

Cultivos de cobertura para la agricultura sostenible en América Latina

Barry Pound

Natural Resources Institute, Chatham, Kent, UK

SUMMARY

The article describes the actual and potential roles, as well as the functions of cover crops in the different agricultural systems of Latin America. Rather than provide solutions, it suggests alternatives, this due to the huge diversity of the physical, social, economic and political conditions found in the region, and also due to the versatile and dynamic nature of this technology. The cover crops are defined as, a living plant cover which covers the soil and is temporary or permanent, which is cultivated in association with other plants in intercropping systems, in succession or in rotation. Cover crops, in contrast to those called "green fertiliser" are characterised by a broader function and their multipurpose nature, which include weed suppression, conservation of soils and water, control of pests and diseases, human and animal feed. The article describes in broad terms the advantages and disadvantages of cover crops, their contribution to soil productivity, the species involved, as well as the difficulties for dissemination, adoption and adaptation of these systems. Different systems or cover crops are discussed, as alternatives to the systems of slash and burn, for stabilisation of the frontier agriculture, in systems of zero labour, in systems of perennial crops and forage production systems for animal feed. It summarises the experiences in the diverse countries of central and south America especially Nicaragua, Honduras, Guatemala, Mexico, El Salvador, Belize and Bolivia as well as Asia and Africa. The cover crops are a versatile and adaptable, of particular interest for agricultural families with few resources and on a small scale in Latin America.

INTRODUCCIÓN

El propósito de esta publicación es el de informar, y no pretende ser definitiva. Está diseñada para estimular el pensamiento, y para promover la discusión en el debate electrónico.

La publicación describe los roles actuales y potenciales, como también las funciones de los cultivos de cobertura en los diferentes sistemas agrícolas de América Latina. Más que proveer soluciones, sugiere alternativas, esto en reconocimiento a la tremenda diversidad de situaciones físicas, sociales, económicas y políticas encontradas en la región como también la naturaleza versátil y dinámica de esta tecnología, la cual es capaz de ser considerablemente adaptada por agricultores, extensionistas e investigadores. Gran parte del contenido de esta publicación está basado en los resultados del Taller Regional Latinoamericano, realizado por la Universidad Autónoma de Yucatán (Mérida, México), en febrero de 1997. En el mismo, los investigadores y otros interesados revisaron el uso de cultivos de cobertura en la región. Las memorias completas del taller están disponibles en español, y se está preparando un libro en inglés (a ser publicado a finales de 1998 por Intermediate Technology Publications Ltd, «*Cover crops: components of integrated systems*»). Gundel S., Anderson S., and Pound B. with Triomphe B.). La publicación también utiliza información de un banco de datos de cultivos de cobertura producido por el NRI (La versión en español está disponible como: Anderson S, Ferraes N, Gundel S, Keane B y Pound B. 1997. «Cultivos de Cobertura: componentes de sistemas integrados» Taller Regional Latinoamericano. 3-6 de Febrero 1997. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, Correo electrónico: sander@tunku.uady.mx).

CULTIVOS DE COBERTURA: ¿QUÉ SON?

Para los fines de esta revisión, un cultivo de cobertura es definido como «una cobertura vegetal viva que cubre el suelo y que es temporal o permanente, el cual está cultivado en asociación con otras plantas (intercalado, en relevo o en rotación)». Aunque los cultivos de cobertura pueden pertenecer a cualquier familia de plantas, la mayoría son leguminosas. Ejemplos de cultivos de cobertura no-leguminosas son avena negra (*Avena strigosa*), avena amarilla (*Avena byzantina*), *Raphinus sativus* var. *oleiferus* y el ryegrass italiano (*Lolium*

multiflorum), los cuales son usados como cultivos de cobertura invernales en el sur de Brasil para suprimir malezas y reducir la erosión en la estación previa a la siembra de maíz o soya. (FAO, 1994).

Los términos «cultivos de cobertura» y «abono verde» se han usado en el pasado como sinónimos; sin embargo, los cultivos de cobertura están caracterizados por sus funciones más amplias y multi-propósitos, las cuales incluyen la supresión de malezas, conservación de suelo y agua, control de plagas y enfermedades, alimentación humana y para el ganado.

Los cultivos de cobertura no son una tecnología nueva. El uso de la *Mucuna* ha sido registrado desde el siglo 17 en Java, Bali y Sumatra, para recuperar los suelos degradados (Burkhill, 1968). Mucho más anteriormente hay registros de que los Griegos y Romanos han practicado la rotación de cultivos, y Plinio menciona el cultivo de lupinos (*Lupinus albus*) y arveja (*Vicia sativa*) como abonos verdes y para la supresión de malezas (Karlen *et al.*, 1994). Aparentemente, lo que sucede es que con el tiempo surge la combinación de circunstancias que coinciden con las ventajas que pueden ofrecer los cultivos de cobertura. Un ejemplo de un conjunto amplio de tales circunstancias es el intento de intensificación por parte de los agricultores de pequeña escala y con pocos recursos de Centro y Sudamérica. Tal situación constituye el foco de esta publicación.

Existen varios ejemplos donde países han adoptado los cultivos de cobertura durante un periodo crítico en el desarrollo agrícola, y luego han abandonado la práctica. Por ejemplo, en el centro y el sur de China, el cultivo de cobertura *Astragalus sinica* era sembrado al voleo en tres millones de hectáreas en el segundo cultivo de arroz inundado, al momento de la floración del arroz (Garrity y Flinn, 1988). El cultivo de cobertura crecía durante la época de descanso, y luego era incorporado antes del primer cultivo de arroz en el año subsiguiente. Actualmente, la práctica está disminuyendo debido a que el valor de cultivos invernales, tales como cebada, trigo y brasicas, sobrepasa las ventajas derivadas del *Astragalus*.

De esta manera, los cultivos de cobertura ocupan una serie de nichos específicos y estadios dentro del desarrollo de los sistemas agrícolas y, por lo tanto, no son aplicables a todas las situaciones.

FUNCIONES

Se pueden atribuir varias funciones a los cultivos de cobertura:

- **Reducir costos:** reducir la necesidad de insumos externos (e.g. fertilizantes, herbicidas, alimentos animales); reducir la mano de obra para el deshierbe.
- **Generar ingresos:** venta de semillas y follaje
- **Incrementar productividad:** disminuir periodo de cultivo; incrementar fertilidad del suelo; reducir competencia de malezas; incrementar filtración de agua; producción de alimentos para animales, producción para la alimentación humana
- **Reducir la degradación de recursos naturales:** reducir residuos de agroquímicos; reducir pérdidas de suelo por erosión; reducir deforestación y la pérdida de biodiversidad; reducir pérdidas de fertilidad por el quemado; mejorar infiltración de agua (y así reducir inundación y sedimentación).

CARACTERÍSTICAS

Ventajas

Los cultivos de cobertura están experimentando una expansión rápida en ciertas situaciones en América Latina. Esto puede ser parcialmente atribuido a las características de las especies más populares, las mismas que son resumidas en líneas abajo:

- **Costo bajo:** una vez que las semillas están disponibles (y pueden ser provistas de agricultor a agricultor), hay poco costo en dinero efectivo para el agricultor. De esta manera, los cultivos de cobertura pueden sustituir a los insumos externos tales como herbicidas y fertilizantes.
- **Simplicidad:** no hay necesidad de conocimientos o herramientas sofisticados.
- **Bajo riesgo:** el tamaño grande de las semillas de muchas especies (e.g. *Canavalia*, *Mucuna*, *Vicia faba*) facilita la siembra y reduce los riesgos de establecimiento.
- **Versatilidad:** las especies tienden a tener un rango ecológico bastante amplio. *Canavalia ensiformis* es un buen ejemplo, la cual prospera en condiciones húmedas o semiáridas, y a pleno sol o sombra parcial.

- **Competitividad:** pese a que las especies varían en su vigor, una característica que permite su selección de acuerdo al nivel de competitividad requerida, algunas especies (e.g. *Pueraria phaseoloides*, *Mucuna pruriens*, *Calopogonium mucunoides*) son excepcionalmente buenas para competir con malezas agresivas (por ejemplo, *Imperata cylindrica* y *Rottboellia cochinchinensis*)
- **Variabilidad:** existe un inmenso rango del cual escoger la mejor combinación de características. Por ejemplo: duración estacional o perenne (e.g. *Cajanus cajan*); hábito postrado (e.g. *Arachis pintoi*); erecto (e.g. *Crotalaria juncea*); trepador (*Vigna unguiculata*); vigor muy marcado a crecimiento lento (e.g. *Arachis pintoi*);
- **Tolerancia:** existe tolerancia a frío, calor, sequía, inundación.
- **Resistencia:** el daño por insectos es generalmente limitado a plagas.
- **Degradación:** la degradación de la materia vegetativa es variable y puede estar ligado a la necesidad sincronizada de nutrientes por los cultivos.

La selección es adicionalmente ampliada cuando uno considera que el cultivo puede ser sembrado como una asociación, un cultivo de relevo, o en rotación.

Desventajas

Estas incluyen:

- Se necesita un manejo cuidadoso para prevenir la competencia entre el cultivo de cobertura y los cultivos asociados (e.g. en el sistema mucuna/maíz, o en el sistema kudzu tropical/palma aceitera). En casos extremos esto puede llevar a que el cultivo de cobertura sea clasificado como una maleza.
- Requerimientos altos de mano de obra para el establecimiento y el corte del cultivo de cobertura podría coincidir con actividades que demandan mano de obra
- Los agricultores reclaman que los cultivos de cobertura atraen plagas como ratas y serpientes venenosas.
- Algunos cultivos de cobertura perennes se secan en la época seca, constituyéndose en un riesgo para incendios.
- A pesar de que los cultivos de cobertura deberían incrementar la infiltración de la lluvia al disminuir la velocidad del escurrimiento

superficial, los agricultores también sostienen que pueden causar deslizamientos de la tierra si la precipitación es intensa en terrenos de alta pendiente (Buckles *et al.*, 1992)

- Los cultivos de cobertura ocupan en parte o todo el año, tierra que podría ser utilizada para otros propósitos (por ejemplo, cultivos o producción ganadera).
- En algunas situaciones, el cultivo de cobertura podría contribuir a problemas de plagas o enfermedades en el cultivo principal. Por ejemplo, guandul (*Cajanus cajan*) y lupinos (*Lupinus angustifolius*) no deberían ser cultivados antes de la soya en el sur de Brasil debido a que ellos incrementan la probabilidad del cancro del tallo. En otros casos, podría haber el peligro de que el cultivo de cobertura actúe como un huésped alternante a plagas insectiles.
- Ciertas especies podrían tener un efecto alelopático en el cultivo siguiente, por ejemplo, la inhibición del crecimiento radicular de plantines de algodón por volátiles de la rizósfera producidos por cultivos de cobertura invernales (Bradow y Connick, 1988).
- Cultivos de cobertura no-leguminosas, que son incorporados como un abono verde, podrían tener suficientemente altas proporciones de C/N como para reducir la absorción de nitrógeno por el cultivo siguiente.
- Existen pocas coberturas que combinan buenas características de cobertura a la par que son un producto para la alimentación humana.

DISEMINACIÓN, ADOPCIÓN Y ADAPTACIÓN

Hay un considerable interés de parte de donantes, instituciones gubernamentales, ONGs y organizaciones de agricultores en el potencial de los cultivos de cobertura para diversas situaciones. Sin embargo, los resultados y experiencias de estas iniciativas están dispersas, y hay la necesidad imperiosa para una información sistemática que documente las fortalezas y limitaciones de los sistemas de cultivos de cobertura en diferentes situaciones (Anderson *et al.*, 1997).

Los cultivos de cobertura se prestan para sistemas de bajos insumos externos, y la adopción de los mismos es especialmente rápida donde varias limitantes pueden ser solucionadas a la vez por el cultivo de cobertura (e.g. baja fertilidad del suelo, alta infestación de malezas y severa erosión del suelo). Los cultivos de cobertura constituyen una tecnología que es fácil de diseminar, necesitando únicamente un puñado

de semillas y algún conocimiento para difundirlas de lugar a lugar. En muchas situaciones, y particularmente en Centro y Sudamérica, la diseminación ha sido por medio de «agricultor a agricultor» con más ayuda de los ONGs que por los servicios de extensión del gobierno. El conocimiento local, la confianza para experimentar y su involucración en la distribución de semillas, ha sido efectivo en la diseminación de la tecnología a través del movimiento campesino - campesino (Anderson *et al.*, 1997).

Existe una institución regional para la promoción de los cultivos de cobertura en América Latina (la cual incluye una hoja informativa sobre los cultivos de cobertura). Esta institución es CIDICCO (Centro Internacional de Información sobre Cultivos de Cobertura; Apartado Postal 4443, Tegucigalpa MDC, Honduras; Tel/fax (+) 504 32 7471).

LA DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ADAPTABILIDAD

Los sistemas agrícolas de clima **templado** están caracterizados por un alto grado de intensificación y un alto nivel de dependencia de insumos externos. Este tipo de agricultura ha creado una serie de problemas en términos de la contaminación ambiental. En estos sistemas, el uso de los cultivos de cobertura está creciendo para reducir el nivel de los insumos inorgánicos tales como herbicidas y fertilizantes en sistemas de cero laboreo y curvas de nivel. Ellos también juegan un papel importante en la reducción de la lixiviación del nitrógeno durante el periodo de descanso, así mismo para limpiar el suelo (de plagas, enfermedades y malezas) cuando se los siembra en el intervalo entre los cultivos principales de una rotación. Las especies *Vicia* spp. y *Trifolium* spp. como también especies no-leguminosas (*Brassica* spp.) son comunes en las regiones templadas. (Decker *et al.* 1994).

En regiones **semiáridas**, los cultivos de cobertura pueden jugar un rol importante en la conservación del agua y el control de la erosión eólica. Frecuentemente, ellos son establecidos durante la época lluviosa conjuntamente con el cultivo principal, por ejemplo maíz o sorgo. Especies tolerantes a la sequía, tales como *Canavalia ensiformis*, proporcionan cobertura al suelo por dos a tres meses después de que las lluvias han cesado, de otra forma el suelo permanecería desnudo hasta la próxima temporada de cultivo. Cultivos de cobertura tales como *Stylosanthes hamata* y *Voandzeia subterranea* (maní Bambara), cumplen

los dos papeles de cultivos de cobertura y alimentación humana/animal (Kiff *et al.*, 1996). Bajo riego, la alfalfa (*Medicago sativa*) y berseem (*Trifolium alexandrinum*) son cultivos de cobertura útiles. La alfalfa provee una buena cobertura del suelo bajo cítricos irrigados en suelos alcalinos o neutros, mientras que el berseem (trébol Egipcio) es una buena cobertura de invierno (y alimento animal) como un cultivo de relevo en los sistemas de arroz inundado durante el verano.

En las tierras tropicales bajas los cultivos de cobertura juegan un papel importante en el control de malezas, manejo de la fertilidad del suelo e intensificación de los sistemas agrícolas. Aquí es de particular importancia el papel de los cultivos de cobertura en la transición de la agricultura migratoria de corte y quema, hacia sistemas agrícolas que son estables a niveles poblacionales humanos que la agricultura de corte y quema no puede sostener. Estas condiciones son encontradas en muchas de las áreas boscosas o previamente bajo bosque, en las tierras tropicales bajas de Centro y Sudamérica, África del Oeste y el Sur de Asia.

Hay áreas donde la densidad poblacional ha crecido en tal grado que la tierra bajo sistemas agrícolas anuales no puede ser destinada a cultivos de cobertura durante parte del año. Sin embargo, el uso de cultivos de cobertura es aun viable bajo cultivos perennes - por ejemplo, frutales (Anderson *et al.*, 1997).

Las **tierras tropicales altas** están caracterizadas por su lejanía de los mercados y el desarrollo económico. Muchos sistemas agrícolas dependen en el cultivado migratorio, ya que el acceso a los insumos externos e información externa, son limitados. Con poblaciones crecientes, las prácticas agrícolas se extienden a las laderas de las montañas, lo cual causa una severa erosión. Los sistemas de cultivos de cobertura juegan un papel importante en la conservación del suelo y en el manejo de la fertilidad. Prácticas de un uso permanente de la tierra podrían reducir la deforestación y proporcionar un manejo sostenible de los recursos naturales. Un ejemplo de esto es el uso de la garrotilla como cultivo de cobertura tradicional (*Medicago hispida*), el cual está asociado con patatas o trigo en las tierras altas de Bolivia. La garrotilla tiene un papel importante en la alimentación del ganado (Anderson *et al.*, 1997).

El sistema Chinapopo en las tierras altas de Honduras es otro ejemplo de un sistema de cultivos de cobertura localmente desarrollado. En los últimos milenios, el cultivado de los frijoles Chinapopo (*Phaseolus coccineus*) en asociación con otro cultivo alimenticio principal, ha sido

una práctica agrícola importante para proporcionar seguridad alimenticia a la familia. Los frijoles Chinapopo se originaron en las tierras altas de México y son adaptados a las condiciones de altitud. Son cultivados en áreas situadas entre 1 400 y 2 800 msnm.. El frijol Chinapopo es consumido en fresco y en seco. Después de la cosecha, el rastrojo de la planta es pastoreado por animales o acarreado a la finca (Anderson *et al.*, 1997, Resumen de un estudio de caso preparado por Raúl Alemán, Myriam Paredes y Norman Sagastume, CIDICCO, Tegucigalpa).

CONTRIBUCIÓN A LA PRODUCTIVIDAD DEL SUELO

Los cultivos de cobertura protegen el suelo de la alta precipitación y proporcionan canales, por medio de sus raíces, a las capas subsuperficiales conduciendo a más altas tasas de infiltración (Folorunso *et al.*, 1992) y agregados más estables en agua (McVay, 1989). Se cita a la aireación mejorada del suelo como la causa de los efectos benéficos de *Calopogonium caeruleum* sobre las raíces de las plantas de goma. Sin embargo, bajo condiciones más secas, podría desarrollarse una competencia por agua y consecuentemente una cobertura viva podría ser menos benéfica que un mulch muerto. (Cintra y Borges, 1988). La formación de agregados más estables, conjuntamente con más aireación, conduce a una disminución en la densidad del suelo bajo cultivos de cobertura, lo cual es generalmente beneficioso al crecimiento de la planta (Liyanage *et al.*, 1988). La compactación del subsuelo es un problema común en suelos agrícolas caracterizados por una estructura pobre que han estado sujetos a excesivo y/o inoportunos laboreos mecánicos durante varios años. El «laboreo biológico» por medio de los cultivos de cobertura como alfalfa (*Medicago sativa*), guandul (*Cajanus cajan*), caupí (*Vigna unguiculata*), tobiata (*Panicum maximum* var. *Tobiata*), centenario (*Panicum maximum* var. *Centenario*), brizantha (*Brachiaria brizantha*) y *Centrosema*, los cuales tienen raíces que son capaces de penetrar el subsuelo compactado, puede afectar significativamente la infiltración del agua arrastrando materia orgánica dentro de la zona (Barber y Navarro, 1994).

Muchos estudios se han realizado sobre la contribución de los cultivos de cobertura al nitrógeno del suelo, los valores como substitutos del fertilizante-N de los residuos de cultivos, y la influencia del manejo de los residuos sobre los cultivos subsiguientes (Onim *et al.*, 1990; Lathwell,

1990; John *et al.*, 1992; McVay, 1989; Smyth *et al.*, 1991). Estudios adicionales han investigado la absorción de los otros nutrientes principales, sus equivalentes en fertilizantes (Sharma y Sharma, 1990) y su presencia en los cortes de forraje subsiguientes (Shatilov y Dobrovolskaya, 1991). Los incrementos del rendimiento asociados con el uso de cultivos de cobertura han sido relacionados directamente al contenido de nitrógeno de la cobertura y la materia seca total producida (Amado y Teixeira, 1991; Kitamura y Miranda, 1989).

Experimentos conducidos en Cuyuta (Guatemala) han mostrado que el valor de sustitución de fertilizante-N de *Mucuna* spp. y *Canavalia ensiformis* manejados bajo cero laboreo (residuos no incorporados) están alrededor de 60kg/ha, mientras que el valor sube hasta 158kg N/ha para *Canavalia* y 127kg N/ha para *Mucuna*, cuando los residuos son totalmente incorporados.

Un estudio conducido en Yucatán (México) reveló los diferentes criterios usados por los campesinos para detectar los cambios que ocurren con la integración de cultivos de cobertura (*Mucuna*) y maíz. Los campesinos participantes identificaron como importantes las propiedades del suelo, como son color, textura, humedad y su potencial para sostener cultivos exigentes como chile o tomate. El cambio del color del suelo estuvo relacionado a los tipos de suelo existentes, los cuales fueron *kankab*, de color rojo y *box luum*, de color negro. Los participantes observaron un cambio de color rojo hacia un color más oscuro. El cambio en la textura fue experimentado por medio de (a) la facilidad de siembra y desmalezado y (b) por medio de la búsqueda de materia orgánica a encontrarse en los suelos donde ha sido usado un abono verde. Se relacionó el incremento de la humedad del suelo a la apariencia de plantas durante la escasez de agua y también se detectó por medio de la temperatura del suelo. Suelos fríos o frescos estuvieron relacionados con una mayor humedad, mientras que suelos calientes fueron considerados secos. (Gundel, 1998).

CULTIVOS DE COBERTURA PARA SISTEMAS DE CORTE Y QUEMA

Los cultivos de cobertura están siendo promocionados como una de las tecnologías más promisorias en la transición de la agricultura de corte y quema hacia sistemas permanentes. Esto es particularmente evidente para Centro y Sudamérica, pero también es cierto en el caso de África del

Oeste (Versteeg, 1990). El incremento de la población de malezas es una limitante clave para la producción dentro de estos sistemas, ya que las malezas ahogan y compiten efectivamente por nutrientes con los cultivos. En Indonesia, se ha puesto mucho esfuerzo en la investigación del uso de cultivos de cobertura, tales como *Pueraria phaseoloides* (kudzu tropical) y *Mucuna* para el control y eliminación de *Imperata cylindrica* (Abad y Juan, 1980; Guritno *et al.*, 1992). En un estudio comparativo de cinco cultivos de cobertura, y prácticas de desmalezado mecánico y con herbicidas, se obtuvo el mejor control mediante la combinación del uso de herbicidas con *Mucuna pruriens* var. *utilis* y *Pueraria phaseoloides*. De las especies no trepadoras, *Crotalaria juncea* dio los mejores resultados. En Costa Rica *Canavalia ensiformis*, *Dolichos lablab* y *Mucuna* sp. fueron exitosas en el control de rogelia (*Rottboellia cochinchinensis* o «caminadora») durante la temporada de descanso del cultivo de maíz (De la Cruz, 1992).

En las tierras altas Maya del sur de Belice, la tendencia a reducir el periodo de descanso de la tierra en el sistema de corte y quema estuvo conduciendo a graves problemas de malezas en arroz de secano (el principal cultivo) y maíz (el principal cultivo alimenticio). En el primer o segundo año después de la quema, las principales malezas en el cultivo del arroz fueron especies de hoja ancha. Debido a que el arroz es un cultivo comercial, los agricultores tienen la posibilidad de comprar herbicidas (generalmente 2,4-D) para controlar estas. Para el maíz, fue necesario encontrar una solución diferente. En esta área tradicionalmente usaron las riveras del río para la siembra continua del maíz; esto fue posible debido al crecimiento muy denso de una maleza no leguminosa (*Melanthera nivea*) después de que el cultivo fue cosechado. Antes de sembrar el próximo cultivo, la cobertura casi pura del «Vega bush» fue cortada y el maíz fue sembrado sobre el mulch en descomposición. Cuando se introdujo la mucuna, la tecnología fue rápidamente adoptada, y se difundió dentro de la comunidad agrícola con poca asistencia del sistema oficial de extensión. Ha permitido el cultivo indefinido de maíz año tras año en la misma tierra, inclusive en pendientes muy acentuadas.

En Belice el suelo es fértil, y el primer factor limitante para la agricultura estable son las malezas. Las arenas de la Amazona de Brasil, soportaron una flora forestal rica hasta que los colonos la cortaron y la quemaron, exponiendo de esta manera un suelo muy infértil. En esta situación los cultivos de cobertura tienen una segunda función importante,

y es la de proporcionar nutrientes y mejorar la estructura del suelo conjuntamente con otras medidas para mejorar la fertilidad del suelo, como son, en particular, el uso de especies agroforestales para reciclar nutrientes a través de la hojarasca.

ESTABILIZACIÓN DE LA FRONTERA AGRÍCOLA: LA RESERVA BOSAWAS

La región Atlántica de Nicaragua contiene la más grande reserva de bosque húmedo tropical en Centro América (7 500 km²) conocida como la reserva Bosawas. La reserva está amenazada por el avance de la «frontera agrícola», entre otros factores. La migración de campesinos buscando tierras nuevas y fértiles representa un fenómeno que es difícil de controlar y regular, ya que para muchos de ellos, esto es una estrategia de sobrevivencia. En los últimos tres años, el UNAG ha estado trabajando con varias comunidades de campesinos en el área, intentando desarrollar prácticas de manejo alternativo para el uso de los recursos naturales. El énfasis de su trabajo ha estado en la participación de los campesinos para poder desarrollar una experiencia que está siendo liderada por los campesinos mismos, y está basada en la motivación, experimentación y promoción. Este proceso participativo ha conducido a prácticas más racionales para el uso de la tierra, donde cultivos de cobertura como *Cajanus cajan*, *Vigna* spp., *Mucuna* spp. y *Phaseolus vulgaris* han asumido papeles importantes en el mejoramiento de la producción de cultivos alimenticios principales. La práctica de la agricultura migratoria ha sido gradualmente reemplazada por un sistema de uso permanente de la tierra; este cambio ha permitido la integración de cultivos perennes dentro de campos en los que anteriormente solamente se había sembrado cultivos anuales alimenticios como maíz, arroz y frijoles. Esto ha conducido hacia la diversificación de productos y al desarrollo de prácticas agroforestales innovadoras (Anderson *et al.*, 1997).

El Cuadro 1 indica un rango de asociaciones de cultivos principales/cultivos de cobertura, encontrados en América Latina (registrados en el taller regional de cultivos de cobertura en Mérida, 1997, de las experiencias de los participantes).

CULTIVOS DE COBERTURA EN SISTEMAS DE CERO LABOREO

El cero laboreo ha sido sugerido como una alternativa al uso alto de insumos de maquinaria y combustibles fósiles. Las ventajas son el incremento de la materia orgánica y la actividad biológica del suelo, compactación reducida y potencialmente una reducción de la erosión. Los incrementos de los rendimientos del trigo y avena sembrados en forma directa, fueron mayores cuando siguieron a cultivos que habían estado asociados con cultivos de cobertura (Salton *et al.*, 1989) Una desventaja de este sistema es el posible incremento de malezas nocivas (mayormente

Cuadro 1

Asociaciones de cultivos principales y cultivos de cobertura

Cultivo principal	Cultivo de cobertura	País / región
Maíz y mijo	Canavalia ensiformis	Honduras
	Mucuna pruriens	Nicaragua
	Phaseolus vulgaris	El Salvador
	Vigna unguiculata ¹	
Mijo	Phaseolus vulgaris	El Salvador Honduras
Calabacín y maíz	Vigna spp.	México
	Phaseolus vulgaris	Honduras
Maíz y tomate	Vigna spp.	México
	Canavalia ensiformis	
Chiles	Canavalia ensiformis	México
Arroz	Mucuna pruriens	Belice
	Dolichos lablab	
	Canavalia ensiformis	
Patatas, cebada, avena	Medicago hispida (Garrotilla)	Bolivia
Verduras	Cajanus cajan (Guandul)	Honduras

¹ Existe un gran número de variedades locales de caupí, con diferentes características de crecimiento y rendimiento. La selección para obtener un balance entre la cobertura y las propiedades alimenticias podría resultar en un cultivo de cobertura localmente adaptado y de doble propósito.

Fuente: Anderson *et al.*, 1997.

perennes); para ayudar en el control de estas especies e incrementar la viabilidad de la tecnología, es necesario un cultivo de cobertura vigoroso, seguido por herbicidas o el picado del mismo para formar un mulch. El

mulch podría controlar malezas a través de los efectos alelopáticos, como también por efectos físicos. La avena negra (*Avena strigosa*) y los lupinos (*Lupinus alba*) son cultivos de cobertura utilizados con este propósito en el Brasil.

El cero laboreo no siempre es una tecnología apropiada ya que investigaciones han mostrado que trigo de invierno sembrado sobre un mulch vivo de una leguminosa forrajera perenne podría sufrir competencia y presentar una reducción de los rendimientos. (White, 1989). Otros investigadores no han encontrado ventajas a la siembra directa dentro de un mulch debido a que la disponibilidad de nitrógeno no está sincronizada con los requerimientos de la planta en el cultivo (Lemon *et al.*, 1990).

CULTIVOS DE COBERTURA PARA SISTEMAS DE CULTIVOS PERENNES

El uso de cultivos de coberturas en sistemas perennes está mucho más ampliamente distribuido y reconocido que su uso en los cultivos anuales. Se considera a Indonesia como un pionero en el uso de cultivos de cobertura en palma aceitera, cocos, plantaciones de goma y sisal, en los cuales proporcionan un método de control de malezas que ahorra mano de obra, reducen la erosión del suelo y proveen nutrientes al suelo. En sistemas silvopastoriles, la cobertura podría también proveer forraje para el ganado.

En otras regiones, donde la precipitación es escasa, se ha reportado la competencia por agua por cultivos de cobertura con un sistema radicular profundo. Cultivos de cobertura agresivos pueden reducir las reservas de humedad del suelo hasta una profundidad de 1m. La incorporación de los cultivos de cobertura como un abono verde también podría conducir a incrementos en rendimiento, por ejemplo, el incremento en la producción de copra en plantaciones pequeñas de cocos en Sri Lanka (Liyanage *et al.*, 1988) e India.

Las funciones de los cultivos de cobertura en sistemas perennes cambian durante el ciclo de desarrollo de los cultivos perennes. Durante la fase inicial de establecimiento, los cultivos de cobertura pueden reducir la lixiviación de nutrientes en el suelo, absorbiendo los nutrientes disponibles, los mismos que no son aun accesibles al sistema radicular parcialmente desarrollado de los perennes. En Bolivia, la asociación de *Arachis pintoi* y tembe (*Bactris gasipaes*) se encontró que era antagónica debido a la competencia por nutrientes, mientras que la asociación con un

cultivo de cobertura con enrizamiento más profundo, como *Canavalia ensiformis*, parece ser satisfactorio (CIAT/NRI, 1997. Informe de actividades del Proyecto «Investigación Adaptativa en Ichilo-Sara»: Gestión Agrícola 1996/7. CIAT, Casilla 247, Santa Cruz, Bolivia).

Numerosas referencias documentan el uso de cultivos de cobertura en cultivos perennes comerciales tales como duraznos (Aibar *et al.*, 1990), coco (Bourgoing, 1990; Juan y Ababa, 1980), banana (Cintra, 1988), palma aceitera (Chan y Hutauruk, 1982; Lumbantobing *et al.*, 1984; Maskuddin, 1988; Renard *et al.*, 1991, CIDDICO Carta No. 7, 1994), árbol de la goma (Erwiyono y Soekodarmodjo, 1989; Jayasighe, 1991; Kitamura y Miranda, 1989; Kothandaraman *et al.*, 1989; Mathew *et al.*, 1989; Sinulingga *et al.*, 1989) y café (Oladokun, sin fecha). En el caso de cultivos perennes que forman una sombra densa después de cinco a seis años, como en el caso de la palma aceitera, el cultivo de cobertura es necesario solamente durante la fase de establecimiento. Para plantaciones más abiertas, tales como cítricos o mangos, el control de malezas será necesario durante toda la vida del cultivo.

Los cultivos de cobertura más comúnmente usados en plantaciones tropicales y subtropicales son *Pueraria phaseoloides* (kudzu tropical, el cual se establece lentamente alcanzando una cobertura total del suelo después de 10 meses y deberán mantenerse los troncos de los árboles libres de esta leguminosa), *Desmodium ovalifolium* (el cual es tolerante a la sombra), *Arachis* sp., *Calapogonium* sp., *Mucuna pruriens*, *M. bracteata* y *Canavalia ensiformis*.

Cuando el cultivo de cobertura está remplazando a una maleza agresiva, podría requerirse un tratamiento inicial con herbicida (Abad y Juan, 1980) y diferentes métodos de tratamientos requieren diferentes químicos, con sus costos económicos asociados (Juan y Abad, 1980).

Los cultivos de cobertura también son usados en plantaciones madereras. En Honduras, por ejemplo, CONSEFORH ha conducido ensayos de evaluación de diferentes especies de árboles maderables asociados con cultivos de cobertura. El objetivo fue el de reducir los costos del manejo de la plantación por medio de la reducción en los requerimientos de mano de obra para el desmalezado. Un objetivo adicional fue el de mejorar la fertilidad del suelo para incrementar el desarrollo de los árboles. Especies como *Neonatonia wightii*, *Canavalia ensiformis*, *Mucuna* spp. y *Dolichos* spp. fueron establecidas bajo los

árboles de pino (*Pinus caribaea*), Eucalyptus (*Eucalyptus citriodora*) y *Bombacopsis quinata* (Anderson *et al.*, 1997).

CULTIVOS DE COBERTURA PARA LA GANADERÍA

Los cultivos de cobertura ofrecen un potencial para su integración con la producción ganadera en varias formas. Las siguientes referencias bibliográficas apuntan las limitaciones de aquel potencial. Como en el caso de cualquier intervención multipropósito, el agricultor tiene que decidir cual es el balance óptimo de los usos para su situación, basado en la mejor información disponible.

Altos niveles de alcaloides tóxicos, tales como mimosina, torna a algunas especies de cobertura (e.g. *Sesbania grandiflora*) en un forraje no apropiado para monogástricos (Sahid *et al.*, 1993). Animales rumiantes no muestran reacciones adversas al genero *Sesbania*, siempre y cuando la proporción de la leguminosa en el alimento esté restringida a 30% o menos de la dieta. El alto contenido proteico, junto con un buen contenido de minerales y vitaminas, convierte a estas especies en un forraje valioso cuando son suministradas en cantidades controladas a rumiantes (Sahid *et al.*, 1993).

También se ha generado una considerable investigación acerca del valor de los cultivos de cobertura como alimento animal, incluyéndose la cosecha apropiada y las mejores prácticas de manejo para conservar e incrementar los niveles de nutrientes (Brown *et al.*, 1988; Krishna *et al.*, 1985; Singh *et al.*, 1985; Asiedu y Karikari, 1985; Ravindran, 1988). Las leguminosas contienen una alta proporción de nutrientes, y estas podrían ser utilizadas como un concentrado en alimentos para animales; por ejemplo, *Trifolium alexandrinum* como alimento para la producción de pollos (Nazir *et al.*, 1986); las semillas de *Sesbania grandiflora* (Olvera *et al.*, 1988) y *Canavalia ensiformis* como un sustituto parcial a la harina de pescado en la dieta de la tilapia *Oreochromis mossambicus* (Martínez-Palacios *et al.*, 1988). Se están realizando intentos para remover las toxinas de granos de leguminosas con potencial nutritivo alto, por ejemplo *Mimosa invisa* para alimentos de búfalos (Tungtrakanpoung y Rhienpanish, 1992).

Hay ejemplos donde los animales pastorean rentablemente en cultivos de cobertura forrajeros palatables establecidos dentro de plantaciones, por

ejemplo cabras (Murken y Murkerjee, 1988), y vaquillas en Sri Lanka (Liyanage *et al.*, 1988).

La mucuna, conocida y comercializada en los Estados Unidos como «banana field bean», fue probablemente introducida por la United Fruit Company en las plantaciones de banano a lo largo de la costa Atlántica de Centro América. Su principal propósito fue el de proporcionar forraje para las mulas, que eran usadas para transportar banano desde las plantaciones hasta los depósitos (Buckles, 1994).

Las siguientes son conclusiones sobre los cultivos de cobertura en la ganadería, extraídos del «Taller Regional sobre Cultivos de Cobertura», realizado en Mérida, México (Anderson *et al.*, 1997).

La incorporación del componente animal en sistemas campesinos que incluyen cultivos de cobertura (CC) ofrece la oportunidad de sacar beneficios múltiples. Se considera que los siguientes puntos son los más sobresalientes:

- La integración de los animales con CC mejoraría la eficiencia bio-económica del sistema de producción y así tendría la tendencia a aumentar la estabilidad de la finca, tanto en tiempo como en espacio; también tendría un efecto positivo sobre la conservación de los recursos naturales. Los CC reducen la necesidad de emplear la quema como herramienta de manejo y así evitarían los daños ocasionados al suelo por el calor intenso del fuego.
- La presencia de animales en la finca podría llegar a disminuir la necesidad de cazar animales silvestres para proveer proteínas de origen animal a la dieta familiar. El tiempo ahorrado podría utilizarse en otras actividades más productivas en la finca.
- La combinación de animales con CC llevaría a una intensificación del sistema, soportando una mayor población humana en la misma superficie de tierra. La tendencia sería de reducir la presión sobre el bosque restante y la biodiversidad del mismo.
- Se enfatizó que existen relaciones antagónicas entre el pastoreo y la capacidad del CC para controlar las malezas y reducir la erosión del suelo. Para tener un impacto positivo sobre la conservación del medioambiente, es preciso manejar bien al CC. Se carece de estudios científicos sobre el manejo adecuado para lograr esos propósitos simultáneamente.

- El pastoreo directo o el uso del grano por medio de los animales produce un valor agregado del CC al corto plazo. Las leguminosas normalmente usadas como CC cuentan con un alto valor nutricional, indicado por un buen contenido proteico y una alta digestibilidad. Esas características influyen positivamente en la producción animal.
- El almacenamiento del grano del CC puede ser una fuente alimenticia para los animales en periodos difíciles del año, evitando así una venta forzada en momentos de necesidad financiera.
- La presencia de los animales en el sistema contribuye al reciclaje de nutrientes dentro de la finca. El uso del estiércol ofrece un aumento en la flexibilidad del manejo de la fertilidad, porque puede utilizarse donde tenga mayor beneficio en la finca. Un aspecto importante es que con un manejo integrado del CC se puede lograr mejorar el suelo debido a la contribución de las raíces y el follaje, y a través de la alimentación animal con las semillas del CC y el uso del estiércol, contribuir a la fertilidad de suelos donde no se ha cultivado el CC.
- Los animales representan una herramienta en el manejo del CC, por medio de la poda o por el pastoreo directo. Así se puede inclusive reducir el costo del manejo del CC.
- En sistemas agropecuarios comerciales, los cultivos de cobertura tienen el potencial de regenerar pastos degradados por el mal manejo de la ganadería extensiva; y mejorar la utilización de dietas fibrosas aportando granos y forrajes de buena calidad para rumiantes y no-rumiantes.

Los CC se utilizan en dos formas distintas y es necesario diferenciarlas muy bien, tanto en conversaciones como en informes escritos. Una forma de utilizar los cultivos de cobertura es aprovechar el forraje para rumiantes y monogástricos, y la otra es cosechar el grano para la alimentación de monogástricos como cerdos y aves principalmente. En la región, existen ejemplos concretos de ambas formas de utilización como se muestra a continuación:

Forraje

- Trébol blanco para ovinos y bovinos en La Mixteca (México).
- Rastrojo de maíz con Canavalia para caprinos en Yucatán (México).

- Rastrojo de maíz con Lablab (*Dolichos*) para bovinos y equinos en Honduras.
- Rastrojo de sorgo con Lablab para bovinos en El Salvador.
- Campanilla (*Vigna*) para bovinos y equinos en Honduras.
- Mucuna para porcinos en Yucatán (México).
- Maní forrajero (*Arachis pintoi*) para bovinos y caprinos en El Salvador.

En la Mixteca y en los estados Mexicanos de Quintana Roo, Yucatán y Campeche, la población humana también consume Mucuna en varias formas. En Santa Cruz, Bolivia, se ha demostrado que las *Vicia* spp. se pueden utilizar como CC durante la época seca, sembrándolas después de la cosecha de un cultivo anual. A pesar de que el CC pueda producir hasta 3 t/ha de materia seca de buena calidad para los rumiantes, no se ha adoptado ésta técnica a nivel del productor, posiblemente debido al alto costo de la semilla en comparación con el valor de la tierra.

Algunas dificultades encontradas se notan a continuación:

- El pastoreo directo puede perjudicar el desarrollo del CC; es preciso llegar a un balance delicado para que el CC pueda cumplir con su propósito principal, mientras que se aprovecha el forraje sobrante para los animales.
- Algunos CC son atacados por plagas naturales, por lo cual se reduce la disponibilidad del forraje.
- Existen factores anti-nutricionales entre los CC, que son difíciles de eliminar.

Grano

Hay varios tratamientos empleados para preparar el grano antes de ofrecerlo a los animales.

- El grano de Lablab y Mucuna se tuesta y muele. Se da en mezcla con maíz a razón de dos partes de maíz por uno de leguminosa para aves. Si se da mayor proporción de leguminosa, los aves se ponen hiper-activas.
- Se hierve y muele el grano de Mucuna y se mezcla en proporción de dos a uno con maíz para porcinos.

- El grano de Canavalia y Mucuna se remoja durante 24 a 48h, se lava y se da a los rumiantes.

Se pregermina el grano de la Mucuna para gallinas, pavos y porcinos.

También se ha reportado que en México, actualmente está bajo prueba un proceso de fermentación de grano de Canavalia con, o sin melaza, con el fin de alimentar porcinos. En Guatemala, la Canavalia tostada y molida se usa para consumo humano como café. Sin embargo:

- A pesar que existen prácticas bien difundidas para eliminar o reducir el efecto de los factores tóxicos en las semillas, todavía hay dudas sobre los tratamientos adecuados.
- En muchas comunidades, no existe la costumbre de alimentar los animales con granos de CC.
- Los rendimientos de grano son reducidos a veces, y se desconocen las prácticas adecuadas de manejo necesarias para conseguir buenos rendimientos.

CONCLUSIONES

Los cultivos de cobertura son una tecnología versátil y adaptable, de interés particular para las familias agrícolas de pocos recursos y de pequeña escala en América Latina. Sin embargo, antes de promover la tecnología, es importante asegurarse que las condiciones físicas, sociales, económicas y políticas son las apropiadas. Si esto ocurre, los cultivos de cobertura se constituyen en un mensaje fácil de diseminar y con muchos beneficios potenciales. Los cultivos de cobertura tienen un papel importante en la transición de la agricultura de corte y quema hacia sistemas estables y permanentes, especialmente aquellos que incorporan cultivos perennes y ganadería.

Bibliografía

- Abad, R.G., & Juan, N.C.S. 1980. Replacement of 'cogon' (*Imperata cylindrica* (L.) Beau.) vegetation under coconut with leguminous covercrops. In: *Annual Report 1980*, agricultural research Branch, Philippine Coconut Authority. pp. 75-90.
- Aibar, J., Delgado, I., Gomez-Aparisi, J. & Zaragosa, C. 1990. Preliminary results from the planting of ground cover crops in a peach orchard. pp189-197. In: *Actas de la Reunión de la Sociedad Española de Malherbología*.
- Anderson, S. Ferraes, N. Gundel, S. Keane, B. y Pound, B (eds.) 1997. «*Cultivos de Cobertura: componentes de sistemas integrados*». Taller Regional Latino-Americano. 3-6 de Febrero 1997. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México
- Armado, T.J., & Teixeira, L.A.J. 1991. Cover crop effects on nitrogen supply and onion yield. *Onion Newsletter for the Tropics* 3: 13-15.
- Asiedu, F.H.K. & Karikari, S.K. 1985 Energy and protein content and intake by stall-fed lambs of pure and mixed swards of *Centrosema pubescens* Benth., *Pueraria phaseoloides* Benth., and *Brachiaria mutica* Stapf. under a mango plantation. *Journal of Agricultural Science*, 104(1): 47-59.
- Barber, R.G. & Navarro, F. 1994 Evaluation of the characteristics of 14 cover crops used in a soil trial. *Land Degradation and Rehabilitation* 5: 201-214.
- Bourgoing, R. 1990 Choice of cover crop and planting method for hybrid coconut growing on smallholdings. *Oleagineux* 45.1: 23-30.
- Bradow, J.M. & Connick, W.J. Jr. 1998. Inhibition of cotton seedling root growth by rhizosphere volatiles. In: Proceedings, *Beltwide Cotton Products Research Conference*. Memphis, Tennessee: National Cotton Council.
- Burkhill, I.H. 1968 *-A Dictionary of the Economic Products of the Malay Peninsula*. Kuala Lumpur, Malaysia: Governments of Malaysia and Singapore
- Brown, D., Chavalimu, E., Salim M. & Fitzhugh, H. Intake, selection, apparent digestibility and chemical composition of *Pennisetum purpureum* and *Cajanus cajan* foliage as utilized by lactating goats. *Small Ruminant Research* 1: 59-65
- Buckles, D. *El Frijol terciopelo: una planta «nueva» con historia*. CIMMYT Documental Interno. Mexico CIMMYT.
- Buckles, D., Ponce, J., Sain, G. & Medina, G. 1992. Intake, selection, apparent digestibility and chemical composition of *Pennisetum purpureum* and *Cajanus cajan* foliage as utilized by lactating goats. *Small Ruminant Research* 1(1): 59-65.
- Chan, F & Hutaauruk, C. 1982. *Establishment of legume ground covers in oil-palm plantations*. Pedoman Teknis, Pusat Penelitian Marihat, 18:5.
- CIAT/NRI 1997. *Informe de actividades del Proyecto «Investigación Adaptativa en Ichilo-Sara»*: Gestión Agrícola 1996/7. CIAT, Casilla 247, Santa Cruz, Bolivia
- Cintra, F.L.D. & Borges, A.L. 1988. Use of a legume and a mulch in banana production systems. *Fruits* 43(4):211-217.
- Deka, R.K. & Sarkar, C.R. 1990. Nutrient composition and antinutritional factors of *Dolichos lablab* L. seeds. *Food Chemistry* 38 (4):239-246.

- de la Cruz, R. 1992. Las coberturas vivas como ayuda en el manejo de malezas. (Cover crops as a help in weed management). Programa y resúmenes. In: *4th Congreso International MIP*, p. 89.
- Erwiyono, R & Soekodarmodjo, S 1989. Physical properties of latosols under *Calopogonium caeruleum* which affects the development of rubber plants. *Menara Perkebunan* 57(3): 79-82.
- FAO. (1994) *Tropical Soybean: improvement and production*. FAO Plant Production and Protection Series No. 27.
- Folorunso, O.A., Rolston, D.E., Prichard T. & Louie, D.T. 1992. Cover crops lower soil surface strength, may improve soil permeability. *California Agriculture*, 46(6):26-27.
- Garrity, D.P. & Flinn, J.C. 1986 *Yield Stability and Modern Rice Technology*. IRRI Research Paper Series 122. Manila, Philippines.
- Gundel, S. 1998. "Participatory innovation development and diffusion" Vol 21, Kommunikation und Beratung - Sozialwissenschaftliche Schriften zur Landnutzung und Landlichen Entwicklung, Margraf Verlag, Germany.
- Gundel S., Anderson S., & Pound B. with Triomphe B., 1998 "Cover crops: components of integrated systems". IT Publications Ltd. London, UK (forthcoming)
- Guritno, B., Sitompul, S.M. & Heide, J. van der 1992. Reclamation of alang-alang using cover crops on an ultisol in Lampung. *Agrivita* 1991. 15(1) 87-89.
- Jayasinghe, C.K. 1991. The role of leguminous cover crops in soil improvement with special reference to the nitrogen economy of tropical rubber soils. *Bulletin of the Rubber Research Institute of Sri Lanka* 28: 23-26.
- John P.S., Pandey, R.K. Buresh, R.J. & Prasad, R. 1992. Nitrogen contribution of cowpea green manure and residue to upland rice. *Plant and Soil* 42(1):53-61.
- Juan, N.C.S. & Abad, R.G. 1980. Weed management in coconut. In *Annual Report 1980 Agricultural Research Branch, Philippines Coconut Authority* pp157-159.
- Karlen, D.L., Carvel, G.E., Bullock, D.G. & Cruse, R.M. 1994 Crop rotations for the 21st century. *Advances in Agronomy*, 53:1.45.
- Kiff, E., Pound, B. & Holdsworth, R. 1996 *Cover Crops: A review and database for field users*. Chatham, UK. Natural Resources Institute.
- Kitamura, M.C. & Miranda, C.H.B. 1989. *Evaluation of soil cover with leguminous crops in rubber in the State of Mato Gross do Sul*. Pesquisa em Andamto-EMPAER 35:7.
- Kothandaraman, R., Matthew, J. Krishnakumar, A.K., Joseph, K. & Sethuraj, M.R. 1989. Comparative efficiency of *Mucuna bracteata* D.C. and *Peuraria phaseoloides* Benth. on soil nutrient enrichment, microbial population and growth of Hevea. *Indian Journal of Animal Sciences* 55(12):1109-1112.
- Krishna, N., Prasad, J.R. & Prasad, D.A. 1985. Effect of stage of maturity on chemical composition and nutritive value of sunnhemp (*Crotalaria juncea* Linn.) forage. *Indian Journal of Animal Sciences* 55(12):1109-1112.
- Lathwell, D.J. 1990. Legume green manures: Principles for management based on recent research. *Trop. Soils Bulletin* 90-01.
- Lemon, R.G., Hons. F.M. & Saladino, V.A. 1990. Tillage and clover cover crop effects on grain sorghum yield and nitrogen uptake. *Journal of Soil and Water Conservation* 45(3):52-68.

- Liyanage, L.V.K. Jayasundara, H.P.S., & Gunasekara, T.G.L.G. 1988. Potential uses of nitrogen-fixing trees on small coconut plantations in Sri Lanka. In: *Multipurpose Tree Species for Small-Farm Use*. Proceedings of an international Workshop in Pattaya, Thailand.
- Lumbantobing, T & Endang, S. 1984. The use of pre-emergence herbicides for legume cover crop establishment in oil palm plantations. *Buletin, Pusat Penelitian Marihat*, 4(3):52-68.
- Martinez-Palacios, C.A., Cruz, R.G., Novoa, M.O.A. & Chavez-Martinez, C. 1988. The use of Jack Bean (*Canavalia ensiformis*) meal as a partial substitute for fish meal in the diet of Tilapia. *Aquaculture*, 68(2):165-175.
- Maskuddin 1988. The effects of inoculation and types of legume cover crops on the growth and yield of oil palm. *Buletin Perkebunan* 19(1,3):7-13.
- Matthew, M., Punnoose, K.T., Potty, S.N. & George, E.S. 1989. A study of the response in yield and growth of rubber grown in association with legume and natural ground cover during the immature phase. *Journal of Plantation Crops*. (Proceedings of the Seventh Symposium on Plantation Crops, Coonoor, India. 16-19 October 1986.) 16 (supplement) 433-441.
- McVay, K.A., Radcliffe, D.E. & Hargrove, W.L. 1989. Winter legume effects on soil properties and nitrogen fertilizer requirement. *Soil Science Society of America Journal*, 53(6):1856-1862.
- Murken, A. & Mukherjee, T.K. 1988. Grazing behaviour and selective feed intake of Malaysian goats under permanent crops. *Giessener Beitrage zur Entwicklungsforschung. Reigh 1, Symposien*. 17:267-237.
- Nazir, M., Khan A.D. & Shah, F.H. 1986. Berseem (*Trifolium alexandrinum*) protein concentrate in broiler rations. *Plant Foods for Human Nutrition* 36(3):185-190.
- Oladokun, M.A.O. (no date). An assessment of cultural weed control methods in Quillou coffee. (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner var. *canephora* Haarer) plots. In: *Proceedings of the Ninth Annual Conference of the Weed Science Society of Nigeria*. pp33-40
- Olvera, M.A., Martinez, C.A., Galvin, R. & Chavez, C. 1988. The use of seed of the leguminous plant *Sesbania grandiflora* as a partial replacement for fish meal in diets for tilapia *Oreochromis mossambicus*. *Aquaculture*, 71(1-2):51-60.
- Onim, J.F.M., Mathuva, M., Otieno, K. & Fitzhugh, H.A. 1990. Soil fertility changes and response of maize and beans to green manures of leucaena, sesbania and pigeonpea. *Agroforestry Systems*. 12(2):197-215.
- Ravindran, V. 1988. Studies of *Mucuna pruriens* (L.) DC as a forage alternative in tropical countries. Evaluation of productivity and forage quality, at four different growth stages. *Beitrage zur Tropischen Landwirtschaft und Veterinarmedizin* 26(4).
- Renard, J.L. & Franqueville, H. de 1991. Effectiveness of crop techniques in the intergrated control of oil palm vascular wilt. *Oleagineaux* 46(7):255-265.
- Sahid, I., Tasrif, A., Sastroutomo, S.S. & Latiff, A. 1993. Allelopathic potential of legume cover crops on selected weed species. *Plant Protection Quarterly* 8(2):49-53.
- Salton, J.C., Hernani, L.C. & Coleho, V. de O. 1989. Systems of production and soil cover in direct sown crops. *Documentos-UEPAE Dourados* 39:117-222.

- Sharma, R.C. & Sharma, H.C. 1990. Fertilizer phosphorus and potassium equivalents of some green manures for potato in alluvial soils of Punjab. *Tropical Agriculture* 67(1):74-76.
- Shatilov, I.S. & Dobrovol'skaya, V.G. 1991. Uptake of major nutrients by lucerne grown with and without cover crop. *Izvestiya Timiryazevskoi Sel'skokhozyaistvennoi Akademii* 2:11-27.
- Singh, R., Kamra, D.N., & Jakhmola, R.C. 1985. Ensiling of leguminous green forages in combination with different dry roughages and molasses. *Animal Feed Science and Technology* 12(2):133-139.
- Sinulingga, W., Tjitrosomo, H.S.S., Pawirosoemardjo, S. & Rumawas, F. 1989. Effect of several cover crops on the intensity and viability of *Rigidoporus lignosus* on rubber trees. *Buletin Perkaretan* 7(1):6-12.
- Smyth, T.J., Cravo, M.S. & Melgar, R.J. 1991. Nitrogen supplied to corn by legumes in a central Amazon oxisol. *Tropical Agriculture* 68(4):366-372.
- Tungtrakanpoung, N. & Rhienpanish, K 1992. The toxicity of *Mimosa invisa* mart.var. *inhemis* Adelbert to buffaloes. *Buffalo Bulletin*. 11(2):30-31.
- Versteeg, M.N. 1990. *La Culture de Couverture de Mucuna (Mucuna pruriens var utilis) pour Controler l'Imperata (Imperata cylindrica) et pour Ameliorer la Fertilité du Sol*. Benin: IITA.
- White, J.G. 1989. *Effects of cereal species, legume species and nitrogen on no-till winter wheat and rye grown with perennial forage legume living mulches*. Dissertation Abstracts International 49(8).

Comentarios

Manuel Sánchez

El tema de este artículo, los cultivos de cobertura, es de mucha importancia para los sistemas silvopastoriles que implican el pastoreo bajo plantaciones de árboles frutales, maderables o para fines industriales (caucho o goma, palma aceitera, coco). Es en estos últimos donde más se ha trabajado en relación a los cultivos de cobertura. En el Sudeste Asiático donde se encuentran las mayores plantaciones de árboles de caucho y de palma aceitera, se siembra el cultivo de cobertura como parte del paquete tecnológico standard del cultivo principal. La mezcla de leguminosas incluye *Pueraria javanica* (Kudzu), *Calopogonium caeruleum*, *C. muconoides* y *Centrosema pubescens*, ésta última no siempre presente. Desafortunadamente, la mezcla fue desarrollada sin tomar en consideración la posible intergración de animales, de manera que *C. caeruleum* es impalatable, y *C. muconoides* y Kudzu son de baja palatabilidad. En estudios de pastoreo realizados con ovinos bajo caucho, la proporción de kudzu aumentaba con el tiempo a no ser consumida por los animales. Los bovinos sin embargo la consumen mejor. Ha habido un gran esfuerzo de investigación para encontrar nuevas mezclas de forrajes (pastos y leguminosas) que puedan incorporarse a estas plantaciones durante las diferentes etapas. Una de las restricciones mayores es la dinámica disponibilidad de luz bajo los árboles una vez que la copa se empieza a cerrar. En el caso del caucho, lo normal es que el cultivo de cobertura desaparezca totalmente después de algunos años al no haber suficiente luz. Más tarde cuando la luz penetra de nuevo al expandirse verticalmente la copa de los árboles, gramíneas comienzan a aparecer, y forma el nuevo cultivo de cobertura, a menos de que se haga un esfuerzo especial en introducir leguminosas de nuevo. En Cuba desde hace unos años se está trabajando en el concepto de cultivos de cobertura para cítricos, que se ha ampliado a cocoteros. Aparte de la supresión de malezas y la protección del suelo contra la erosión, el principal objetivo es mejorar la calidad del forraje para permitir una mejor integración de los ovinos, tratando de disminuir al mínimo el daño al follaje de los cítricos. Espero que nuestros colegas de la Universidad de Ciego de Avila (UNICA) aprovechen esta oportunidad para darnos más detalles de este importante

trabajo. Felicidades a Barry Pound por el artículo y por su interés en este tema esencial para la sostenibilidad de ciertos sistemas silvopastoriles.

María Elena Gómez

Si bien, los cultivos de cobertura han sido implementados en diferentes sistemas de producción como una práctica muy ventajosa y que cumple muchas funciones, valdría la pena anotar una situación inversa donde se dan las mismas relaciones, como por ejemplo lo que sucede en bancos de proteína establecidos con árboles. En este sistema se ha observado que a través de los años ocurre una transformación de la vegetación herbácea acompañante en la medida que cambian las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos. Estas especies crecen en suelos sueltos, con buenos contenidos de materia orgánica y humedad adecuada. La vegetación herbácea que crece en este sistema es diversa, y está formada por especies diferentes de las compuestas, conmelinas, gramíneas y otras, que también constituyen un aporte importante en cantidad de forraje para los animales.

Roberto Sánchez, Jatnel Alonso, Gustavo Febles y Tomás E. Ruiz

Ante todas nuestras felicitaciones a Barry Pound por abordar un tema que como bien plantea es muy diverso. Estamos de acuerdo en la similitud de los términos cultivos de cobertura y abonos verdes ya que estos últimos además de servir de cobertura durante un período incorporan al suelo nutrientes, materia orgánica y residuos vegetales de gran interés para la mejora de las propiedades físicas del suelo. Los cultivos de cobertura juegan un rol muy importante en las regiones tropicales ya que mediante esta práctica se puede reducir el impacto de las gotas de lluvia sobre la superficie del suelo. Nosotros hemos obtenido muy buenos resultados, tanto en fincas de agricultores como en cooperativas, con la utilización de la mucuna (*Stizolobium aterrimum*) y *Canavalia ensiformis* como cobertura viva y abono verde estableciéndolas en forma intercalada con el maíz como precedente al cultivo de la papa. Los beneficios producidos por tal práctica han sido:

- No afectaron el rendimiento de mazorcas de maíz, incrementaron alrededor de 3,5 ton/ha el rendimiento de papas y,
- Aumentaron los contenidos de materia orgánica, fósforo, potasio y calcio del suelo.

Consideramos que debe utilizarse otros tipos de cobertura tales como las coberturas muertas y/o artificiales. La utilización de un tipo u otro está en dependencia del propósito para el cual se empleen y la época del año. Las coberturas artificiales evitan la evaporación del agua y disminuyen la incidencia de los rayos solares pero tienen las desventajas de que no permite la infiltración del agua y no realizan ningún aporte al suelo. Sin embargo las coberturas muertas además de proteger al suelo de la erosión crean un microclima típico en capa superficial al disminuir la incidencia de los rayos solares, la temperatura, aumentar la humedad del suelo y servir de fuente de nutrientes para la fauna del suelo tanto las coberturas vivas como muertas estimulan en gran medida la fauna del suelo.

Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales

Raúl Botero y Ricardo O. Russo

Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda, Costa Rica

SUMMARY

In the development of agroforestry, nitrogen-fixing trees and shrubs can be associated with agricultural crops, with pastures for grazing, or with alternate crops and pastures, and can also be used in fodder banks and as live fences. In this article, the main nitrogen-fixing shrubs and trees are presented, together with their current and potential uses on tropical acid soils. It discusses the main interactions in agroforestry: increase in soil nitrogen level; improvement in the physical condition of the soil; creation of a favourable microclimate for grazing animals; competition for water, nutrients, light and space; acceleration of the recycling of soil nutrients; among others. Finally, it describes in detail the options for the establishment of silvo-pastures, fodder banks and live fences, as well as the results obtained in each of these systems.

INTRODUCCIÓN

En el desarrollo de la agroforestería, los árboles y arbustos fijadores de nitrógeno (AFN) pueden asociarse con cultivos agrícolas (Sistema Agroforestal), con pasturas para pastoreo (Sistema Silvopastoril), ser mantenidos alternando entre cultivos agrícolas y pasturas (Sistema Agrosilvopastoril) y también como bancos forrajeros y como cercas vivas. Esto es debido a su gran variedad de productos y usos como: leña, carbón, madera, frutos, productos medicinales e industriales, tutores de cultivos, sombra, división de lotes y demarcación de linderos en fincas, barreras rompeviento, control de erosión, refugio de avifauna silvestre, reciclaje de

nutrimentos, etc. Además, el follaje de algunos de ellos puede ser cosechado, bajo corte o pastoreo directo, para la suplementación animal. Una característica de los AFN es la de fijar nitrógeno (N) atmosférico en sus nódulos radicales y, a través del metabolismo, almacenarlo en su componente forrajero (hojas, peciolos, tallos tiernos y frutos) en forma de proteína cruda (N x 6,25), cuyo contenido varía entre 10 a 35%. Su forraje contiene fibra larga, nitrógeno no protéico (NNP), proteína y grasa (Leng, 1988). La fibra larga, todo el NNP y una cantidad variable de la proteína, consumidos en el forraje arbóreo, son fermentados y utilizados como nutrimentos por la flora ruminal. Una parte de la proteína puede estar ligada a compuestos antinutricionales, llamados taninos y fenoles condensados, que le permiten escapar, con la grasa, a la fermentación ruminal, por lo cual su forraje puede ser fuente importante de proteína y de energía sobrepasantes, siempre que se logre un balance apropiado de nutrimentos en el ecosistema ruminal (Preston y Leng, 1989). Una cantidad variable de la proteína ligada a compuestos antinutricionales puede sobrepasar el aparato digestivo y salir inalterada en la heces (indigerible), sin que pueda ser utilizada como nutrimento por los animales. Además, ciertos compuestos antinutricionales, presentes en el forraje de algunas especies, pueden ser tóxicos para la flora (bacterias y hongos) o para la fauna (protozoarios) ruminales.

Es importante recordar además, que las especies arbustivas y arbóreas lignifican principalmente en los tallos y no tanto en las hojas, como si lo hacen la gran mayoría de las gramíneas utilizadas para el pastoreo. De allí la mayor estabilidad en la calidad nutricional del follaje de las especies leñosas a través del tiempo.

Existe un alto número de especies y de ecotipos nativos e introducidos de AFN, adaptados a un amplio rango de zonas agroecológicas. Son especies perennes, con excepción de varios ecotipos de *Cajanus cajan*, *Codariocalyx gyroides* y *Sesbania sesban* que se comportan como semiperennes. Las especies que han resultado persistentes y productivas en diversos sistemas agropecuarios y sus principales usos actuales y potenciales en suelos ácidos tropicales se relacionan en el Cuadro 1. La mayoría de estas especies son leguminosas, lo cual no indica que necesariamente todas las leguminosas fijen nitrógeno. También se incluyen especies que, sin ser leguminosas, fijan nitrógeno atmosférico, en este caso representadas por *Alnus* y *Casuarina*.

CUADRO 1

Principales arbustos y árboles fijadores de nitrógeno y sus usos en sistemas agropecuarios en suelos ácidos tropicales.

Especies de AFN	Silvopasturas	Cercas Vivas	Bancos Forrajeros
<i>Acacia aneura</i>	X		
<i>Acacia farnesiana</i>		X	X
<i>Acacia mangium</i>	X	X	
<i>Aeschynomene spp.</i>			X
<i>Albizia lebbek</i>	X	X	
<i>Albizia saman</i>	X	X	
<i>Albizia guachapele</i>	X	X	
<i>Alnus acuminata</i>	X		
<i>Cajanus cajan</i>			X
<i>Calliandra arborea</i>	X		
<i>Calliandra calothyrsus</i>		X	X
<i>Casuarina cunninghamiana</i>	X	X	
<i>Clitoria fairchildiana</i>	X	X	X
<i>Codariocalyx gyroides</i>			X
<i>Cratylia argentea</i>			X
<i>Dalbergia retusa</i>		X	
<i>Dendrolobium spp.</i>			X
<i>Desmodium velutinum</i>			X
<i>Diphysa robinoides</i>		X	
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	X	X	
<i>Erythrina berteroana</i>	X	X	X
<i>Erythrina cochleata</i>	X	X	X
<i>Erythrina fusca</i>	X	X	X
<i>Erythrina lanceolata</i>	X	X	X
<i>Erythrina poeppigiana</i>	X	X	X
<i>Erythrina variegata</i>	X	X	X
<i>Erythrina edulis</i>	X	X	X
<i>Flemingia macrophylla</i>			X
<i>Gliricidia sepium</i>	X	X	X
<i>Inga spp.</i>	X	X	
<i>Mimosa scabrella</i>	X	X	
<i>Paraserianthes falcata</i>	X		
<i>Pentaclethra macroloba</i>	X	X	
<i>Pithecellobium dulce</i>	X	X	
<i>Pithecellobium longifolium</i>	X	X	
<i>Pterocarpus hayesii</i>	X	X	
<i>Sesbania sesban</i>			X
<i>Stryphnodendron excelsum</i>	X	X	
<i>Tadehagi spp.</i>			X

FUENTES: Argel y Maass, 1995; Benavides, 1994; Botero, 1992; Russo y Botero, 1996a.

INTERACCIONES EN AGROFORESTERÍA

En la agroforestería desarrollada con AFN se crean interacciones biológicas, ecológicas y económicas, las cuales pueden contribuir a lograr una producción sostenible. Algunas de las interacciones que han sido definidas por varios autores (Borel, 1987, 1993; Bronstein, 1983; Montagnini, 1992; Rusco y Botero, 1996a; Torres, 1983) son:

- Los AFN incrementan el nivel de nitrógeno en el suelo debido a su capacidad de fijarlo de la atmósfera, a través de la simbiosis con bacterias en sus raíces, y por medio del aporte de materia orgánica hecho al suelo a través de la caída periódica o estacional, natural o provocada (cosecha), de hojas, flores, frutos, ramas y raíces muertas. Además, sus raíces pueden absorber nutrientes de capas profundas del suelo y traerlos a la superficie, haciéndolos disponibles para la pastura o para el cultivo agrícola asociado. En algunos casos, pueden incrementar la disponibilidad de fósforo (simbiosis con micorrizas), calcio, potasio y magnesio.
- Los arbustos y árboles pueden mejorar las condiciones físicas del suelo (porosidad y densidad aparente). Su efecto de descompactación es positivo y relevante en áreas degradadas, a causa de la compactación del suelo, ocasionada por la mecanización y/o por el pisoteo continuo del ganado. Un caso común son las pasturas abandonadas en el trópico húmedo.
- Los arbustos y árboles crean un microclima favorable para los animales en pastoreo (sombra, menor radiación y menor temperatura). La intensidad de su sombra depende de la densidad y orientación de los surcos de árboles y del diámetro y estructura de sus copas. Para evitar la sombra refleja, que reduce la eficiencia fotosintética de los forrajes o cultivos de cobertura, las líneas o surcos de especies leñosas deben plantarse en dirección al recorrido del sol -de oriente a occidente- (Botero, 1988). La sombra protege a los animales del calor excesivo causado por la radiación solar directa y les permite mantener su temperatura corporal en un rango confortable. Los cambios en el balance térmico, que se logran con una menor temperatura del aire, comparada con la temperatura corporal del animal, le permiten un mayor consumo de alimento (De Alba, 1959).
- Los AFN pueden competir con la pastura y con los cultivos agrícolas por agua, nutrimentos, luz y espacio. Los efectos de la competencia

pueden ser mayores si los requerimientos de ambos componentes son similares. La caída natural de hojas y las podas ayudan a incrementar la disponibilidad de agua, de luz y de nutrimentos para todos los componentes del sistema. La selección apropiada de especies y las podas selectivas (en cuanto a espacio climatizar e intervalos de tiempo entre cortes) contribuyen a reducir la competencia entre los componentes en agrosilvopasturas.

- Un alto número de animales o la disposición de los árboles en bloques pueden obligar a los animales a concentrarse en áreas reducidas para sombrear. El exceso de pisoteo puede afectar la cobertura de la pastura, localizada bajo la sombra, y causar erosión y compactación localizada del suelo. Estas condiciones también pueden afectar el crecimiento apropiado de los árboles. Además, la sombra favorece la presencia de insectos picadores y parásitos que afectan a los animales (Botero, 1992).
- Las preferencias alimenticias de los animales pueden alterar la composición forestal. A largo plazo, solo persistirán aquellas especies leñosas no consumidas por los animales.
- Se acelera el reciclaje de nutrimentos en el suelo, hecho a través de los residuos de los cultivos agrícolas, de los forrajes o de las heces y orina depositadas por los animales durante el pastoreo.
- Los animales pueden consumir las legumbres o frutos, aprovechando sus nutrimentos, escarifican las semillas que contienen y las dispersan en las heces. Esto favorece su germinación y evita el consumo de las plántulas por parte de los animales, hasta tanto las excretas se incorporen al suelo transformadas en materia orgánica (Botero, 1992).
- Muchas especies de gramíneas crecen mejor bajo la sombra de la copa de los árboles, producen mayor cantidad de forraje y tienen una mayor calidad nutritiva (menor contenido de fibra y mayor contenido de proteína cruda, comparadas con las gramíneas que crecen a plena exposición solar (Pinney, 1989; Daccarett y Blydenstein, 1968). Un efecto indeseable de la sombra sobre el forraje de las gramíneas de cobertura en silvopasturas, mencionado por algunos productores, es la reducción de su gustocidad. Esto puede obviarse haciendo pastoreo rotacional con carga animal apropiada, pastoreo de relevos (primero vacas lactantes y luego secas o bien vacas lecheras y luego animales de levante) o mediante el pastoreo conjunto de varias especies

- animales -bovinos con búfalos, cabras, ovejas, equinos, cerdos, venados o chigüiro (Botero, 1992).
- El búfalo de agua posee un alto potencial como animal de triple propósito (carne-leche-tracción) para el trópico húmedo. La explotación de este rumiante, que no posee glandular sudorípara y por ello requiere de abundante sombra, sería más eficiente en sistemas agrosilvopastoriles.

SISTEMA SILVOPASTORIL

Definición

El sistema silvopastoril es una combinación natural o una asociación deliberada de uno o de varios componentes leñosos (arbustivos y/o arbóreos) dentro de una pastura de especies de gramíneas y de leguminosas herbáceas nativas o cultivadas y su utilización con rumiantes y herbívoros en pastoreo (Combe y Budowski, 1979; Nair, 1985, 1989).

Opciones para el establecimiento de silvopasturas

Existe la posibilidad de sembrar simultáneamente pasturas con AFN o de introducirlos en pasturas ya establecidas (Silvopasturas). La principal limitante es el largo período de tiempo requerido para poder pastorear las silvopasturas así establecidas, sin comprometer la sobrevivencia de los AFN. En este caso se deben transplantar árboles provenientes de semilla directamente del vivero y esperar a que alcancen una altura y desarrollo que evite su daño por el ramoneo de los animales. Mientras los árboles alcanzan tal desarrollo, el forraje de la cobertura inferior se debe y puede cosechar en forma manual o mecanizada. También pueden sembrarse especies espinosas de AFN, cuyos árboles jóvenes no son ramoneados por los animales e.g. (*Acacia farnesiana*, *Pithecellobium dulce*).

Existe también la posibilidad de establecer las silvopasturas mediante cultivos agrícolas -Agrosilvopasturas- (Russo y Botero, 1996b). Las opciones de cultivos son similares a algunas de las ya probadas para los sistemas agropastoriles en suelos ácidos tropicales (Vera *et al.*, 1993).

Los AFN pueden sembrarse simultáneamente y desde el inicio, con varios ciclos de cultivos trimestrales en rotación, de cereales como arroz seco, maíz, sorgo, millo; oleaginosas como soya, maní, ajonjolí; legumbres como caupí, canavalia, mungo, fríjol de abono; o frutos como sandía o patilla, zapallo o ayote, cidra o chayote, melón, etc. (Botero,

1996). Los AFN también pueden sembrarse simultáneamente y desde el inicio con un cultivo anual o bianual como yuca, ñame, tiquisque, camote, jengibre, pina, guandul, plátano, etc. Al cosechar el último cultivo se siembran las especies herbáceas (gramíneas puras o asociadas con leguminosas herbáceas), como cobertura del estrato inferior de la silvopastura. De la fertilización aplicada al cultivo, los nutrientes minerales residuales son aprovechados por la silvopastura (Botero, 1996).

En la estrategia de establecimiento de silvopasturas a través de cultivos agrícolas, se logra obtener dinero en efectivo mientras se establecen los árboles, y se permite a los árboles crecer lo suficiente (mínimo 1.5 años) para no ser dañados por el ramoneo de los animales, al iniciar el pastoreo de la silvopastura (Botero, 1992).

Resultados obtenidos con sistemas silvopastoriles

Históricamente, por más de 90 años en zonas de altura con suelos volcánicos en Costa Rica, algunos ganaderos han sembrado aliso o jaul (*Alnus acuminata*) asociado en silvopasturas con pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y con gramíneas para corte como pasto elefante (*P. purpureum*). Los árboles provienen de regeneración natural o son producidos en vivero y plantados a distancias de 8 x 14m (100 árboles/ha). Estos ganaderos afirman que sus vacas producen más leche en estas silvopasturas que en pasturas sin árboles. Para proteger los árboles jóvenes del daño del ganado, los ganaderos construyen cercos individuales y temporales alrededor de cada árbol, hasta que el ganado no alcance a ramonear los nuevos brotes. Los árboles de aliso seleccionados para corte, después de 15 a 20 años de crecimiento alcanzan 35 a 40cm de diámetro y proporcionan leña y madera. El *A. acuminata* al igual que la *Casuarina* spp. poseen la ventaja de que se asocian con actinomicetos (bacterias filiformes) del género *Frankia* que fijan nitrógeno en nódulos que forman en las raíces de estas especies (Russo, 1990).

Beer (1980), reportó el caso de una finca en Santa Cruz de Turrialba, Costa Rica, en donde árboles de poró gigante, cámbulo o cachimbo (*E. poeppigiana*) han sido plantados como silvopasturas con pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) desde 1930.

Los casos experimentales han mostrado resultados promisorios en silvopasturas de *E. poeppigiana* con cobertura de las gramíneas forrajeras estrella africana - *Cynodon nlemfuensis* - (Alpizar, 1987; Bronstein, 1983) y con king grass (*P. purpureum* x *P. typhoides*) (Benavides, 1994; Benavides *et al.*, 1994; Rodríguez, 1984; Kass, 1994). En el primer caso,

durante cinco años, el forraje cosechado de *C. plectostachyus* asociado con *E. poeppigiana* produjo 60% mayor rendimiento que la misma gramínea asociada con laurel o nogal (*Cordia alliodora*), un árbol maderable que no fija nitrógeno. El king grass produjo 14% más forraje asociado con *E. poeppigiana*, comparado con la producción obtenida de la gramínea pura.

Arboles de *E. poeppigiana* plantados desde 1977, fueron podados a 2.5m de altura y asociados a 6 x 6m (280 árboles/ha) con ocho gramíneas para pastoreo. Los árboles fueron cosechados mediante poda cada seis meses. Las gramíneas *Panicum maximum* CIAT 16051 y 16061, *Brachiaria brizantha* CIAT 664 y 6780, *Brachiaria humidicola* CIAT 633 y *Cynodon nlemfuensis* tuvieron entre 10 y 34% mayor producción de forraje y también mayor contenido de proteína cruda asociadas en la silvopastura con *E. poeppigiana*, comparadas con las mismas gramíneas puras. La producción de forraje de *Brachiaria dictyoneura* CIAT 6133 y de elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) disminuyó en 10% cuando estaban asociadas con *E. poeppigiana* (CATIE, 1991).

En Colombia desde 1987, *Erythrina fusca* (pízamo, bucare o poró blanco) fue asociado a 4 x 4m y 3 x 3m (625 y 1111 árboles/ha) con la gramínea forrajera estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*). Los árboles se cosechan mediante poda cada tres meses, rindiendo desde entonces 30 y 50 ton/ha/año de forraje verde que, con una oferta del forraje arbóreo oreado del 3% del peso vivo de los animales, han permitido suplementar a 8 y 13 bovinos/ha/año, respectivamente. La gramínea de cobertura en la silvopastura ha producido 84 ton/ha/año de forraje verde, lo que ha permitido, mediante pastoreo rotacional y sin fertilización ni riego, mantener una carga de 3.0 U.A/ha (Rodríguez y Cuéllar, 1993).

El reciclaje de nutrimentos minerales, como parte de la sostenibilidad del sistema, es mayor a través de las heces de los animales en los sistemas silvopastoriles que en las pasturas tradicionales sin árboles, arbustos o hierbas leguminosas (Botero, 1993). Los minerales contenidos en las heces de vacas pastoreando en silvopasturas de chiminango, payande o gallinero (*Pithecellobium dulce*) con cobertura de *Brachiaria decumbens* CIAT 606 asociada con *Centrosema acutifolium* CIAT 5568, comparados con su contenido en las heces de vacas pastoreando en pasturas de *Brachiaria decumbens* CIAT 606 pura, se relacionan en el Cuadro 2.

La producción de leche bajo este sistema de doble propósito y durante una lactancia completa fue 24% mayor y la reconcepción al

finalizar la lactancia 75% superior en el grupo de 72 vacas pastoreando en las silvopraederas, comparado con el grupo, de igual número de vacas, pastoreando en las praderas de gramínea pura (Botero, 1993; Ramírez, 1991).

Cuadro 2

Contenido mineral en las heces y reconcepción de vacas lactantes en un sistema de doble propósito bajo pastoreo rotacional en praderas de gramínea pura comparadas con silvopastoreo. Hda Miravalle, Fondo Ganadero del Valle del Cauca S.A., Colombia.

Pradera	Contenido mineral en las heces (%MS)					Preñez (%)
	N	P	K	Ca	Mg	
Gramíneas	1,13	0,36	0,82	0,6	0,4	33
Silvopastoreo	1,46	0,42	1,17	0,9	0,5	58

Fuente: Adaptado de Botero, 1993.

La granja «EL Hatico» en Colombia posee 135ha de silvopastoreo, con predominio de la especie AFN algarrobo forrajero (*Prosopis juliflora*) con cobertura de varias gramíneas introducidas en asociación con leguminosas herbáceas nativas. El silvopastoreo posee una población promedio de 35 árboles/ha que producen 50kg de legumbres/árbol/año. Esta legumbre, que se produce durante las dos épocas anuales de sequía y que se cae sola al suelo, una vez madura, tiene un alto valor nutritivo (14% de proteína y 50% de azúcares solubles) y el ganado la consume directamente del suelo (Molina, *et al.*, 1996). Adicional a las legumbres, se obtiene leña de las podas de formación de los árboles y de las entresacas durante el manejo de la regeneración natural y postes para cercas muertas, que logran una duración de 15 años sin ningún tratamiento de preservación (Molina, *et al.*, 1996).

En las regiones de clima cálido en Venezuela, durante el mes de marzo de cada año se maduran y caen al suelo las legumbres del árbol de saman (*Albizia saman*). Estas legumbres son bien consumidas por el ganado bovino en pastoreo y algunos campesinos las cosechan en el campo y luego las venden en las orillas de las carreteras, los productores las compran para la suplementación de bovinos, ovinos, caprinos y equinos.

Leucaena leucocephala no se incluye dentro de estas especies, puesto que su mayor producción y persistencia se logra en suelos bien drenados, profundos, con alta fertilidad natural y neutros o calcáreos. Sin embargo, algunas especies, ecotipos e híbridos experimentales logrados de este género, crecen en una amplia gama de suelos incluyendo los medianamente ácidos, con pH mayor de 5,5 y saturación de aluminio de media a baja (Hutton, 1995; Shelton y Brewbaker, 1994).

Es conveniente que los sistemas silvopastoriles sean lo suficientemente flexibles para permitir que se puedan cambiar rápidamente y de manera temporal, intermitente o permanente a cualquier otro tipo de explotación con cultivos agrícolas bajo los árboles (agrosilvopastoreo), cuando sea necesario renovar, resembrar, complementar o cambiar el componente arbóreo o herbáceo de la silvopastura, o cuando el momento económico del país, la región o la finca así lo exijan (Botero, 1995).

BANCOS FORRAJEROS

Definición

Son áreas compactas, cercanas a las instalaciones de manejo y alimentación de los animales (corrales, establos, etc), destinadas exclusivamente a la producción de forrajes de alta calidad y volumen, para su utilización en la suplementación animal, bien sea que se maneje bajo corte o bajo pastoreo.

Opciones para el establecimiento de bancos forrajeros

Si el banco forrajero se establece exclusivamente con AFN (banco de proteína), el nitrógeno que ellos fijan y que podría ser aprovechado por otras especies forrajeras, asociadas dentro del mismo banco, es finalmente utilizado por especies vegetales no deseadas en el sitio (malezas). Por ello uno de los componentes más apropiados, en mezcla o como cobertura de los bancos forrajeros, son las gramíneas, puesto que son especies que no fijan nitrógeno, pero que si lo demandan en alta cantidad, sean ellas utilizadas para corte (e.g. caña de azúcar, king grass, elefante, etc.) o para pastoreo (e.g. estrella, guinea, braquiarias, etc). A este último sistema se lo denomina actualmente como banco de energía. El banco de energía de AFN en mezcla o con cobertura de gramíneas no elimina la posibilidad de asociación de su cobertura inferior con leguminosas herbáceas nativas o

introducidas y preferiblemente no trepadoras (e.g. *Desmodium*, *Stylosanthes*, *Arachis*, *Aeschynomene*, *Cassia*, *Chamaecrista*, *Indigofera*, *Zornia*, etc.). La asociación adicional con otras especies fijadoras de nitrógeno (leguminosas herbáceas) incrementa la cantidad de nitrógeno fijado por el sistema. Esto permite incluir, en líneas alternas, otras especies herbáceas, arbustivas y/o arbóreas de alta calidad forrajera, que son altamente consumidas por bovinos, cerdos, aves, conejos, peces, etc., (e.g. morera, amapola, nacedero, ramio, pringamoza, botón de oro, bleado, camote, bore, etc) y reduce sensiblemente la necesidad de aplicación de fertilizantes nitrogenados en estas especies forrajeras que no lo fijan, pero que si lo demandan en una alta cantidad (Benavides, *et al.*, 1995). La mezcla de varias especies dentro del banco forrajero crea una alta biodiversidad que reduce sensiblemente el ataque de plagas y enfermedades (Botero, 1992).

Resultados obtenidos con bancos forrajeros

La siembra de AFN por semilla sexual es más conveniente que su propagación mediante estacas, debido a que el vigor, la tolerancia al corte, al pastoreo y a la sequía, la sobrevivencia y el potencial productivo son mayores en las leñosas provenientes de semilla sexual. Esto fue observado y medido en bancos forrajeros de matarratón o madero negro (*Gliricidia sepium*) en la granja El Hatico, Valle del Cauca, Colombia. Los resultados, así como las principales conclusiones obtenidas con bancos forrajeros de *Gliricidia sepium* manejados bajo corte desde 1986, se presentarán en un futuro artículo en esta conferencia.

En un estudio realizado en el CIAT. Lascano, *et al.*, (1995), evaluaron la calidad del forraje de varias especies de leguminosas arbustivas plantadas en suelos ácidos (pH 4,0 a 4,5 y saturación de Aluminio > 85%). El estudio mostró que las especies evaluadas, bajas en taninos, tales como *Cratylia argentea* y *Desmodium velutinum* tuvieron una media a alta digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) y un alto contenido de proteína cruda. El estudio recomienda utilizar el forraje cosechado de hojas maduras y oreadas de *C. argentea* como un suplemento de proteína para rumiantes durante la época seca. Los arbustos cuyo forraje tenía un alto contenido de taninos, como *Flemingia macrophylla*, *Tadehagi* spp., *Dendrolobium* spp. y *Codariocalyx gyroides* mostraron un alto contenido de proteína cruda y una DIVMS por debajo del 40%. Independiente de la estación climática, el consumo del forraje por parte de bovinos y ovinos fue mayor cuando fue oreado o secado a la

sombra de un día para otro (marchito) y ofrecido como suplemento (Argel y Masas, 1995). La DIVMS medida en el forraje de los AFN esta entre el 40 al 80%.

El picado del forraje arbóreo reduce el desperdicio al ofrecerlo a los animales en comederos, estimula el consumo y destruye las espinas presentes en las hojas y tallos de algunos árboles como *Erythrina spp.* (Botero, 1988). El oreo adicional al picado permite la volatilización de sustancias que reducen su gustocidad (Botero, 1992). Aunque se incrementa sensiblemente el desperdicio del forraje para consumo, pero no para el reciclaje de nutrientes al suelo, una forma práctica del oreo consiste en podar los AFN y dejar su follaje sobre el suelo, para que sea consumido directamente por los animales en pastoreo. El deshoje u ordeño manual de las ramas, directamente en los árboles, demanda mayor cantidad de mano de obra y se dejan de utilizar los tallos verdes como forraje. La corteza de las ramas verdes tiene mayor calidad nutritiva comparada con las hojas, y a ello se debe que los animales descortecen algunos árboles durante el pastoreo (Botero, 1988).

En el engorde de ganado bovino en confinamiento, realizado en fincas privadas en el Valle del Cauca-Colombia, se han logrado promedios de ganancia de peso de 850g/d, utilizando forrajes arbóreos para complementar la alimentación de machos enteros (200 a 450 kg de peso vivo y con un máximo de 24 meses de edad al sacrificio), con la siguiente dieta flexible:

Dieta flexible	Consumo (kg/d)
Gramínea picada (caña de azúcar y/o pastos de corte)	26
Forraje arbóreo picado y oreado	9
Melaza o vinaza líquidas + urea al 10% ó Bloques multinutricionales	1
Cama de aves	0,5
Semilla, harina o torta de oleaginosas	0,5
Sal mineralizada y agua de bebida a voluntad	

Fuente: Botero y Preston, 1989.

En el sistema de doble propósito, se utilizó el forraje arbóreo de poró blanco, pízamo o bucare (*E. fusca*) como suplemento artesanal en mezcla para vacas F1 (Holstein x Cebú) en pastoreo intensivo en silvopasturas con *C. nlemfuensis* (Reserva Pozo Verde, CIPAV, Colombia) así:

Suplemento artesanal	%
Forraje arbóreo picado y oreado	83,5
Aceite crudo de palma africana	6,3
Cal (CaCO ₃)	1,0
Melaza de caña	9,2

Fuente: Adaptado de Rodríguez y Cuéllar, 1993.

El aceite crudo de palma africana, con alto contenido de ácidos grasos esenciales, de cadena larga, es convertido por la cal en un jabón cálcico y con ello se logra que su grasa saponificada no pueda ser fermentada por la flora ruminal y sea entonces utilizada como fuente de energía sobrepasante.

El jugo de caña, el azúcar, la melaza, el melote o la vinaza, no solo mejoran la gustocidad del suplemento, sino que, adicionalmente al oreo del forraje picado, es posible que propicien la desnaturalización de los compuestos antinutricionales, incrementando así la disponibilidad, a nivel intestinal, de la proteína sobrepasante del forraje arbóreo (Cuéllar, *et al.*, Rodríguez y Preston, 1992).

Tres grupos de 9 vacas lactantes, que poseían cada uno 3 vacas con menos de 100d, 3 vacas con 100-200d y 3 vacas con más de 200d de lactancia, se utilizaron para comparar dos niveles de consumo del suplemento artesanal citado atrás, contra un concentrado convencional a base de granos, con 16% de proteína cruda. Las cantidades de concentrado convencional y de suplemento artesanal consumidos durante los dos ordeños diarios y los resultados obtenidos en producción de leche se consignan en el Cuadro 3.

Cuadro 3

Consumos de concentrado convencional y de suplemento artesanal y producción de leche en vacas F1 (Holstein x Cebú) doble propósito bajo pastoreo intensivo en pasto estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*). Reserva Pozo Verde, Colombia.

Tratamiento	Concentrado convencional	Suplemento artesanal	Producción de leche Kg/vaca/día
I	4	0	9,72 a
II	0	4	9,66 a
III	0	8	10,30 b

Letras diferentes dentro de la misma columna son altamente significativas ($P < 0,01$). Fuente: Adaptado de Rodríguez y Cuéllar, 1993.

El análisis estadístico se realizó por covarianza, tomando en cuenta la producción inicial de cada vaca. La producción de leche lograda por el grupo de vacas que consumió 4kg/d del concentrado convencional (tratamiento I) fue similar a la del grupo de vacas que consumió 4kg del suplemento artesanal (tratamiento II). Sin embargo el costo del suplemento artesanal fue la mitad con respecto al concentrado convencional (0,43 vs 0,86 US\$/kg).

Entre los tratamientos I y III, aunque los costos de la suplementación con 4kg de concentrado convencional o con 8kg del suplemento artesanal fueron iguales, las vacas del grupo III produjeron 0,6kg adicionales de leche/día cuyo precio de venta en finca fue de US\$ 0,14.

En el CATIE, Costa Rica, Camero (1994), utilizó 12 vacas Jersey puras y mestizas con Criollo Lechero Centroamericano, bajo lechería intensiva, en una dieta básica de heno de pasto jaragua (*Hyparrhenia rufa*), pulidura de arroz y melaza, para evaluar el efecto biológico y económico de dos suplementos forrajeros proteicos: poró gigante (*Erythrina poeppigiana*) y madero negro (*Gliricidia sepium*). Ambos forrajes fueron ofrecidos picados y frescos, al 3% del peso vivo de las vacas, y comparados con el suministro de 120g de urea/día. Al suplementar las vacas con forraje de poró o de madero negro, se obtuvieron producciones similares (7,3 vs 7,4kg de leche/d) y superiores ($P < 0,05$) en un 10% al tratamiento con urea (6,7kg de leche/d). En cuanto a los constituyentes de calidad de la leche (grasa, proteína y sólidos totales) no se encontró diferencia significativa entre los tres tratamientos. Como resultado del análisis económico de presupuestos parciales, la rentabilidad de la suplementación protéica con el forraje de ambas leguminosas arbóreas fue superior en un 20% a la suplementación con urea.

Los resultados de producción, obtenidos mediante la suplementación con forrajes arbóreos, permiten confirmar lo publicado por Leng (1988), respecto a que: para lograr altas tasas de ganancia de peso y niveles de producción de leche de moderados a altos, la demanda por aminoácidos esenciales es mayor a la que pueden suministrar los microorganismos muertos, que se reemplazan y salen continuamente del rumen hacia el abomaso, aún cuando la fermentación ruminal sea optimizada. Esto quiere decir que se necesitan suplementos con proteína sobrepasante para lograr

maximizar el consumo voluntario y obtener así el potencial real de producción con rumiantes.

Además, permiten visualizar que las pruebas convencionales como son la digestibilidad *in vitro* (en el laboratorio) e *in situ* (dentro del rumen de animales fistulados), utilizadas para determinar la calidad nutritiva de forrajes, cereales, oleaginosas y subproductos agroindustriales, y medir los nutrientes fermentables por la flora ruminal, pero no su contenido de nutrientes sobrepasantes (almidón, grasa, proteína y minerales). Para ello se recurre actualmente a la fistulación de rumiantes en el duodeno. En esta prueba (Lascano *et al.*, 1995), las cantidades de N en el bolo alimenticio a su salida del abomaso y el N eliminado en las heces (indigerible), permiten medir el nitrógeno (sobrepasante) absorbido en el intestino por diferencia,.

CERCAS VIVAS

Definición

Son siembras lineales de arbustos o de árboles que se utilizan como setos, barreras rompeviento, producción de leña, carbón, madera, frutos o forraje, división de lotes o linderos de propiedades.

Opciones para el establecimiento de cercas vivas

Tradicionalmente en América Tropical las cercas son construidas con 3 a 5 hilos de alambre de púas, sostenidos por estacas verdes de algunas especies que rebrotan, se convierten luego en árboles y sirven de poste permanente. Estos árboles son usualmente propagados por estacas de 2 a 2,5m de longitud y 5 a 10cm de diámetro, enterradas a una profundidad de entre 20 a 30cm y a distancias entre 0,5 a 5m. Sin embargo, se debe preferir su siembra a partir de semilla sexual, cuya planta produce una raíz pivotante o de anclaje que le permite ser más firme y vigorosa.

La siembra en vivero se debe hacer en bolsas plásticas con una capacidad mínima de 5kg de suelo, para evitar el daño de las raíces y permitirle a la planta, al menos, 4 a 6 meses de crecimiento en el vivero, antes de su trasplante definitivo a la cerca.

Mientras se establecen las cercas vivas de AFN, recién trasplantados, se pueden proteger del consumo por parte de los animales en pastoreo con una cerca temporal de alambre de púas o con uno a dos hilos de alambre liso electrificado, paralelas o alrededor de la cerca fija (callejón o encierro).

Otra opción consiste en sembrar a su alrededor plantas espinosas como piñuela, pitaya, nopal, cactus, pringamosa, etc. o untarles a los arbustos grasa vegetal o animal (manteca, cebo) mezclada con estiércol bovino, a lo largo de los tallos (Botero, 1992).

Resultados obtenidos con cercas vivas

Las especies de AFN más utilizadas como cercas vivas en clima cálido son *Gliricidia sepium* y *Erythrina spp.* La *Gliricidia* no tolera suelos mal drenados, lámina de agua o alto nivel freático, como si lo hacen bien *Erythrina fusca*, *Aeschynomene spp* y *Sesbania spp.*

En un experimento llevado a cabo por el Proyecto Erythrina (CATIE, 1986) durante tres años sobre tres cercas vivas de *E. berteroana* (poró común), que habían sido establecidas en 1976, 1979 y 1983 a distancias de 1,0, 0,6 y 0,8m respectivamente y que fueron cosechadas mediante poda total cada 3, 6, 9 y 12 meses, mostraron que la producción de biomasa de 1 km de cerca viva de *E. berteroana* varía de acuerdo con la frecuencia de poda (Cuadro 4).

La mayor producción de biomasa leñosa y total se obtuvo cuando la cerca viva fue cosechada cada 12 meses y la menor cuando fue

Cuadro 4

Producción de biomasa fresca, leñosa y comestible(kg) en 1 km de cerca viva de *Erythrina berteroana* sometida a cuatro frecuencias de corte durante tres años en Turrialba, Costa Rica.

Tipo de biomasa fresca	Frecuencia de poda (meses)			
	3	6	9	12
Leña	513	2 065	2 554	3 374
Forraje comestible	1 441	1 798	1 352	872
Total	1 954	3 863	3 906	4 246

Fuente: Adaptado del CATIE, 1986.

cosechada cada 3 meses. En contraste la mayor producción de forraje comestible se obtuvo en las podas realizadas cada 6 meses.

Gliricidia sepium es probablemente la especie más utilizada como cerca viva en América Tropical (Budowski y Russo, 1993), produce una madera densa y resistente que tiene uso como leña, carbón y como poste vivo o muerto para cercas.

Su forraje picado (fresco, oreado o seco), compuesto por hojas, pecíolos y tallos tiernos, es bien consumido por los rumiantes, contiene 20 a 30% de proteína cruda, 53% de FDN, 33% de FDA y la DIVMS entre 54 a 70% (Camero, 1994; Galindo, *et al.*, 1989; Gómez, *et al.*, 1995; Simmons y Stewards, 1994).

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA AGROFORESTERÍA

Varios autores han analizado las ventajas y desventajas de tales sistemas (Borel, 1987; Botero, 1995; Bronstein, 1983; Ruiz, 1983; Russo y Botero, 1996a; Torres, 1983).

Las principales ventajas de estos sistemas son:

- La diversificación de las actividades productivas dentro de la finca reduce el riesgo económico de la inversión.
- Los productores obtienen beneficios adicionales en efectivo, representados por la producción de leña, postes, madera, frutos y forraje, que pueden ser utilizados dentro de la misma empresa o ser comercializados en el mercado.
- Los árboles contribuyen al mejoramiento de las condiciones químicas y físicas del suelo.
- Los animales consumen la cobertura herbácea, que puede competir con los árboles, dificultar el manejo e incrementar el riesgo de incendios en plantaciones forestales. En silvopasturas con árboles frutales o palmas, el pastoreo facilita la cosecha de los frutos.
- En el caso de agrosilvopasturas, hasta el 70% de la biomasa producida por los cultivos asociados y el forraje de algunas especies de AFN se complementan en su contenido de nutrimentos (energía, proteína, vitaminas y minerales) y pueden ser utilizados en la alimentación animal, sin crear competencia por los productos de consumo humano.
- Los árboles proporcionan refugio contra la radiación solar, las altas temperaturas, las lluvias y el viento. Esto contribuye a incrementar la eficiencia productiva en los sistemas de producción animal tropical.
- Permiten flexibilidad para cambiar rápidamente a cualquier otro tipo de explotación agrícola, cuando el momento económico así lo exija.

Las principales desventajas de estos sistemas son:

- La gran mayoría de los agricultores y ganaderos de América Tropical están acostumbrados a trabajar en áreas despejadas y limpias, lo cual implica un paisaje sin árboles en lotes para cultivos y pasturas.
- La cobertura arbórea, principalmente si es muy densa, puede competir severamente contra las plantas herbáceas asociadas.
- Los árboles pueden dificultar o incluso impedir la cosecha del forraje herbáceo y el mantenimiento mecanizado de las pasturas asociadas.
- Los árboles jóvenes, recién plantados o provenientes de la regeneración natural, deben ser protegidos para evitar su daño por el ramoneo de los animales en pastoreo.
- Para los productores es difícil conseguir comercialmente semilla o árboles jóvenes para su propagación o transplante.

BIBLIOGRAFÍA

- Alpizar, L.** 1987. Results from the CATIE "Central Experiment": Pasture and shade tree associations. In: J. Beer; H.W. Fassbender y J. Heuveldop (eds.). *Advances in Agroforestry Research. Proceedings*. CATIE pp209-214.
- Argel, P y Maass, B.** 1995. Evaluación y adaptación de leguminosas arbustivas en suelos ácidos infértiles de América tropical. En: Proceedings of the Workshop "Nitrogen Fixing Trees for Acid Soils". Evans, D.O. y Szott, L.T. (eds.). Nitrogen Fixing Tree Association (NFTA) (CATIE). Turrialba, Costa Rica. pp 215-227.
- Beer, J.** 1980. *Erythrina poeppigiana con pasto*. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 4p. (mimeografiado).
- Benavides, J.E.** 1983. *Investigación en árboles forrajeros*. (CATIE). Turrialba, Costa Rica. Mimeo 18p.
- Benavides, J.E.** 1994. La investigación en árboles forrajeros. En: *Arboles y arbustos forrajeros en América Central*. Benavides, J.E. (comp. y ed.) Costa Rica. CATIE. II vol. 721p.
- Benavides, J.E., Rodríguez, R.A. y Borel R.** 1994. Producción y calidad de forraje de King Grass (*P. purpureum* x *P. typhoides*) y Poró (*Erythrina poeppigiana*) en asociación. En: *Arboles y arbustos forrajeros en América Central*. Benavides, J.E. (ed.). CATIE. Vol. II. pp 441-452.
- Benavides, J., Esquivel J. y Lozano E.** 1985. *Módulos agroforestales con cabras para la producción de leche. Guía técnica para extensionistas*. Manual Técnico No. 18. (CATIE). 56p.
- Borel, R.** 1987. Interactions in agroforestry systems: man-tree-crop-animal. In: J. Beer; H.W. Fassbender y J. Heuveldop (eds.). *Advances in Agroforestry Research. Proceedings*. CATIE. pp105-138.
- Borel, R.** 1993. Diseño y manejo de los sistemas silvopastoriles. Trabajo presentado en el Taller Internacional sobre «Tecnologías Agroforestales: Diseño y Manejo». Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible de la Universidad Autónoma de Chapingo, Mexico. 23p.
- Botero, R.** 1988. Los árboles forrajeros como fuente de proteína para la producción animal en el trópico. En: *Memorias del Seminario-Taller sobre Sistemas Intensivos para la Producción animal y de Energía Renovable con Recursos Tropicales*. CIPAV, Cali, Colombia. Tomo I. pp 76-96.
- Botero, R. y Preston. T.R.** 1989. El uso de la caña de azúcar para el engorde intensivo del ganado. *Carta Ganadera. Colombia*. 26(6):44-48.
- Botero, R.** 1992. Estrategias para la alimentación de rumiantes con forrajes tropicales en sistemas de producción sostenible. En: *Memorias del foro sobre «Estrategias para la Producción Animal en el Proceso de Integración Colombo-Venezolana»*. Asociación Venezolana de Producción Animal (AVPA), Universidad Nacional Experimental del Táchira y Universidad Francisco de Paula Santander. San Cristobal, Venezuela. 18p.

- Botero, R.** 1993. Papel de las especies forrajeras tropicales en la conservación y recuperación de suelos ácidos de ladera. *Industria y Producción Agropecuaria, Colombia* 1(4):14-23.
- Botero, R.** 1995. Tecnologías básicas para una ganadería sostenible. *Carta Ganadera, Colombia* 32(6):24-29.
- Botero, R.** 1996. *Fertilización racional y renovación de pasturas mejoradas en suelos ácidos tropicales*. Documento Interno. EARTH, Las Mercedes de Guácimo, Costa Rica. 21p.
- Bronstein, G.** 1983. Los árboles en la producción de pastos. En: L. Babbar (comp.). *Curso Corto Intensivo sobre Prácticas Agroforestales con énfasis en la Medición y Evaluación de Parámetros Biológicos y Socio-Económicos*. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Mimeo, p.d.
- Budowski, G. & Russo, R.O.** 1993. Live fence posts in Costa Rica: a compilation of the farmers beliefs and technologies. *Journal of Sustainable Agriculture* 3(2):65-87.
- Camero, L.A.** 1994. Poró (*Erythrina poeppigiana*) y Madero negro (*Gliricidia sepium*) como suplementos proteicos en la producción de leche. *Agroforestería en las Américas* 1(1):6-8.
- CATIE** 1986. *Final Project Technical Report: Erythrina spp.* (Phase I: 3-p-82-0015). CATIE, Turrialba, Costa Rica. 182p.
- CATIE.** 1991. Sistemas Silvopastoriles para el Trópico Húmedo Bajo. En: *II Informe Anual. Fase II. Proyecto CATIE/MAG/IDA/CIID*. Turrialba, Costa Rica, CATIE: pp78-84.
- CIAT.** 1995. *Informe Bianual 1994-1995. Programa de Forrajes Tropicales*. Documento de Trabajo No. 153. Cali, Colombia. p8-3.
- Combe, J. & Budowski, G.** 1979. Classification of agroforestry techniques: a literature review. In: G. de las Salas (ed.). *Workshop Agroforestry. Systems in Latin America*. Turrialba, Costa Rica. UNU/CATIE: pp 17-47.
- Cuéllar, P., Rodríguez, Lylian y Preston, T.R.** 1992. Uso del pízamo (*Erythrina fusca*) como suplemento protéico en dietas de tallo de caña prensado para terneras de levante. *Livestock Research for Rural Development*, 4(1):1-10.
- Daccaret, M. y Blydenstein, J.** 1968. La influencia de árboles leguminosos y no leguminosos sobre el forraje que crece bajo ellos. *Revista Turrialba*. 18(4):405-408.
- De Alba, J.** 1959. Influencia del clima y la calidad de los forrajes en su consumo. *Revista Turrialba* 9(3):79-84.
- Galindo, W.F., Rosales, M., Murgueitio, E. y Larrahondo, J.** 1989. Sustancias antinutricionales en las hojas de Guamo, Nacedero y Matarratón. *Livestock Research for Rural Development* 1(1):1-7.
- Gómez, María Elena, Rodríguez, Lylian, Murgueitio, E., Ríos, Clara, Molina C., C.H., Molina, C.H., Molina, E. y Molina, J.P.** 1995. *Arboles y Arbustos Forrajeros Utilizados en Alimentación Animal como Fuente Proteica*. CIPAV.
- Hutton, E.M.** 1995. Very acid soil constraints for tree legumes like leucaena and selection and breeding to overcome them. In: *Proceedings of the Workshop "Nitrogen Fixing Trees for Acid Soils"*. Evans, D.O. and L.T. Szott (eds.). Nitrogen Fixing Tree Association (NFTA) and (CATIE). Costa Rica. pp258-271.

- Kass, D.L. 1994. *Erythrina* Species - Pantropical multipurpose tree legumes. In: *Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture*. R.C. Gutteridge and H.M. Shelton. (eds.). Wallingford, UK. CAB International: pp84-96.
- Lascano, C.E., Maass, B. & Keller-grein, G. 1995. Forage quality of shrub legumes evaluated in acid soils. In: *Proceedings of the Workshop "Nitrogen Fixing Trees for Acid Soils"*. Evans, D.O. and L.T. Szott (eds.). Nitrogen Fixing Tree Association (CATIE). Turrialba, Costa Rica. pp228-236.
- Leng, R.A. 1988. Limitaciones metabólicas en la utilización de la caña de azúcar y sus derivados para el crecimiento y producción de leche en rumiantes. En: *Memorias del Seminario-Taller sobre Sistemas Intensivos para la Producción Animal y de Energía Renovable con Recursos Tropicales*. CIPAV. Cali, Colombia. Tomo II. pp 1-24.
- Molina C., C.H., Molina, C.H., Molina, E.J. y Molina, J.P. 1993. *Evaluaciones realizadas en la intensificación del sistema de doble propósito en la Granja El Hatico*. Cerrito, Valle del Cauca, Colombia. 19p.
- Molina C, C.H., Molina, C.H., Molina, E.J. y Molina, J.P. 1996. Experiencias en desarrollo agropecuario sostenible: Granja El Hatico, Valle del Cauca, Colombia. En: *Memorias del Seminario-Taller Internacional de «Experiencias sobre Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria y Forestal en el Trópico»*. Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR). Santa Clara de San Carlos, Costa Rica. 17p.
- Montagnini, F. 1992. *Sistemas agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos*. 2 ed. San José, Costa Rica. Organización para Estudios Tropicales. 622 p.
- Nair, P.K.R. 1985. *Classification of agroforestry systems*. Working paper no. 28. Nairobi, Kenya. ICRAF. 52p.
- Nair, P.K.R. 1989. Classification of agroforestry systems. In: P.K.R. Nair (ed.). *Agroforestry systems in the tropics*. Dordrecht, The Netherland. Kluwer Academic Press/ICRAF. pp 39-52.
- Pinney, A. 1989. Studying the single tree. *Agroforestry Today*. 1(3):4-6.
- Preston, T.R. y Leng R.A. 1989. *Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico*. Condrít. Cali, Colombia. 312p.
- Ramírez, L.M. 1991. *Evaluación a nivel de finca de pasturas mejoradas de Brachiaria decumbens, puras o asociadas con Centrosema acutifolium CIAT 5568, y de su efecto sobre la producción animal con ganado de doble propósito*. Trabajo de Investigación para Promoción. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia. 173p.
- Rodríguez, L. y Cuéllar, P. 1993. *Evaluación de la Hacienda Arizona como un sistema integrado de producción animal sostenible*. Documento Interno. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV). Cali, Colombia. 76p.
- Rodríguez, R.A. 1984. *Producción de biomasa de poró gigante (Erythrina poeppigiana (Walpers) O.F. Cook) y king grass (Pennisetum purpureum x P. typhoides) intercalados en función de la siembra y frecuencia de poda del poró*. Tesis M.Sc., UCR-CATIE, Turrialba, Costa Rica. 96p.
- Ruiz, M.E. 1983. Avances en la investigación de sistemas silvopastoriles. In: L. Babbar (comp.). *Curso Corto Intensivo Prácticas Agroforestales con énfasis en la Medición y Evaluación de Parámetros Biológicos y Socio-Económicos*. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Mimeo, p.d.

- Russo, R.O. 1990. Evaluating *Alnus acuminata* as a component in agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 10: 241-252.
- Russo, R.O. & Botero, R. 1996a. Nitrogen fixing trees for animal production on acid soils. In: Powell, M.H. (ed.). *Nitrogen fixing trees for acid soils: a field manual*. Nitrogen Fixing Tree Association (NFTA). Morrilton, Arkansas. pp 31-39.
- Russo, R.O. y Botero, R. 1996b. El sistema silvopastoril Laurel-Braquiaria como una opción para recuperar pastizales degradados en el trópico húmedo de Costa Rica. En: *Memorias del I Congreso Agropecuario y Forestal de la Región Heter Atlántica*. Guápiles, Costa Rica. 4p.
- Shelton, H.M. & Brewbaker, J.L. 1984. *Leucaena leucocephala* the most widely used forage tree legume. In: *Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture*. R. C. Gutteridge and H.M. Shelton (eds.). Wallingford, UK. CAB International: pp15-29.
- Simmons, A.J. & Stewards, J.L. 1994. *Gliricidia sepium* a multipurpose forage tree legume. In: R.C. Gutteridge and H.M. Shelton (eds.). *Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture*. Wallingford, UK. CAB International: pp 30-48.
- Torres, F. 1983. Role of woody perennials in animal agroforestry. *Agroforestry systems*. 1:131-168.
- Vera, R.R., Sanz, J.I., Hoyos, P., Molina, D. Sanint, L.R., Rivera, M. Botero, R. y Cadavid, J.V. 1993. Sistemas agropastoriles para las sabanas de suelos ácidos de Colombia. En: *Memorias XIII Reunión Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA)*. *Ciencia e Investigación Agraria*. Santiago, Chile. 20(2):8.

COMENTARIOS

Omar Daniel:

Hago un breve comentario a la excelente revisión de Botero y Russo. En el punto VI, los autores dan la impresión que van a hablar de las ventajas y desventajas de los sistemas agroforestales, sin embargo lo que se incluye está relacionado solamente con los sistemas silvopastoriles o agrosilvopastoriles. En este punto, mencionan desventajas citadas por la literatura, que no me parecen desventajas de los sistemas. Veamos: el hecho que los productores no estén acostumbrados a trabajar en áreas con la presencia de árboles no es una desventaja del sistema. En ese caso lo que me parece desventaja es la mayor dificultad de trabajo en extensión rural; en cuanto a la competencia entre plantas herbáceas y árboles, tampoco me parece una desventaja del sistema, ya que es posible encontrar densidades arbóreas adecuadas, y plantas herbáceas adecuadas a la presencia de los árboles; las dificultades de cosecha o mecanización son el mismo caso anterior; con espaciamiento adecuado estas tareas no serían afectadas; la dificultad de conseguir semillas tampoco me parece que sea una desventaja del sistema; una mayor divulgación finalmente llevará a un mayor interés en producirlas. Por lo tanto, los puntos citados me parece que no son realmente desventajas, más si algunos inconvenientes que deben ser superados por los productores interesados en esos sistemas. Tales dificultades pueden ser superadas con investigación y buena asistencia técnica. Si fueran desventajas, no pudieran ser superadas. Pienso que las desventajas son comparativas. Por ejemplo, si comparamos un sistema silvopastoril con un sistema tradicional pecuario, verificaremos que en el primer caso: utilizaremos más mano de obra, que puede ser fácil o difícil de ser contratada, dependiendo de la región, elevando costos. Estoy de acuerdo que se deba realizar en esta conferencia un debate más profundo de esta cuestión de las desventajas de los sistemas agroforestales que tienen como uno de sus componentes a los animales, pues no me parece, al hacer un análisis rápido, que tengan tantas desventajas realmente. Me gustaría enfatizar que no estoy de acuerdo con el concepto escrito en las primeras líneas « pueden asociarse con cultivos agrícolas (Sistema Agroforestal)». Tanto los sistemas agrosilvopastoriles, como los sistemas silvopastoriles, o la agrosilvicultura, son subsistemas de los Sistemas Agroforestales. Por

tanto, tendría más sentido el haber escrito: «.. pueden asociarse con cultivos agrícolas (Agrosilvicultura o sistemas agrosilvoculturales).

Roberto Sánchez, Jatnel Alonso, Gustavo Febles y Tomás E. Ruiz:

La conferencia brinda una compilación muy valiosa acerca de la utilización de los árboles específicamente para suelos ácidos. No compartimos el criterio de que las líneas o surcos de especies leñosas deben plantarse en dirección al recorrido del sol ya que esta disposición no favorece la proyección de la sombra sobre el pasto que es beneficiosa para el mismo. No obstante, creemos que este aspecto necesita de más investigación. Cualquier información al respecto sería útil. Consideramos que es cierto que la siembra de cercas vivas mediante semilla botánica ofrece un conjunto de beneficios biológicos y agronómicos, sin embargo la demora en el establecimiento de las mismas es mayor que en la siembra mediante estacas. Además es más costoso debido a las labores de limpieza que hay que efectuar en este período. Es también cuestionable la imposición de una barrera para proteger la cerca con especies no útiles por el animal lo que implica más trabajo y la posible diseminación de estas plantas en caso de que se mantengan. Sí coincidimos en la siembra de especies para cercas mediante bolsas que permitan un desarrollo adecuado de la raíz pivotante. La información del beneficio del picado y oreo de forraje de arbóreas además de otros suplementos para mejorar la utilización de la proteína a nivel intestinal de los mismos es un tema novedoso y merece considerarse y profundizarse. Hemos realizado pruebas preliminares donde se detecta que evidentemente algunas especies de árboles forrajeros son más aceptadas por el ganado cuando se cortan y se suministra premarchitadas pero no disponemos de datos concretos que indiquen que este efecto se puede favorecer con la edición del suplemento como la melaza y otros. Cuando se hace referencia a los bancos de forrajes como aquellas áreas en la que se establece árboles fijadores de nitrógeno que tienen como estrato inferior a algunas gramíneas que se favorecen por la fijación del nitrógeno de los árboles nos es imposible no comentar las experiencias de nuestro instituto en este sentido. Desde el año 1979 se viene desarrollando en el ICA una serie de estudios referidos a lo que nosotros denominamos bancos de proteína, que no es más que el establecimiento de *Leucaena leucocephala* (pudiera ser cualquier árbol fijador de nitrógeno) en una determinada área de la finca con una distancia de plantación de 3m entre doble surcos separados a

75cm y una distancia entre plantas de 50cm. Estas áreas se utilizan para pastoreo con libre acceso para la ceba y con acceso restringido para la producción de leche. Los resultados obtenidos durante todos estos años referido a la producción de pastos y la Leucaena, es reciclado de nutrientes y la producción de leche y carne serán expuestas de forma detallada en la conferencia. Otras informaciones acerca de la orientación del surco también serán incluidas en dicha conferencia.

Comentarios Generales

Gustavo Febles y Tomás Ruiz:

Estudio de los sistemas agroforestales vinculados con la producción agropecuaria desarrollados por el Instituto de Ciencia Animal en Cuba. Los primeros trabajos de investigación relacionados con la implementación de los sistemas agroforestales en la producción agropecuaria tuvieron su inicio en el Instituto de Ciencia Animal en Cuba alrededor del año 1979. Durante esta etapa el trabajo se relacionó primeramente con la producción de leche y posteriormente con la de carne sin descuidar todo lo que se trataba con la agrotecnia y manejo durante el establecimiento empleando *Leucaena leucocephala* como árbol multipropósito. El objetivo fundamental de estas investigaciones era la sustitución de los concentrados de importación por el pastoreo directo de esta leguminosa para la producción de leche. Los resultados iniciales (Senra *et al.*, 1982) mostraron que la *Leucaena* podrá llegar a producir hasta 14,9 y 16,8kg/d en la estación seca y de lluvia respectivamente reduciendo el empleo de 4kg de concentrado comercial suministrado a vacas Holstein que pastaban pasto estrella con una carga de 3,5 animales/ha. La producción lechera con el concentrado nunca fue superior a 15kg/d. A partir de este momento los trabajos se han ido intensificando incluyendo los relacionados con la producción de carne, agronomía, establecimiento y manejo del pastizal, reciclaje de nutrientes, estudio de la hojarasca, composición de la leche, suplementación, alimentación de hembras en desarrollo entre otros. Todo este trabajo ha propiciado la conformación de diversas tecnologías que han sido aplicadas en condiciones prácticas tanto a nivel nacional como en el extranjero. La aplicación de estas tecnologías se basa en la suplementación de la alimentación bovina mediante el establecimiento de leguminosas arbóreas como la *Leucaena* para la formación de bancos de proteína de libre acceso (para la producción de carne) o de acceso limitado (para producir leche) en diferentes proporciones en el pastizal y que contribuye al ahorro sustancial de concentrados y minerales para la alimentación de ganado vacuno. Los resultados demostraron la importancia de estos métodos en la alimentación animal bovina en sistemas de bajos insumos (suplementos concentrados, fertilizantes y riego). Por otro lado, la indiscriminada tala

de los bosques desde la época de la colonia redujo la superficie de los mismos considerablemente. Actualmente se ha implantado la política oficial dirigida al cuidado de los bosques y un plan de reforestación masiva de 2 500 millones de árboles maderables, frutales y de otro tipo hasta 1999. Además, las áreas dedicadas a la ganadería también han sufrido una drástica reducción de sus arboledas por efecto de la tala, la quema y el empleo de postes de cemento o madera seca en sus cercados que ha traído como consecuencia la reducción de las áreas de sombra natural, cercas de postes vivos, así como reducciones en posibles fuentes de alimentos para el ganado. De aquí que más recientemente se ha incursionado en el estudio de otras leguminosas arbóreas para diferentes propósitos productivos bajo las condiciones cubanas como sombra, cercas vivas y alimentación animal bovina. Los trabajos han mostrado la importancia de géneros como *Albizia*, *Enterolobium*, *Bauhinia*, *Erythrina*, *Acacia Moringa*, *Colvillea*, *Peltophorum*, *Gliricidia*, *Lysiloma*, *Azadinachita*, *Gmelina* y otros. Se han realizado estudios agronómicos que han incluido como tema central las causas de la poca sobrevivencia de las siembras en bolsas. Otro aspecto esencial de estudio ha sido acerca de la implantación de sistemas silvopastoriles donde se han abordado varias modalidades. La acción futura debe estar dirigida a llevar también la ganadería al bosque para un mayor aprovechamiento de los recursos naturales disponibles. La integración de la actividad forestal en el sistema productivo agropecuario es el pilar de la estrategia futura. La vinculación entre la silvicultura, los cultivos y la ganadería es esencial, así como su objetivo debe estar dirigido a estimular acciones forestales que apoyen una agricultura estable. Todo este programa debe valorarse en el contexto de una creciente presión poblacional en los países latinoamericanos, con una tendencia a la incorporación de nuevas tierras a la producción alimenticia de manera que sea un proceso ordenado y de acuerdo con una política planificada, donde el objetivo final sea para el beneficio del hombre y la conservación de la naturaleza.

Senra, A., Ruiz, T.E.; Funes, F. y Muñoz, E. 1982. Sustitución de concentrado por forraje de *Leucaena* para la producción de leche. Informe Interno. Instituto de Ciencia Animal, Cuba.

María Cristina Polla

Creo, que estamos todos de acuerdo, en que los sistemas agroforestales, en su conjunto, constituyen una alternativa muy válida para hacer realidad

la producción sostenida y el manejo sustentable de todos los recursos naturales renovables involucrados. Su potencial, en este sentido, quizá este muy por encima de lo que hoy nos es verdaderamente tangible; siempre y cuando, logremos elegir las especies vegetales y animales más adecuadas, su combinación óptima y un manejo tal, del sistema y sus componentes, que nos permita ir alcanzando los objetivos preestablecidos y a la vez ir monitoreando las interacciones y evolución del sistema (o unidad productiva, predio, parcela, etc.). Incluso convendría definir e implementar, para luego medir, parámetros o indicadores de los índices de sustentabilidad, adecuados a los sistemas y prácticas silvopastoriles y agrosilvopastoriles. Estos índices ya se manejan en varios países y Uruguay ha comenzado a transitar por este camino, ya que está participando del «Proceso Montreal». Evidentemente, estas consideraciones nos obligan a reafirmar que, la investigación agroforestal y en especial la que apunta a los sistemas silvopastoriles y a la interacción entre sus componentes debe tener toda la prioridad que, nuestros esfuerzos y acción conjunta, puedan ser capaces de poner en marcha. Debemos considerar, la posibilidad de elaborar e implementar un Plan de Investigación y Validación Regional (para sistemas agroforestales con producción animal) definido globalmente según los agroecosistemas de las regiones, como expresan Burley y Speedy. La estrategia, podría ser la implementación dentro de la Red de Sistemas Agroforestales de otra red interactiva más específica, sobre Casos, Ensayos y Unidades Demostrativas, o Grupos de Trabajo Silvopastoril que permitan realizar estudios conjuntos, validar y quizá uniformizar metodologías regionales e intercambiar experiencias y modelos válidos para las distintas zonas y/o áreas agroclimáticas. Sin duda, esto nos ayudaría y contribuiría al proceso de investigación y validación de resultados con mayor rapidez y peso; lo que a su vez nos daría una mejor oportunidad para convencer a los muchos actores de las bondades, ventajas, beneficios y potencial de los sistemas silvopastoriles y otros con producción animal, como mencionó el Dr. Sánchez. El silvopastoreo es en Uruguay un sistema productivo mixto, diversificado que se desarrolla con mucho impulso, debido a:

- su compatibilidad con los muy tradicionales sistemas de producción ganadera en su mayoría extensiva;
- condiciones agroecológicas muy favorables;
- excelentes condiciones naturales;

- la presencia histórica del árbol, o del monte, en su rol de servicio brindando abrigo y sombra para los animales;
- excelentes suelos forestales declarados de prioridad forestal por la Ley Forestal, y
- la promoción, estímulos y beneficios a la actividad forestal.

Estos, en forma indirecta favorecen el desarrollo del silvopastoreo estimulando al productor esencialmente ganadero a integrar especies forestales en su unidad productiva. A su vez, el nuevo productor forestal no puede ignorar o pasar por alto la posibilidad de aprovechar la pastura natural existente (que mejora en permanencia y calidad bajo el monte) en su unidad forestada. Si bien, el 90% del uso del suelo en Uruguay está dedicado a la producción pecuaria sobre praderas naturales y apenas el 5% está dedicado a las plantaciones forestales, hoy a un ritmo de plantación forestal de unas 40 000 ha anuales con especies tales como *Eucalyptus* (80%), *Pinus*, Salicáceas y otras (20%). El pastoreo se realiza en el 95% de esas hectáreas plantadas y principalmente, sobre pasturas naturales. Habitualmente, se baja el tapiz con una carga animal muy alta, previo al laboreo del suelo para la plantación forestal y luego el pastoreo se reinicia dentro del primer año de vida de la plantación, o entre el primer y el segundo año; pudiendo continuar hasta el turno final del bosque, según el manejo dado al sistema. La fuente alimenticia del ganado es, la pastura natural, pasturas mejoradas y/o pasturas artificiales bajo monte y/o en franjas pastoriles y cortafuegos; según el diseño del sistema productivo o de la plantación forestal. Sobre esta realidad, estamos trabajando, con un Plan Tutor Global: «Estudios Agroforestales para el Uruguay», que define las varias etapas del proceso de diagnóstico, estudio, análisis, evaluación y diseño de los sistemas agroforestales y en este marco, fueron luego definidos varios proyectos (más específicos), que son los siguientes:

- Diagnóstico de Sistemas Agroforestales: relevamiento y estudio de los sistemas agroforestales.
- Ensayos Prediales de Silvopastoreo: toma de datos de valores físicos productivos.
- Análisis Técnico-Económicos de Sistemas Silvopastoriles: en diferentes zonas del país.
- Parcelas o Predios Demostrativas de Silvopastoreo: por el cual se van a monitorear e implementar Unidades Demostrativas o de Referencia,

de las cuales por lo menos una de ellas será replicada en Chile (Convenio División Forestal Uruguay-CONAF-Chile).

Actualmente, los productores rurales vienen manejando todos los parámetros y componentes de este tipo de sistemas, con algunas dificultades, pero al mismo tiempo con grandes ventajas, produciendo carne, lana y madera (para pulpa, aserrío, postes, piques, leña, y otros.); obteniendo ingresos a corto, mediano y largo plazo. En cuanto a un aspecto sanitario general, el silvopastoreo, puede considerarse como un **sistema productivo de pastura segura**, desde un punto de vista parasitario para el componente animal, si se cumplen algunas condiciones establecidas a priori (comunicación personal de los Dr. Nari *et al.*). Es perfectamente tangible en Uruguay, el notorio aumento en la utilización de mano de obra permanente que se viene dando en forma sostenida en la actividad forestal y agroforestal, especialmente en la silvopastoril en contraposición a la que es utilizada en los sistemas productivos exclusivamente pecuarios, principalmente de ganadería extensiva. Si bien las ventajas, son de gran relevancia, todavía nos queda un largo camino por recorrer, para conocer en profundidad datos cuantitativos y cualitativos respecto de estos sistemas productivos, en sus diferentes alternativas de diseño espacial y/o temporal, las interacciones entre árbol-animal-pastura y las influencias sobre el suelo y el medio ambiente. En resumen, quiero destacar, la gran potencialidad que el silvopastoreo tiene en zonas templadas y por ende en el Uruguay y la proyección futura que seguramente alcanzará en los planos económico y social, en el manejo sustentable forestal y de los recursos naturales renovables, así como en la preservación del medio ambiente. Sería deseable, unir nuestros esfuerzos de manera tal, que las prioridades y realidades de cada uno de nuestros países sean reconocidas y reciban el apoyo de todos.