmente la tecnología de incorporación de las especies sin detener el proceso productivo de la unidad pecuaria es otro objetivo esencial. En el Instituto de Ciencia Animal se ensayan varias modalidades en este sentido. Creo que es muy oportuno dejar claro que al sistema silvopastoril se llega a través del desarrollo y armonización de sus componentes tanto bióticos como abióticos.

# Investigación agroforestal: perspectivas globales

**Jeffrey Burley y Andrew W. Speedy**

Instituto Forestal de Oxford (OFI), Oxford, Reino Unido.

## **SUMMARY**

Agroforestry is defined as land-use systems and technologies where woody perennials (trees, shrubs, palms, etc.) are used in the same management system as agricultural crops and/or animals, in some form of spatial arrangement or temporal sequence. The aim is to achieve synergy between the components which leads to net improvements in one or more of a range of characteristics, such as productivity and sustainability. As a science, it is multi-disciplinary and often involves farmer or smallholder participation in the identification, design and execution of research activities. This paper summarizes current work on agroforestry, particularly at the major institutions, ICRAF, CIAT and CATIE, and recent work at OFI and CIPAV. The work of the various institutions on germplasm acquisition, evaluation and dissemination is described. This includes a description of work on *Acacia*, *Calliandra*, *Gliricidia*, *Faidherbia* and *Leucaena* spp. at OFI. Sources of information on nutritive value and feeding trials are introduced. These include experiments carried out in different countries and recent in vitro studies of mixtures of fodder trees and other nutrients. FAO sources are listed, including the Tropical Feeds database and specific publications on tropical animal feeding, fodder trees, and pastures and forages. Suggestions are made for future R&D. It is suggested that the methodology for whole agroecosystem research needs to be further developed. A particular area for future research is on mixtures of multipurpose tree species from the points of view of agronomy, pest management, soil effects (including microbiology), and nutritive value.

## **INTRODUCCIÓN**

La agroforestería se refiere a sistemas y tecnologías de uso del suelo en los cuales las especies leñosas perennes (árboles, arbustos, palmas, etc.) se utilizan en el mismo sistema de manejo que cultivos agrícolas y/o producción animal, en alguna forma de arreglo espacial o secuencia temporal (Nair, 1993). En los sistemas agroforestales existen interacciones tanto ecológicas como económicas entre los diferentes componentes. El propósito es lograr un sinergismo entre los componentes el cual conduce a mejoras netas en una o varias características, tales como productividad y sostenibilidad, así como también diversos beneficios ambientales y no-comerciales. Como ciencia, es multi-disciplinaria y a menudo involucra la participación de campesinos o agricultores en la identificación, diseño y ejecución de las actividades de investigación.

Este artículo resume el trabajo actual en sistemas agroforestales, particularmente de las principales instituciones como, ICRAF, CIAT y CATIE, y el trabajo reciente de OFI y CIPAV. Se revisan también las fuentes de información incluyendo la FAO. El artículo muestra la extensión de la colección de germoplasma, evaluación y disseminación de árboles multipropósito y se centra particularmente en trabajos referentes a sistemas de nutrición y producción animal, con sugerencias para investigación y desarrollos futuros.

## **EL CENTRO INTERNACIONAL PARA INVESTIGACIÓN EN AGROFORESTERÍA**

El Centro Internacional para Investigación en Agroforestería (ICRAF, 1988) se estableció en Nairobi en 1977 y es uno de los institutos del Grupo Consultivo en Investigación Agrícola Internacional (CGIAR). El Centro tiene una colección extensa de germoplasma y ha llevado a cabo un programa de evaluación y desarrollo, hacia la adopción de la agroforestería en seis ecoregiones:

- Las tierras altas sub-húmedas de Africa oriental y central
- Los altiplanos sub-húmedos de Africa del sur
- Las tierras bajas semi-áridas de Africa occidental
- Los trópicos húmedos de Latino América
- Los trópicos húmedos de sureste asiático
- Los trópicos húmedos de Africa occidental

Este centro ha conducido un programa de investigación de ecosistemas, así como los aspectos sociales, políticos y económicos del desarrollo agroforestal.

El programa Domesticación de Árboles para Agroforestería tiene como objetivo la identificación, producción, manejo y adopción de árboles mejorados para la agroforestería, incluyendo colección de germoplasma, multiplicación y disseminación (semillas y material vegetativo). Este programa involucra la evaluación en estación experimental y en finca, así como también estudios de laboratorio cuando éstos sean necesarios.

El programa Rehabilitación de Ecosistemas cubre la investigación sobre la interacción entre fuentes inorgánicas y orgánicas de nutrientes para diversas estrategias de reposición de la fertilidad del suelo; las interacciones biofísicas entre árboles y cultivos a diferentes escalas espaciales y temporales y sus interacciones con el medio ambiente, en función de agua y nutrientes; los efectos de las prácticas agroforestales sobre la biodiversidad, incluyendo la biodiversidad del suelo, la retención de carbono y emisiones de gases de invernadero; y en el largo plazo, la resistencia del recurso natural de base, a nivel de campo y de paisaje. El programa Alternativas al Sistema Corte y Quema estudia los efectos ambientales globales de la agricultura de corte y quema, y las opciones políticas y tecnológicas para aliviar estos efectos, incluyendo sistemas de corte y cobertura. Las actividades de investigación y desarrollo del ICRAF en América Latina, sureste asiático y las tierras bajas húmedas de África oriental contribuyen al trabajo de este programa.

El Programa Evaluación y Disseminación de Sistemas emprende tanto ensayos de investigación controlados como evaluación participativa con agricultores de sistemas agroforestales promisorios. El propósito es encontrar las combinaciones óptimas de los componentes del sistema y definir sus límites biofísicos y socio-económicos. Esto ayudará a integrar en forma exitosa los sistemas agroforestales con otras prácticas no-agroforestales de uso del suelo utilizadas en el campo por los productores. El programa promoverá la disseminación más amplia de los sistemas agroforestales probados a través de proyectos de desarrollo pilotos, trabajando en estrecha colaboración con gobiernos, servicios de extensión, ONGs y proyectos de desarrollo. También monitoreará y documentará la adopción por parte del productor y el consecuente impacto en el campo, la finca y a nivel de la comunidad.

El programa para los trópicos húmedos de América Latina tiene, entre otros, los siguientes temas y objetivos:

- seleccionar y evaluar el germoplasma de especies prioritarias;
- mejorar la calidad de plántulas de árboles para un mejor establecimiento en el campo;
- promover sistemas mejorados de uso del suelo a través de investigación y desarrollo participativo;
- mejorar el manejo del uso del suelo para obtener beneficios ambientales y económicos;
- conservar y manejar el recurso suelo a través de la agroforestería, y
- construir capacidad a través de la información, educación y colaboración;

Los estudios de sistemas del ICRAF se han concentrado en cultivos mezclados y en sistemas de cultivos intercalados con énfasis en ganadería. Una revisión por Baumer (en Pugliese y Speedy, 1992) describe el uso de *Gliricidia maculata* y *G. sepium* en África, *Erythrina burana* en Etiopía, y *Acacias*, incluyendo *A. tortilis*, *A. raddiana*, *A. heterophylla* y *A. spirocarpa*, en zonas áridas; *Faidherbia albida* en la zona semi-árida, y halofitas (*Atriplex* spp., etc.) en suelos salinos. En la zona sub-húmeda, se ha dado mucho énfasis en *Leucaena*, con los problemas bien documentados de ataques del insecto chupador *Heteropsylla cubana* y toxicidad de mimosina. Además se han emprendido estudios con *Gliricidia sepium*, que ha mostrado además algunos problemas antinutricionales en África. *Calliandra calothyrsus* es otra especie prometedoras en estas áreas. En la zona húmeda, hay resultados interesantes con palmas tales como *Guillemia gasipaes* y *Jessenia battaua*.

El programa extensivo de investigación del ICRAF ha hecho más énfasis en los problemas del continente africano, cultivos intercalados, ramoneo, sistemas silvo-pastoriles, pero está colaborando con centros en América Latina para desarrollar sistemas agroforestales y especies multipropósito adecuadas. El ICRAF ha establecido un grupo activo de investigadores con base en el CIFOR (Centro para la Investigación Internacional de Ingeniería Forestal) en Bogor, Indonesia, quienes están trabajando actualmente con instituciones y científicos nacionales en la región asiática.

**EL CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL**

En América Latina, el Centro Internacional para la Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia, tiene un programa extensivo en pastos tropicales y leguminosas para múltiples usos. El banco de genes del centro contiene más de 22,000 accesiones de cerca de 155 géneros de pastos y leguminosas forrajeras (incluyendo árboles). También tiene muchos años de experiencia en investigación interdisciplinaria en especies promisorias. Existe un programa grande de pasturas que involucra sub-centros en la mayoría de los países Latinoamericanos y colaboración con socios en instituciones nacionales.

El objetivo es identificar y promover el uso de pastos y leguminosas tropicales en los trópicos sub-húmedos y húmedos, con base en la caracterización de su diversidad genética buscando características que hagan más eficiente la ganadería y protección de cultivos y que contribuyan a un manejo sostenible del suelo. Los beneficiarios directos de este trabajo son productores a pequeña-escala en los trópicos sub-húmedos y húmedos, cuya subsistencia depende de la ganadería, cultivos anuales, y las combinaciones de estas dos con cultivos perennes. Nuevos forrajes permiten a estos productores aumentar la productividad de sus sistemas, mientras que mantienen la fertilidad del suelo, conservan recursos hídricos y preservan la vegetación natural en áreas ecológicas frágiles.

El proyecto hará que los pastos y leguminosas más sobresalientes estén rápidamente disponibles para los socios de la investigación, de modo que ellos pueden evaluar estas especies para múltiples usos, seleccionarlas para nichos ecológicos específicos, y promover su integración en los diferentes sistemas de producción (CIAT, 1998). Lascano y Argel de CIAT son los aurores de un artículo posterior en estas memorias.

**CENTRO AGRÓNOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (CATIE)**

CATIE (1998) es una asociación internacional independiente sin fines de lucro establecida en Costa Rica, cuyo propósito es la investigación y educación en ciencias agrícolas, recursos naturales y temas relacionados con los trópicos Americanos, con énfasis en América Central y el Caribe.

Los objetivos de la investigación son caracterizar y documentar, incrementar y preservar, y hacer disponible a usuarios la diversidad genética real y potencial de la región. La estrategia principal es apoyar y

prestar servicios a productores de semilla y a usuarios en los países miembros en selección de la fuente de semilla y obtención y manejo de la misma. Los beneficiarios de esta investigación son productores, campesinos propietarios de bosques y programas nacionales de mejoramiento genético. El CATIE está comprometido con el mejoramiento de germoplasma y la conservación de cultivos agrícolas y especies forestales seleccionadas.

La investigación en manejo integrado de plagas (MIP) en ingeniería forestal y agroforestería pretende reducir la utilización de pesticidas a través de su sustitución por alternativas ecológicas específicas y reducción de las pérdidas debidas a plagas. Esta línea de investigación está orientada al sistema de producción y no a un solo cultivo. La investigación se realiza a través de un equipo multidisciplinario de manejo integrado de plagas y cubre todos los países miembros del CATIE, aunque en los próximos años las actividades de investigación se centrarán en Costa Rica y Nicaragua. Los beneficiarios de esta investigación son instituciones públicas nacionales, el sector privado, y las organizaciones no gubernamentales involucradas en el manejo integrado de plagas y agroforestería. Los beneficiarios indirectos son los productores, los consumidores y las comunidades rurales, así como también la comunidad científica mundial.

El objetivo de la investigación en sistemas agroforestales es generar, validar y transferir sistemas agroforestales más productivos, sostenibles y económicamente factibles, así como promover acciones integrales en el manejo de cuencas, tendientes a mejorar las condiciones de vida de los agricultores, y la conservación de los recursos naturales del trópico americano. Las sub-líneas incluyen elementos tales como la introducción de árboles en sistemas agroforestales en fincas con énfasis en la producción de madera y especies arbóreas de uso múltiple; estudios de interacciones bio-físicas y socio-económicas de los sistemas agroforestales; desarrollo de modelos descriptivos empíricos y modelar sistemas agroforestales. Las tres sub-líneas de investigación son:

- Sistemas agroforestales para la producción de cultivos anuales en laderas del trópico húmedo.
- Sistemas agroforestales para cultivos perennes (principalmente café).
- Sistemas silvopastoriles para pasturas degradadas en los trópicos húmedos.

El CATIE está también promoviendo el desarrollo de tecnologías para el manejo sostenible de bosques naturales y su biodiversidad y emprendiendo análisis y valoración socio-económica de sistemas de manejo y bienes y servicios de ecosistemas tropicales.

Kass, *et al.* (en Pugliese y Speedy, 1992), revisan dos de los trabajos de el CATIE en experimentos de alimentación en ganadería. Estos incluyen análisis de laboratorio detallados de un rango amplio de especies, con énfasis en particular en *Morus* spp., *Gliricidia sepium* y *Erythrina poeppigiana*. También se han realizado ensayos de alimentación con animales para medir el consumo de materia seca y la ganancia de peso de ovejas, cabras y vacunos. (ver artículos de Benavides es estas memorias).

#### INSTITUTO FORESTAL DE OXFORD

El Instituto Forestal de Oxford (OFI) del Reino Unido, es un centro con una larga trayectoria, Establecido para la investigación en ingeniería forestal mundial alberga en su biblioteca la colección más importante de material de referencia sobre ingeniería forestal y agroforestería. La investigación se ha centrado en genética forestal, silvicultura, madera y otros productos forestales, así como también en estudios políticos y socio-económicos. Está asociado con el Departamento de Ciencias Vegetales de la Universidad de Oxford, y ofrece entrenamiento a nivel de grado y posgrado, y cursos cortos en manejo forestal, políticas, métodos de investigación y agroforestería.

El Grupo de Genética ha emprendido algunos estudios científicos profundos en un número importante de especies agoforestales, incluyendo adquisición y evaluación de germoplasma. En años recientes, se han emprendido estudios importantes de biología reproductiva, genética sistemática y manejo en *Acacia*, *Calliandra*, *Gliricidia*, *Faidherbia* y *Leucaena* spp. Para realizar estos trabajos se han establecido colecciones y llevado a cabo estudios de crecimiento utilizando diseños experimentales estándar en un amplio número de localidades tropicales.

De importancia particular es el trabajo en *Leucaena* (Hughes, 1996). En este trabajo se estableció una nueva y completa colección de semillas en Oxford y se llevó a cabo un estudio de la morfología comparativa y sistemática de *Leucaena* y géneros relacionados (*Dichrostachys*, *Parkia* y *Xylia*). Esto conllevó a una profunda revisión taxonómica del género, el cual se considera ahora que abarca 22 especies, 6 híbridos intraespecíficos

y 2 híbridos nombrados. Se ilustraron todos los taxa y se mapificaron sus distribuciones. Se describieron una nueva especie y dos nuevos híbridos. La evaluación genética de especies de Acacia africana involucra investigación en la importancia económica de la variación genética en *Acacia erioloba*, *A. karroo*, *A. nilotica*, *A. senegal*, *A. tortilis* y *Faidherbia albida* (Barnes en OFI, 1997). Se ha utilizado una completa colección de semillas para establecer los ensayos de escrutinio, incluyendo estudios socio-económicos para evaluar el uso actual y potencial de seis especies en sistemas agrícolas de pequeños productores en las zonas semi-áridas de Zimbabwe, y la producción de una metodología para integrar el mejor material genético en estos sistemas.

Un proyecto posterior de OFI tiene que ver con la investigación en la biología reproductiva y la diversidad genética del árbol multipropósito, *Calliandra calothyrsus*. Investigación en esta especie ha involucrado estudios de su fenología floral, sexual, sistemas de reproducción y polinización, diversidad genética y el potencial de inter-hibridación específica. Las colecciones de semillas fueron realizadas en Costa Rica, Guatemala, Honduras y Nicaragua por Joanne Chamberlain. Los estudios de biología reproductiva y la diversidad genética también se realizaron en el Jackfruit asiático (*Artocarpus* sp.) por Pushpakumara.

*Faidherbia albida* es un árbol leguminoso africano ampliamente distribuido que es utilizado en sistemas integrados de producción agrosilvopastoril. Recientemente se han implementado estudios amplios de la diversidad genética utilizando marcadores moleculares para asistir al desarrollo de estrategias de recolección de semillas para programas de mejoramiento de árboles.

Los miembros del instituto también están involucrados en el análisis cualitativo y cuantitativo de especies agroforestales para forraje. Esto ha incluido investigación de la calidad de forraje de varios géneros de leguminosas para los cuales el OFI ha ensamblado colecciones de semilla (Stewart en OFI, 1994, 1995, 1996, 1997). En el caso de *Gliricidia sepium*, especie para la cual se han reportado problemas de aceptabilidad de su follaje por parte del ganado en muchas partes de los trópicos, se ha investigado la variación genética de su calidad mediante ensayos de alimentación basados en procedencias, utilizando ovejas y cabras. Para esto se establecieron bloques de forraje que contenían 5 - 6 procedencias de *Gliricidia* cinco sitios, en colaboración con instituciones de investigación en ganadería en Colombia, Costa Rica, Indonesia, Nigeria y

Sri Lanka, en donde se llevaron a cabo ensayos de alimentación en cada sitio.

En cuanto a *Leucaena*, se han completado estudios de la composición química del follaje para la mayoría de los taxa conocidos, utilizando material foliar de la colección de semillas de OFI que crece en un ensayo financiado por la ODA en Honduras. Las mismas muestras se utilizaron para estudios de la digestibilidad *in vitro*, en colaboración con la Universidad de Reading, en 1995. Estos estudios de laboratorio se complementaron con un experimento de alimentación llevado a cabo en Honduras, con la ayuda del equipo técnico y recursos de CONSEFORH. Las hojas frescas de 15 taxa de *Leucaena*, del mismo ensayo muestreado previamente para análisis de laboratorio, se ofrecieron simultáneamente a ovejas, para determinar su palatabilidad relativa.

*Calliandra calothyrsus* es un árbol leguminoso tropical que puede proveer hojas para forraje de alto valor nutritivo durante la época de sequía, aún en suelos ácidos estériles. Sin embargo, el valor nutricional reportado varía en forma amplia. Se han investigado los efectos de procedencia, manejo y medio ambiente en el valor nutritivo, a través de una combinación de ensayos de alimentación en Colombia y Kenya y mediante estudios analíticos, particularmente de la química de taninos del follaje, en colaboración con la Universidad de Reading.

Se han realizado otros estudios en seis leguminosas leñosas neotropicales de los géneros *Albizia*, *Hesperalbizia*, *Pseudosamanea* y *Samanea*, utilizando técnicas analíticas, digestibilidad *in vitro* y ensayos de aceptabilidad por ovejas en Honduras. Se está preparando un reporte de la investigación de la aceptabilidad y potencial de forraje (Stewart y Dunsdon, en prensa). *H. occidentalis* y *P. guachapele* parecen ser las especies con mayor potencial de uso para forraje. Una descripción más extensiva de estos ensayos de evaluación de forraje serán presentados por Janet Stewart en un artículo posterior en esta conferencia electrónica.

Finalmente, se ha llevado a cabo un trabajo por Rosales (Ahora con CIPAV) en asociación con Margaret Gill del NRI para evaluar el valor nutricional de mezclas de árboles forrajeros (Rosales, 1996). Este trabajo involucró un extensivo estudio *in vitro* utilizando el método de producción de gas y demostró las diferencias en tasas y extensión de digestión de mezclas de forrajes arbóreos pero, además, evidenció los efectos sinérgicos posibles de mezclas de forrajes y combinaciones con

otros nutrientes. Estos hallazgos y sus interpretación en el contexto de sistemas agroforestales y ganaderos se discutirán en un artículo posterior. La transferencia de resultados y métodos de adopción de investigación incluye la evaluación de algunas especies arbóreas no-industriales y el desarrollo de enfoques para facilitar la utilización de resultados. Frecuentemente, los productores no tienen acceso a los resultados de programas de mejoramiento de árboles, de tal forma que la información de la investigación permanece en la estación experimental. La estrecha colaboración con socios incluyendo el Centro Internacional para la Investigación en Agroforestería (ICRAF, Kenya), el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, Colombia), la Fundación de Industrias Agrícolas de Bharatiya (BAIF, India), el proyecto de Forrajes para Pequeños Agricultores (Indonesia, Filipinas, Laos y Vietnam), y la Oficina de Investigación de Ecosistemas y Desarrollo (Filipinas) ha conllevado a una mayor adopción de resultados de la investigación del OFI.

#### **OTRAS INSTITUCIONES**

La Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal (IUFRO, 1998) tiene un grupo de investigación con cuatro grupos de trabajo en agroforestería. Los objetivos de grupo son promover el intercambio de información entre investigadores activos en agroforestería y revisar periódicamente el estado del conocimiento o de temas claves en agroforestería y de ese modo estimular nuevas líneas de investigación y establecer prioridades.

La naturaleza amplia e interdisciplinaria de la agroforestería se refleja en los grupos de trabajo que cubren: agroforestería de zonas templadas, agroforestería tropical, investigación fundamental y estudios de modelos en agroforestería, e investigación adaptativa y social en agroforestería.

Existen muchas instituciones, universidades y ONGs que trabajan en el campo de la agroforestería, realizando contribuciones significativas al entendimiento global de los ecosistemas agroforestales y a su aplicación y desarrollo a nivel local. Algunas de ellas se han mencionado anteriormente como colaboradoras con las instituciones principales y contribuirán al programa y discusión en esta conferencia.

### AGROFORESTERÍA EN SISTEMAS DE GANADERÍA

Muchas de las instituciones principales y muchas de las organizaciones nacionales y no-gubernamentales han trabajado hacia el desarrollo de sistemas agroforestales integrados tanto en centros de investigación como en fincas. Tales estudios incluyen sistemas de fincas modelo y participación de los productores en desarrollos en el campo de sistemas apropiados para diferentes zonas.

En América Latina, ha habido un crecimiento de pequeñas organizaciones nacionales y no-gubernamentales involucradas en el desarrollo de sistemas agropecuarios integrados incluyendo la agroforestería. Un ejemplo importante es la Fundación CIPAVI (Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria) en Cali, Colombia. CIPAV contribuirá con varias ponencias en esta conferencia.

### FUNDACIÓN CIPAV

CIPAV es una organización no-gubernamental establecida en 1986. Se ha llevado a cabo investigación en todos los niveles del agroecosistema. Los estudios iniciales se enfocaron en el uso fraccionado de la caña de azúcar como fuente de energía y árboles leguminosos y plantas acuáticas como suplemento proteico, para ganado, ovejas, cabras, cerdos y otras especies animales, dentro de un sistema integrado que incluye recursos vegetales, agua y residuos para alimento animal, alimentación humana y energía. En los últimos 10 años, el programa se ha extendido a una amplia variedad de ecosistemas en América Latina y a un rango más amplio de especies y sistemas de explotación apropiados para diferentes localidades. Hay cooperación internacional con otras organizaciones en Argentina, Brasil, Ecuador, Chile, Guatemala, Nicaragua, México, Perú, Venezuela y en muchas regiones de Colombia.

La agroforestería es un componente central en el desarrollo de agroecosistemas sostenibles en la región. Las especies consideradas dentro del desarrollo de sistemas en CIPAV incluyen: *Gliricidia sepium*, *Trichanthera gigantea*, *Leucaena leucocephala*, *Erythrina poeppigiana*, *E. edulis*, *Prosopis juliflora* y *Tithonia diversifolia*, entre otras. Estas especies se han probado tanto en ensayos de alimentación con un rango amplio de especies animales como en sistemas agropecuarios integrados a nivel de finca. CIPAV ha conformado una amplia red de productores que participan en la investigación y adaptación de estos sistemas.

El programa de investigación en sistemas forestales incluye:

- Identificación y evaluación de sistemas agroforestales en predios de productores empresariales y campesinos. Estos sistemas incluyen cultivos multiestrato, cultivos mixtos (asociados con componentes arbóreo-arbustivo), bancos de proteína, cercos vivos y corredores biológicos.
- Identificación, selección y evaluación de nuevas especies vegetales de uso múltiple para diferentes ecosistemas incluyendo: bosque seco tropical, bosque húmedo premontano, altas montañas tropicales, bosques húmedos y pluviales tropicales y humedales.
- Líneas de investigación en *Trichanthera gigantea* son: evaluación de la variabilidad genética, biología de la reproducción, caracterización del valor nutricional, aportes a la salud humana y animal, efectos sobre nacimientos de agua.

Una descripción detallada de los sistemas integrados y de el papel de los árboles multipropósito ha sido publicada por Preston (en Pugliese y Speedy, 1992), al igual que una revisión crítica de estudios de alimentación animal (Preston, 1996) ; ambas son publicaciones de la FAO (Artículos de Producción y Salud Animal).

#### **FUENTES DE INFORMACIÓN DE GANADERIA Y AGROFORESTERÍA DE LA FAO**

En la FAO, el Grupo de Recursos de Alimentación de la División de Salud y Producción animal (AGA) y el Grupo de Pastos y Forrajes de la división de Producción y Protección de Plantas (AGP) tienen un rango amplio de literatura relevante en los temas de árboles multipropósito, pastos y leguminosas, y sistemas agroforestales.

En 1992, la publicación de la FAO Alimentos Tropicales (Bo Gohl, 1980) se convirtió en una base de datos computarizada. Mediante una actualización progresiva en 6 ocasiones desde entonces, la versión actual contiene unos 800 alimentos y 1200 referencias, con resúmenes del material de referencia relacionado. Además, existe un gran número de publicaciones de tanto de AGA como de AGP que contienen información detallada y memorias de seminarios y conferencias. Unas referencias particularmente útiles son «Arboles Leguminosos y Otros Arboles

Forrajeros como Fuentes Proteicas para Ganadería» (Pugliese y Speedy, 1992) y «Alimentación Animal Tropical» (Preston, 1996).

Muchas de estas publicaciones, junto con las memorias de conferencias electrónicas previas en Alimentos Tropicales, están disponibles en la página de Internet de la FAO (FAO, 1998). El último desarrollo es un CD-ROM comisionado por FAO que contiene «Piensos Tropicales», la revista computadorizada «Investigación Agropecuaria para el Desarrollo Rural» (publicada y disponible también en CIPAV), la revista «Producción Animal Tropical» (1976-85) y seis publicaciones de la serie de «Producción y Sanidad Animal», incluyendo aquellos relacionados arriba. El Grupo de Pastos y Forrajes de la Dirección de Producción y Protección Vegetal (AGP) también ha producido un CD-ROM con más publicaciones en formato electrónico.

El advenimiento de la tecnología de la informática hace ahora un uso extensivo de los recursos de información disponibles a nivel mundial. Existe un cuerpo creciente de información en árboles multipropósito, sistemas agroforestales, biodiversidad y en la investigación y desarrollo asociados, cada vez con mayor utilidad y fácil acceso.

### **POSIBILIDADES FUTURAS**

El énfasis de gran parte de la investigación y desarrollo descritos en este artículo está claramente en los recursos genéticos, germoplasma, evaluación, diseminación y la necesidad de recursos de germoplasma mejorado. Ha habido algo de desarrollo en el área de los aspectos socioeconómicos con métodos participativos. También existe un cuerpo de literatura en el valor nutritivo y en ensayos de alimentación, referentes al uso importante de recursos vegetales en sistemas ganaderos. Sin embargo, no hay una metodología bien desarrollada para la investigación y desarrollo del agroecosistema como un todo.

Un área particular para la investigación futura está en las mezclas de especies de árboles multipropósito desde los puntos de vista de agronomía, manejo de plagas, efectos en suelos (incluyendo microbiología) y valor nutricional. Esto debe extenderse a estudios de ecosistemas completos incluyendo agroecosistemas con agroforestería.

Esta conferencia contribuirá a la información y discusión en recursos agroforestales ya que ellos se relacionan con sistemas agrícolas basados en ganadería. El progreso en esta área guiará a posteriores publicaciones electrónicas y su distribución.

## BIBLIOGRAFÍA

- CATIE (1998). Home Page. [Http://www.cgiar.org/catie](http://www.cgiar.org/catie)
- CIAT (1998). Home Page. [Http://www.cgiar.org/ciat](http://www.cgiar.org/ciat)
- FAO (1998) Home Page: [Http://www.fao.org](http://www.fao.org)
- Göhl, B. (1980) *Tropical Feeds*. FAO, Rome.
- Hughes, C.E. (1996) *Systematics of Leucaena Benth. (Leguminosae: Mimosoideae)*. PhD Thesis. University of Oxford.
- ICRAF.(1998) Home Page. [Http://www.cgiar.org/icraf](http://www.cgiar.org/icraf)
- IUFRO (1998). Home Page. [Http://www.iufro.boka.ac.at](http://www.iufro.boka.ac.at)
- Nair, P.K.R. (1993) *An introduction to agroforestry* Kluwer Academic Publishers, Holland
- OFI (1994). *Annual Report*. Oxford Forestry Institute, Oxford, UK
- OFI. (1995). *Annual Report*. Oxford Forestry Institute, Oxford, UK
- OFI. (1996). *Annual Report*. Oxford Forestry Institute, Oxford, UK
- OFI. (1998). *Annual Report*. Oxford Forestry Institute, Oxford, UK
- Preston, T.R. (1996). *Tropical Animal Feeding. A Manual for Research Workers*. FAO Animal Production and Health Paper 126. FAO Rome.
- Pugliese, P.L. & Speedy, A.W. (1992). *Legume Trees and Other Fodder Trees as Protein Sources for Livestock*. FAO Animal Production and Health Paper 102. FAO Rome.
- Rosales, M (1996). *In vitro assessment of the nutritive value of mixtures of leaves from tropical fodder trees*. PhD Thesis. University of Oxford.

## Comentarios

### **Gustavo Febles, Thomas E. Ruiz y Jatnel Alonso**

Una conferencia sumamente informativa y muy útil para el estrechamiento de relaciones. A través de esta conferencia electrónica pedimos a los autores formas y posibilidades de estrechar relaciones de cooperación y trabajo con el Instituto de Ciencia Animal de Cuba cuyo correo electrónico aparece en este material. La importancia de los temas acerca de las investigaciones en genética, germoplasma, evaluación, disseminación y la necesidad de trabajar con germoplasma mejorado son muy sugestivos. Dos aspectos esenciales en el trabajo con árboles y arbustos que pueden contribuir negativamente a lograr exitosos establecimientos e incorporación de sistemas silvopastoriles a la ganadería son los estudios de métodos de conservación de germoplasma arbóreo y la variabilidad específica que se manifiesta en las colectas donde no interviene el trabajo de mejoramiento varietal.

### **Manuel Sánchez**

Este artículo nos da una visión integral del tipo de trabajos que se están haciendo en agroforestería en las diferentes instituciones involucradas en el tema. En artículos posteriores de autores trabajando en algunas de éstas instituciones se podrán obtener más detalles de las investigaciones y proyectos de desarrollo. Se espera que como resultado de esta conferencia se estrechen los lazos entre las instituciones nacionales e internacionales para poder hacer un trabajo más efectivo, que pueda rendir frutos más rápidamente en beneficio del productor campesino y del medio ambiente. Para completar la información sobre las publicaciones disponibles en FAO sobre el tema de Agroforestería les informo que recién se ha publicado el libro «Tree foliage in ruminant nutrition» (Follaje de árboles en la nutrición de rumiantes) por el Dr. Ronald Leng (FAO Animal Production and Health Paper 139, 1997). Este libro, cuyo autor es un líder mundial en nutrición y alimentación animal, trata de la contribución del follaje de los árboles leguminosos forrajeros a la producción animal en los trópicos. El primer capítulo describe el marco general de los recursos alimenticios y la contribución que puede hacer el follaje de los leguminosas a los sistemas de producción. El capítulo dos explora la nutrición, fisiología y metabolismo de los rumiantes como base para

entender como los follajes de los árboles pueden ayudar a mejorar la eficiencia del rumen para suplir los requerimientos productivos del animal. El capítulo tres explica las varias posibilidades de manipulación de la función ruminal a través del uso de suplementos y dá ejemplos de como estas intervenciones han mejorado el comportamiento animal en situaciones prácticas. En el capítulo cuatro se analiza la contribución específica de los follajes de leguminosas desde los puntos de vista de su contenido en taninos, composición química, fracciones protéicas sobrepasantes y solubles en el rumen, y contenido de micronutrientes. El uso del follaje de árboles como fuente de proteína protegida y los métodos para medir esta característica en los follajes se incluyen en el capítulo cinco. Desafortunadamente en este libro no se incluye a los follajes de alto valor nutritivo, como la morera, el hibiscus, etc. que tienen un enorme potencial en la producción no solo de rumiantes sino de monogástricos. Estos serán tratados en artículos posteriores de esta conferencia.