

Una visión general de sistemas silvopastoriles y agrosilvopastoriles con eucalipto en Brasil

Omar Daniel* y Laércio Couto**

*Universidad Federal de Mato Grosso del Sur, Brasil.

**Universidad Federal de Viçosa, Brasil

(Este artículo es parte del documento publicado en junio de 1998 como: Daniel, O.; Couto, L. 1998. Sistemas agroflorestais com eucaliptos no Brasil: Uma visão geral. Viçosa, MG, Brasil: Sociedade de Investigações Florestais/UFV, 49p. Documento SIF, 17, que está disponible en: COOPASUL Campus de la Universidad Federal de Viçosa CP 20836571-000 VIÇOSA, MG BRASIL. Tel. 8992381, Fax 8992107)

SUMMARY

This article shows the evolution of agroforestry systems with eucalyptus as major forest component in Brazil. It embraces the great majority of the work done, involving forage plants, crops and animals. It begins with a brief discussion on the positive and negative aspects of the eucalyptus production, and continues with a report of the research itself. In general, the work described in the text demonstrates the economic viability of Agroforestry Systems (SAF) with eucalyptus, both in silvopastoral and in agrosilvopastoral systems. Of course in some situations is possible to minimize some of the negative environmental impacts of eucalyptus cultivation. Reading the text clearly indicates that researchers were still no concerned with evaluating the possibilities to minimize the social impacts of the cultivation of the eucalyptus in SAF, comparing with the its monoculture. It can also be noticed that SAF with eucalyptus are practically restricted to the great forest companies. At the end, the initiatives that analyse the potential of forest extension, as strategy for

increasing the areas of eucalyptus cultivation with less effect on food production in the vicinity of the great forest enterprises are mentioned.

INTRODUCCIÓN

El eucalipto es una especie adaptada para las prácticas silvopastoriles, porque tiene copas estrechas que permiten la penetración de una cantidad razonable de luz directa o difusa hasta el nivel del suelo permitiendo el crecimiento de plantas forrajeras, siempre que el espaciamiento sea correcto y el manejo apropiado, y además proporciona sombra a los animales.

Si se practica un aclareo al bosque, los beneficios se amplían y se reducen los costos de establecimiento y mantenimiento, sobre todo en el control de malas hierbas y prevención de incendios, además de la posibilidad de adelantar ingresos con la venta de animales aún antes de la primera rotación. Beneficios adicionales se obtienen con la distribución de estiércol y con el uso de leguminosas forrajeras fijadoras de nitrógeno, que pueden mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo.

Sobre la influencia de la sombra en los animales, Klusmann (1988) menciona que la reducción del calor: amplía la estación del pastoreo; aumenta las ganancias de peso, y la producción de leche y de lana; mejora la reproducción a causa de una pubertad más precoz, un alargamiento de la vida productiva, una menor pérdida embrionaria, calores más regulares y menos machos necesarios para la monta; mejora la tasa de supervivencia de los terneros debido a una mejora de la calidad de vida de las madres, partos más fáciles, mayor producción de leche y un aumento probable de la resistencia a las enfermedades.

Todo esos efectos de la sombra resultan probablemente de la mejora del microclima con temperatura y humedad del aire y el suelo más favorables (Castro, 1996).

Estas ventajas probablemente favorecieron la crianza frecuente de animales bajo el eucalipto, tal como puede observarse alrededor de los asentamientos y en praderas del centro-sur de Brasil (Lima, 1993).

Con la divulgación apropiada del potencial de la agroforestería para las fincas, quizás sea factible una planificación de intervenciones que permitan mayores beneficios como los obtenidos con los cercos vivos, las barreras contra el viento, con la sombra, la conservación de la tierra y del

agua, la producción de madera y leña, la protección de los animales durante tiempos malos, y otros (Lima, 1993).

SISTEMAS SILVOPASTORILES Y AGROSILVOPASTORILES CON EUCALIPTO

Desde el punto de vista histórico, es probable que las primeras experiencias con la crianza de animales bajo eucalipto en Brasil, ha sido mencionadas por Andrade (1918). En ese caso, lo que originó la iniciativa del consorcio, fue la preocupación en controlar incendios durante la sequía, situación empeorada por el aumento del material potencialmente combustible de la vegetación baja nativa o de plantas invasoras como el pasto «capim-gordura» (*Melinis minutiflora*). Con el pasar del tiempo este pasto dominó incluso los bosques con 15 años de edad.

Se inició con el pastoreo de ovejas pero los resultados fueron negativos debido a la poca adaptación de las razas usadas (Andrade, 1961). Poco después, los autores probaron bovinos, que fueron muy atacados por gusanos, comunes en la crianza de esos animales bajo los árboles, según el autor. Finalmente, la crianza de equinos tuvo éxito. Se encontró que cada yegua necesitaba de 2,5ha para su alimentación, con la ventaja que su costo de adquisición y mantenimiento fue un poco inferior al costo de limpieza de la misma área. Además, en esta práctica el material seco quedaba en el suelo y el riesgo de incendios era grande, mientras los animales lograron un control la poda natural y distribuyeron estiércol en el área. La inconveniencia fue la necesidad de descompactar el suelo después de la retirada de los animales.

La compactación del suelo es quizás una de las principales preocupaciones de los investigadores en los Sistemas Agroforestales (SAF), porque es la crítica más grande al sistema silvipastoral. Sin embargo, la compactación depende del número de animales por unidad de área (carga animal), de su edad y del tipo de suelo. Adams (1975) hizo amplia revisión del tema y concluyó que la mayoría de las veces la compactación es dañina a los suelos del bosque y afecta su conservación, en perjuicio al crecimiento de los árboles. Varios trabajos lo demuestran, como se discutirá adelante, aunque hay también otros que indican lo contrario.

La compactación debido al tránsito de los animales causa una disminución en la cantidad de macroporos, reduciendo la infiltración de

agua y el crecimiento radicular, y aumentando la actividad de los microorganismos denitrificadores, y reduciendo la disponibilidad de N. El resultado neto de todo esto es el efecto adverso en el crecimiento de los árboles, lo que dificulta el establecimiento de los sistemas silvopastoriles (Myhr *et al.*, 1990; German y Jacques, 1990; Wolkowski, 1990; Ferrero, 1991; citados por Bezkorowajnyj *et al.*, 1993).

En el distrito municipal de Bocaina, Estado de São Paulo, Schreiner (1988) probó la viabilidad de un sistema silvipastoral, en suelos de arena cuarzosa, bajo un bosque de *Eucalyptus grandis* con espaciamiento de 3 x 2m y 13 meses plantado al principio del experimento. La especie forrajera fue braquiaria (*Brachiaria decumbens*). El ganado permaneció pastoreando durante un año, y el resultado principal fue que no hubo efecto del pisoteo en las características físicas del suelo. Resultados semejantes fueron obtenidos por Couto *et al.* (1988) en Dionísio, Estado de Minas Gerais, con ganado bovino pastoreando bajo *E. urophylla*.

Sin embargo, hay situaciones en las cuáles las respuestas son contrarias. Para un suelo también de estructura arenosa, aunque bajo régimen climático diferente (en Ontario, USA), donde pocos animales pastorearon por periodos cortos durante menos de seis meses, y el efecto de la compactación se evaluó sobre la regeneración de varias especies de árboles (Bezkorowajnyj *et al.*, 1993). El autor encontró que el aumento de la compactación, sobre todo al final de la estación de crecimiento (septiembre y octubre), era responsable por la disminución en la infiltración de agua a través del perfil del suelo, produciendo una anaerobiosis temporal y la desnitrificación subsecuente de nitratos disponibles en el suelo. Como consecuencia, la limitación de nitrógeno producía la reducción del crecimiento de las plántulas de *Quercus rubra*, *Populus spp.*, *Picea abies* (Karst.), y *Pinus strobus*.

Usando bovinos y ovinos bajo *E. citriodora*, Couto *et al.* (1994) también registraron efectos negativos en la compactación del suelo, con el aumento del número de animales por unidad de área, sobre todo en la capa superficial, hasta 15cm de profundidad. Por otro lado, sus resultados también muestran claras ventajas del uso de ovinos para minimizar ese problema.

Las conclusiones de esos trabajos demuestran que los efectos de la presencia de animales pastoreando bajo eucaliptos, varían caso por caso, dependiendo del tipo de suelo y de animales, además del manejo.

Otra dificultad enfrentada por los productores de eucaliptos es la eliminación de las plantas invasoras. Su control es considerado crítico hasta el tiempo del cierre de las copas de los árboles, que ocurre al segundo año de plantado, hasta cuando se necesitan dos limpiezas anuales. El deshierbe se hace manual, mecánica o químicamente (Better *et al.*, 1991). Varias compañías en el Valle del Río Doce, Estado de Minas Gerais tienen dificultades con la competencia del pasto guinea (*Panicum maximum*) en la fase de implantación de los rodales, considerado en esas condiciones como mala hierba. Además del aumento del riesgo de incendios, exige el uso de trabajadores necesarios en otras tareas, impide el combate al hormigas cortadoras y aumenta el costo de exploración del bosque. A través de los sistemas silvopastoriles, se ha buscado la coexistencia entre el bosque y esa gramínea.

Considerando que la solución del problema tiene tres alternativas: deshierbe manual o mecanizado, herbicidas, y los sistemas silvopastoriles, Almeida (1991) trabajó en el tema. Las dos primeras alternativas fueron desechadas pronto, debido a las restricciones de mano de obra y al posible perjuicio ambiental, respectivamente. El autor trabajando bajo una plantación de *E. citriodora*, en el distrito municipal de Dionísio, Estado de Minas Gerais, dominado por pasto guinea, obtuvo los datos del Cuadro 1. Los árboles tenían 5 meses de plantados y una media de 2m de altura, mientras los bovinos tenían una edad de 12 meses y los ovinos una edad variada. El experimento duró hasta los 24 meses de edad del bosque. Los principales resultados obtenidos fueron: el porcentaje de árboles dañados no fue influenciado por la presencia de los animales; hubo compactación del suelo, solo evidente en las capas superficiales; ninguno de los tratamientos afectó el crecimiento del eucalipto, altura o diámetro; la asociación redujo el costo de establecimiento y mantenimiento del bosque.

En el misma región, Couto *et al.* (1994) trabajaron con las mismas especies del eucalipto y forraje, durante 24 meses, buscando evaluar el efecto del pastoreo de bovinos y ovinos en el crecimiento de los árboles, y en los costos del bosque, la compactación del suelo y la ganancia de peso de los animales. Se concluyó que no había efecto de los tratamientos en la supervivencia y crecimiento (altura y diámetro) de los eucaliptos; que los animales no eran responsables por los daños y perjuicios detectados en los árboles; que la reducción de los costos de establecimiento del bosque era

del 52 al 93%; que los animales pueden introducirse en el subosque después de los cuatro meses de plantados. Sus resultados también indican que los sistemas silvopastoriles pueden ayudar en el control de la competencia de las gramíneas.

En zona semiárida, en el nordeste brasileño, Ribaski *et al* (1993) trabajaron con ganado bovino bajo el *E. camaldulensis* con 8 años de plantado y los pastos *Urochloa mosambicensis*, bufel (*Cenchrus ciliaris*) y guinea (*P. maximum*). Los animales pastorearon dos veces por tres meses durante un año. Como resultado principal, los autores encontraron

Cuadro 1

Reducción del costo de establecimiento y mantenimiento del bosque de *E. citriodora*, y niveles de compactación de la tierra por tratamiento

Tratamientos	Reducción del costo (% sobre el testigo)	Resistencia del suelo a la penetración (kgf.cm ²)*
9 becerros	61	11,88 a
6 becerros	52	5,07 b
9 becerros, 10 ovejas	93	8,80 a
6 becerros, 10 ovejas	82	11,43 a
10 ovejas	61	3,93 b
Testigo	-	2,90 b

* promedios seguidos por la misma letra no difieren una del otro en la prueba de Scott-Knott, al 5%. Fuente: Almeida (1991).

que había un incremento volumétrico de 21% en el eucalipto del sistema silvopastoril, en relación al sistema convencional. A pesar que los resultados, de una manera general, son favorables a la asociación eucalipto-animales, el asunto de la compactación del suelo merece más investigación en los sistemas silvopastoriles, sea con eucalipto o no. Además de los problemas con erosión provocados por el compactación, las raíces finas que se encuentran en las capas superficiales del suelo pueden ser dañadas por el pisoteo constante (Schneider *et al.*, 1978).

Hay trabajos que demuestran la influencia de la compactación sobre la infiltración de agua en el suelo. Singh y Gupta (1990) demostraron que la infiltración en áreas de praderas puede ser 50% menor que en parcelas testigo, bajo los bosques de *Cedrus deodara* y *Pinus wallichiana*, en

India. Esa pérdida de la capacidad de infiltración se relacionó con la pérdida de la vegetación del subosque y de la capa orgánica, exponiendo al suelo, y con la disminución de la porosidad debido a la compactación, con aumento consecuente de la escorrentía. Eso significa posibilidades mayores de pérdida del suelo por erosión, y la necesidad de medidas extras de conservación de suelo.

Trabajando con pastoreo intensivo bajo el *C. deodara*, Singh *et al.* (1995) estimaron grandes pérdidas de suelo y nutrientes (Cuadro 2). Se encontró que la pérdida de suelo y potasio en las áreas con animales era siete veces más grandes que en las áreas cercadas, mientras que para fósforo, carbono orgánico y nitrógeno, las pérdidas eran de tres, cuatro y

Cuadro 2

Pérdidas (kg/ha) de suelo y nutrientes en área de pasto bajo *C. deodara*, en India

Pérdidas	Area de pasto	Area cercada
Suelo	1 265,96	185,00
Nitrógeno	2,40	0,44
Fósforo	0,30	0,09
Potasio	2,90	0,43
Carbono orgánico	217,70	51,78

Fuente: Singh *et al.*, 1995.

cinco veces mayores, respectivamente. Los datos son preocupantes, indicando la necesidad de establecer límites para la asociación entre los bosques y animales, para minimizar los impactos ambientales inherentes de esa actividad.

Otro asunto que merece la atención de la investigación es la tolerancia de las especies forrajeras a la sombra. Varios trabajos han sido realizados, probándose especies que mejor se adaptan a las condiciones del sotobosque. El uso de forrajes, sobre todo las leguminosas, no tiene como meta solo la alimentación de los animales, sino también la reducción de deshierbes, herbicidas y fertilizantes, y la mejora de la productividad del bosque debido a la fijación de nitrógeno, la producción de semillas y el aumento de la biodiversidad (Couto, 1992; Almeida, 1995). A pesar de las diferencias de tolerancia de las gramíneas y leguminosas a diferentes niveles de la sombra en el sotobosque, de una manera general

la tendencia es hacia la reducción de la productividad. Macedo *et al.* (1996) encontraron que el pasto guinea (*P. maximum var. Tanzania*) sufre mucho con la sombra cercano a las árboles de eucalipto, descubriendo que el índice de cobertura del suelo varía de 0,50% a 1m de la línea de árboles, hasta 19% entre 4 y 6m de la línea. En términos de productividad, Givaldo *et al.* (1995) concluyeron que el simple incremento en la densidad de los árboles, de 74 a 96/ha, redujo en 50% el rendimiento del forraje en el verano en Colombia. Esta gramínea es, sin embargo, una de las más productivas en sombra moderada, junto con *Setaria sphacelata* (Castro, 1996).

En el Cuadro 3 se muestra una lista de especies forrajeras, clasificada por su tolerancia a la sombra. Todavía no parece ser lo último en el tema, teniendo en cuenta las muchas interacciones que determinan

Cuadro 3 - Tolerancia a la sombra de algunos gramíneas y leguminosas forrajeras

Tolerancia a la sombra	Gramíneas	Leguminosas
Alta	<i>Axonopus compressus</i> <i>Brachiaria miliiformis</i> <i>Ischaemum aristatum</i> <i>Ischaemum timorense</i> <i>Ottochloa nodosum</i> <i>Paspalum conjugatum</i> <i>Stenotaphrum secundatum</i>	<i>Calopogonium caeruleum</i> <i>Desmodium herephyllum</i> <i>Desmodium intortum</i> <i>Desmodium ovalifolium</i> <i>Flemingia congesta</i> <i>Mimosa pudica</i>
Media	<i>Brachiaria brizantha</i> <i>Brachiaria decumbens</i> <i>Brachiaria humidicola</i> <i>Imperata cylindrica</i> <i>Panicum maximum</i>	<i>Centrosema pubescens</i> <i>Desmodium canum</i> <i>Leucaena leucocephala</i> <i>Macroptilium axillare</i> <i>Neonotonia wightiis</i> <i>Pueraria phaseoloides</i> <i>Vigna luleola</i>
Baja	<i>Brachiaria mutica</i> <i>Digitaria decumbens</i>	<i>Calopogonium mucunoides</i> <i>Macroptilium atropurpureum</i> <i>Stylosanthes guianensis</i>

Fuente: Shelton *et al* (1987).

la tolerancia de una especie a la sombra. Sin embargo, de una manera general se puede decir que la productividad de las leguminosas tiende a ser menos afectada por el nivel bajo de luz que las gramíneas (Ludlow *et*

al, 1974). Por otro lado, también se ha demostrado que con deficiencia de nitrógeno y bajo sombra moderada, es posible que mejoren los parámetros de la producción y calidad de las gramíneas, respecto a condiciones con mayor luminosidad (Eriksen y Whitney, 1981).

El uso de especies de crecimiento rastrero, presenta la ventaja de cubrir mejor el suelo, protegiéndolo contra la erosión. Aun así, se han desarrollado experimentos con especies arbustivas, como el guandul (*Cajanus cajan*), que presenta otro tipo de ventaja: tiene un ciclo de vida corto, de 2,5 años aproximadamente, (García y Couto, 1991) sin problemas de erradicación. Con eucalipto, algunos resultados pueden presentarse, principalmente para el Estado de Minas Gerais, donde se concentran la mayoría de los trabajos, debido a los esfuerzos de los investigadores del Universidad Federal de Viçosa (UFV), en particular de las áreas de Agroforestería del Curso de Posgrado en Ciencia Forestal, y de Forrajes y Pastos del Curso de Posgrado en Zootecnia, junto con los productores de eucaliptos.

Buscando evaluar el efecto de algunos forrajes (*C. mucunoides* Desv., *C. cajan*, *M. minutiflora*, *B. brizantha*, *P. maximum*, *Andropogon gayanus*) en el crecimiento de *E. clöziana*, Santos(1990) realizó un experimento en el distrito Municipal de Montes Claros, Estado de Minas Gerais, con eucaliptos, espaciando 3 x 1,5m, de dos años de edad. Los forrajes fueron sembrados entonces y se tomaron datos por un año. Sus conclusiones principales fueron: no se encontró daño ni perjuicios los árboles debido a la asociación; los forrajes *P. maximum* + *C. cajan* presentaron valores mayores de materia verde y seca; la producción de materia verde y seca en las asociaciones con *P. maximum*, *M. minutiflora*, *B. brizantha* fue considerada satisfactoria.

García *et al.* (1993, 1994), probando la asociación entre *E. grandis*, *B. decumbens* y *M. minutiflora*, en varios marcos de siembra de los árboles hasta dos a tres años de edad, en la Zona de la Mata del Estado de Minas Gerais, concluyeron que: el marco más adaptado para la asociación fue de 6 x 2m, pero podría ser de 4 x 2m ó de 5 x 2m para el caso del *B. decumbens* que se mostró poco exigente en luz en comparación con *M. minutiflora*. En el período en que transcurrió el experimento, el crecimiento del eucalipto no fue afectado por la asociación.

En la asociación con árboles es común preguntarse sobre la época adecuada para sembrar los forrajes. Couto y Medeiros (1993)

respondieron a esta pregunta para *E. grandis* con *B. decumbens*. Ellos concluyeron que el eucalipto no tolera la coexistencia con esa forrajera desde su plantación, necesitando control por lo menos hasta aproximadamente los 120 días de plantado. La coexistencia no afectó el crecimiento en altura, pero sí la materia seca de hojas y ramas, además del diámetro y la materia seca del tallo. Se ha observado ese efecto negativo de la asociación de forrajes en el crecimiento del eucalipto tanto con gramíneas como con leguminosas, en la fase inicial del sistema, todavía faltando las confirmaciones de esa reducción al final de la rotación. Cuando el forraje es una leguminosa que causa problemas al crecimiento inicial del eucalipto, hay opiniones que con el pasar del tiempo esos efectos negativos se revierten, compensados por la fijación de nitrógeno y mejora en el reciclaje de nutrientes (Ferreira Neto, 1994).

En investigaciones realizadas en la zona de sabana de Minas Gerais, se descubrió que leguminosas que produjeron una cantidad más grande de materia verde y que cubren mejor el suelo, como es el caso de *C. mucunoides* y *C. cajan*, perjudican el crecimiento, la altura y diámetro, de *E. grandis*, *E. camaldulensis*, *E. citriodora*, *E. clöziana* y *E. urophylla*. Eso probablemente pasó debido a la competencia por nutrientes y agua, porque estos forrajes presentan sistemas de raíces profundos y ramificados (Ferreira Neto, 1994; Almeida, 1995). Sin embargo, cuando los componentes fueron *Crotalaria juncea* y *Desmodium heterophyllum*, hubo una tendencia al aumento de la producción de biomasa de la parte aérea y en la supervivencia del eucalipto (Almeida, 1995).

El trabajo de Upadhyaya (1996) refuerza la necesidad de considerar los niveles de penetración en el suelo del sistema radicular de la especie asociada. En observaciones hechas en asociaciones entre seis especies de árboles y especies forrajeras nativas de India, el autor verificó que la producción total de masa del sotobosque era diez veces superior bajo *Prosopis cineraria* que con *E. camaldulensis*. Al excavar el suelo para estudiar el sistema de raíces, notó que las raíces del eucalipto se llegaron hasta 1,8m de profundidad, con 80% de ellas concentradas en los primeros 0,70m, donde también se encontraron el raíces de la vegetación nativa. Mientras para la *P. cineraria*, la profundidad era de 3,0 m, sin la concentración superficial.

Hasta ahora nosotros sólo hablamos de los sistemas silvopastoriles. Sin embargo, se han estudiado y usado en Brasil, algunos modelos de

sistemas agrosilvopastoriles con eucalipto. Este tipo de SAF no era preferido por los investigadores en Brasil sino hasta recientemente. Sin embargo, además de las ventajas generales común a todo SAF, el sistema agrosilvopastoril potencializa el lado económico, ambiental y de uso de recursos naturales y de insumos.

Esas características lo vuelven particularmente importante para los productores del tan mal visto eucalipto, porque: presenta una biodiversidad mayor en el tiempo; propicia el uso mejor de los recursos edáficos, a nivel horizontal y vertical; los insumos aplicados puede ser más eficientemente utilizados por el bosque, cultivos y animales. Además, del punto de vista económico, el productor puede obtener ingresos anticipados importantes por medio de los aclareos (Pottier, 1984), y posible superávit a lo largo del ciclo de las rotaciones programadas para los árboles.

Las ventajas económicas de esa modalidad de SAF pueden motivar a los productores rurales al cultivo de árboles de especies nativas, de crecimiento lento, con madera de superior calidad. Se diluyen los costos de establecimiento de los árboles y los agrosilvicultores prácticamente se «olvidan» de los árboles, y solo se acuerdan de ellos cuando están en punto de la cosecha.

Los ejemplos con eucalipto son raros. Marques (1990) evaluó el crecimiento y desarrollo del paricá (*Schizolobium amazonicum*), tatajuba (*Bagassa guianensis*) y eucalipto (*E. tereticornis*), hasta 36 meses, en asociación con maíz y pasto marandu en Paragominas. Los árboles eran cultivados en líneas triples de 3 x 3m, distanciados 12m unos de los otros. Sus resultados y conclusiones para los tratamientos con eucalipto fueron:

- no hubo diferencia en la supervivencia, altura y diámetro del eucalipto, entre el monocultivo y asociación.
- hubo ganancias de más de 110% en materia seca total y de 59% de materia seca del madera de eucalipto en la asociación, debido al uso de los residuos de fertilizantes aplicados en el maíz.
- la productividad de maíz bajo eucalipto fue de 1 086, 738 y 335 kg/ha, respectivamente para los 1, 2 y 3 años. Aunque esta fue baja, redujo los gastos de la plantación y mantenimiento de los árboles en el primer y segundo año, en 21% y 64%.

- la productividad de materia seca del pasto marandu, doce meses después del sembra, fue de 9 029 kg/ha, valor que se encontró dentro de los parámetros regionales.
- las ganancias con maíz en el año 3 indican que debe adelantarse la sembra del pasto marandu al año 2, y los animales deben introducirse al año siguiente.

Otro sistema interesante, usado por la CMM, en el distrito municipal de Vazantes, Estado de Minas Gerais, y por ella denominado sistema agrosilvipastoril rotativo, ha presentado buenos resultados (Oliveira y Macedo, 1996). La tecnología consiste en el cultivo en serie de arroz y soya hasta el segundo año, entre el eucalipto plantado 10 x 4m. Después la asociación se puede hacer de varias maneras:

- Tercer año: establecimiento de praderas, asociadas a la plantación y cultivos de arroz, soja, maíz, sorgo, frijol, o aún maíz y frijol. Buscando disminuir los efectos de la competencia del eucalipto con los cultivos agrícolas y para aumentar el valor a los árboles, se les podan las ramas hasta la altura de 2,40m;
- Cuarto año: en los módulos con praderas se manejan animales para engorda; en otros, pueden repetirse los cultivos agrícolas del tercer año, siguiendo una rotación de cultivos
- Quinto año: el manejo continúa con animales en módulos de praderas, formándose otras con el arroz y gramíneas forrajeras (denominado sistema Barreirão);
- Empezando del sexto año: opción de aclareo selectivo de los árboles buscando reducción la competencia y ingresos anticipados; podar las ramas hasta 7m de altura; el mantenimiento de las praderas cada trienio; comercialización anual de animales; previsión de corte final, renovación del bosque y de las praderas a partir del año 11.

Complementando el sistema, Oliveira y Macedo (1996) mencionan que se mantiene la distancia mínima de un metro entre líneas del eucalipto, para facilitar el cultivo y reducir la competencia, y para los cercos de cada módulo de 200ha se usan los propios árboles como postes. Los autores concluyeron que el sistema usado por CMM es económicamente viable,

con base en los indicativos Valor Presente Líquido (VPL), Razón Beneficio/Costo (B/C) y Tasa Interna de Retorno (TIR).

Oliveira y Macedo (1996) también comprobaron que el sistema es bastante sensible a la elevación de costos. En las simulaciones que lograron en aquel momento, con un aumento de 15% el sistema no sería viable. Todos los resultados mostrados hasta aquí están específicamente relacionados con la producción de madera. Sin embargo, es posible el manejo silvipastoril con otros objetivos, como la producción de aceite esencial, o de aceite y madera para energía. Lima (1993) se refiere a esas actividades en Distrito de Barra Bonita, Estado de São Paulo, usando el ganado bovino y producción de aceite de *E. globulus*, *E. staigeriana* e *E. citriodora*, obteniendo éxito.

LOS SAF CON EUCALIPTO Y LOS PROGRAMAS DE FOMENTO FORESTAL

La elevación del precio de las tierras localizadas en las áreas de influencia de las grandes compañías consumidoras de madera del eucalipto, así como algunas restricciones impuestas por legislaciones forestales, sea municipales, estatales o federales, estimularon a que estas compañías y los órganos gubernamentales empezaran programas de fomento forestal para aumentar el suministro de materia prima (Couto y Mejora, 1995).

En la actualidad, gran parte de las compañías forestales brasileñas tienen ese tipo de programas, en el que los arbolitos de eucalipto, los insumos y los recursos para la instalación y mantenimiento de los cultivos son proporcionados a productores rurales establecidos en un cierto radio económico. En compensación el productor rural asume el compromiso de venta de la madera a la compañía al final de la rotación, que dura siete años en general, a precios del mercado, guardando lo necesario para su propio consumo.

Por medio de esos programas de fomento forestal, las compañías intentan convertir a los productores rurales en sus compañeros en la actividad de producción de madera, qué resulta en beneficios para las dos partes y para la sociedad. Actualmente, programas de fomento existen en varias regiones y estados de Brasil y se destacan: Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Río Grande del Sur y Bahía. Por otro lado, al inicio del fomento de eucalipto, hubo algunas dudas con relación a la substitución de áreas dedicada a la agricultura y la crianza de animales en plantaciones

del eucalipto. En este caso, podría haber una reducción de la producción de alimentos en función del aumento de la producción de madera por parte de los productores rurales. Fue observado, sin embargo, con el pasar de los años, que el productor rural asigna, a la reforestación con arbolitos del programa de fomento, las áreas menos favorecidas de su propiedad, y no las áreas ocupadas anualmente para cultivos agrícolas y praderas cultivadas. Sin embargo, esa duda despertó en la Universidad Federal de Viçosa - UFV (Minas Gerais), empezando de la década de los 80, el interés en la enseñanza y en las investigaciones con SAF al nivel de Posgrado. El objetivo principal fue el estudio de una serie de SAF que involucran eucaliptos, proporcionando subsidios principalmente para los programas de fomento forestal. La mayoría del trabajo se desarrolló con el apoyo de la UFV, del Concilio Nacional de Desarrollo Tecnológico y Científico (CNPq) y de las compañías asociadas a la Sociedad de Investigaciones Forestales (SIF). Los resultados alcanzados hasta el presente han estado indicando que los SAF parecen ser una alternativa de uso del suelo que puede integrar la producción agrícola, la crianza de animales y la producción forestal, ayudando, por consiguiente, a suplir la demanda de producción de madera y de alimentos, sin conflictos (Couto y Betters, 1995).

El programa de investigaciones fue un logro que estimuló la creación, en Divinópolis, Minas Gerais, de un programa de fomento agroforestal de la Pains Forestal. El programa empezó con la creación de un Centro de Investigación en SAF cuyo objetivo es el desarrollo de tecnologías para los productores participantes de los programas de fomento forestal de la compañía. El área del Centro de Investigaciones es de 200ha aproximadamente. Los resultados demuestran gran ventaja de los sistemas probados, en términos de productividad y la rentabilidad económica (Franco, 1994).

ALGUNAS CONSIDERACIONES FINALES

Algunas preguntas deben ser mejor atendidas por los investigadores: la capacidad de carga del sistema; el espaciamiento adecuado de los árboles; el efecto de la edad de los árboles sobre la producción de los forrajes; la determinación de especies forrajeras; la influencia del clima; la selección de especies forrajeras y árboles más eficaces en el uso de la luz y en el

consumo de agua y nutrientes; la selección de forrajes resistentes a la competencia por el agua; el posible efecto de aleloquímicos de los árboles; la influencia de la dirección de las líneas de árboles sobre el sotobosque. Así los sistemas silvopastoriles se volverían más confiables, con posibilidades de uso en el país entero con garantía de éxito y opciones variadas de asociaciones.

Esa escasez relativa de información no significa que las prácticas silvopastoriles no deben practicarse inmediatamente. Las experiencias realizadas, sobre todo en los Estados de Minas Gerais y São Paulo lograron éxito, y han ido de la teoría a la práctica. El fomento forestal es una opción interesante para mantener el equilibrio entre la necesidad de producir alimentos y madera. Es un asunto que merece una mayor atención por parte de los gobiernos e investigadores, teniendo en cuenta que, a pesar de sus inconvenientes, en Brasil, el cultivo del eucalipto no tiene todavía suplente.

BIBLIOGRAFÍA

- Adams, S.N. 1975. Sheep and cattle grazing in forests: a review. *The Journal of Applied Ecology*, Oxford, 12(1):143-152.
- Almeida, J.C.C. 1991. *Comportamento do Eucalyptus citriodora Hooker, em áreas pastejadas por bovinos e ovinos no Vale do Rio Doce, Minas Gerais*. Viçosa: UFV, 1991. 44p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa.
- Almeida, N.O. 1995. *Crescimento inicial de eucaliptos consorciados com leguminosas na região de cerrado em Minas Gerais*. Viçosa: UFV, 1995. 105p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa.
- Andrade, E.N. 1961. *O eucalipto*. 2ed. São Paulo:Companhia Paulista de Estradas de Ferro, 688p.
- Andrade, E.N. & Vecchi, O. 1918. *Os eucalyptos. Sua cultura e exploração*. Typografia Brazil: São Paulo, 228 p.
- Bettters, D.R., Wright, L.L. & Couto, L. 1991. Short rotation woody crop plantation in Brazil and the United States. *Biomass and Bioenergy*, UK, 1(6):305-316.
- Bezkorowajnyj, P.G., Gordon, A.M. & McBride, R.A. 1993. The effect of cattle foot traffic on soil compaction in a silvo-pastoral system. *Agroforestry Systems*, Dordrecht, 21(1):1-10.
- Castro, C.R.T. 1996. *Tolerância de gramíneas forrageiras tropicais ao sombreamento*. Viçosa: UFV, 1996. 247p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa.
- Couto, L. 1992. *O estado da arte e do conhecimento dos sistemas agroflorestais com eucaliptos em Minas Gerais*. Viçosa, UFV, 19p. (DEF, Apostilado, Trabalho apresentado no concurso para Prof. Titular).
- Couto, L. & Bettters, D.R. 1995. *Short-rotation eucalypt plantations in Brazil: social and environmental issues*. Oak Ridge: Oak Ridge National Laboratory/U.S. Department of Energy, 34 p.
- Couto, L., Garcia, R., Barros, N.F. & Gomes, J.M.G. 1988. *Redução do custo de reflorestamento no Vale do Rio Doce em Minas Gerais por meio da utilização de sistemas silvipastoris: gado bovino em eucaliptal a ser explorado*. Belo Horizonte: EPAMIG, 28p. (EPAMIG, Boletim Técnico, 26).
- Couto, L. & Medeiros, A.G.B. 1993. Efeito do período de controle de convivência da braquiária no estabelecimento da cultura do eucalipto. In: *Congresso Florestal Brasileiro*, 7. Curitiba. Anais. Curitiba, SBF/SBEF, 1:277-280.
- Couto, L., Roath, R.L., Bettters, D.R., Garcia, R., & Almeida, J.C.C. 1994. Cattle and sheep in eucalypt plantations: a silvipastoral alternative in Minas Gerais, Brazil. *Agroforestry Systems*, Dordrecht, 28:173-185.
- Eriksen, F. & Whitney, S. 1981. Effect of light intensity on growth of some tropical forage species. I-Interaction of light intensity and nitrogen fertilization on six forage grasses. *Agronomy Journal* 73(3):427-433.

- Ferreira Neto, P.S.** 1994. *Comportamento inicial do Eucalyptus grandis W.Hill ex. Maiden em plantio consorciado com leguminosas na região do médio Rio Doce, Minas Gerais*. Viçosa: UFV, 1994. 92p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa.
- Franco, F.S.** 1994. *Estágio realizado em agrossilvicultura na Pains Florestal*. DEF/UFV, Viçosa, 25 p. (Relatório)
- Garcia, N.C.P., Reis, G.G., Salgado, L.T. & Freitas, R.T.F.** 1994. Consórcio do *Eucalyptus grandis* com gramíneas forrageiras em área de encosta na Zona da Mata de Minas Gerais. In: *Congresso Brasileiro Sobre Sistemas Agroflorestais*, 1, 1994. Porto Velho. Anais... Colombo, EMBRAPA-CNPQ. 2:113-120.
- Garcia, N.C.P., Salgado, L.T., Reis, G.G. & Freitas, R.T.F.** 1993. Consorciação do eucalipto com gramínea forrageira na Zona da Mata de Minas Gerais, com aplicação de gesso. In: *Congresso Florestal Brasileiro*, 7, 1993. Curitiba. Anais... Curitiba, SBF/SBEF, 1:274-277.
- Garcia, R. & Couto, L.** 1992. Sistemas silvipastoris - experiências no Estado de Minas Gerais. In: *Encontro Brasileiro De Economia E Planejamento Florestal*, 2, 1991, Curitiba. Anais. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1:268-269.
- Givaldo V., L.A., Botero, J., Saldarriaga, J., & David, P.** 1995. Efecto de tres densidades de árboles en el potencial forrajero de un sistema silvipastoril natural, en la región atlántica de Colombia. *Agroforesteria en las Américas*, Turrialba, 2(8):14-19.
- Klusmann, C.K.** 1988. Trees and shrubs for animal production in tropical and subtropical areas. *Plant Research Development*, Tübingen, 27:92-104.
- Lima, W.P.** 1993. *Impacto ambiental do eucalipto*. 2ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 302p.
- Ludlow, M.M., Wilson, G.L. & Heslehurs, M.R.** 1974. Studies on the productivity of tropical pasture plants. V-Effect of shading on growth, photosynthesis and respiration in two grasses and two legumes. *Australian J. of Agricultural Research*, Melbourne, 25(3):425-433.
- Macedo, R.L.G., Gomes, L.J. & Silveira, V.P.** 1996. Influência do *Eucalyptus urophylla* sobre o estabelecimento inicial do capim tanzânia (*Panicum maximum* var. Tanzânia) em sistema silvo pastoril. In: *Simpósio Internacional Sobre Ecossistemas Florestais*, 4, 1996, Belo Horizonte. Resumos... Belo Horizonte: Biosfera, p30-3.
- Marques, L.T.M.** 1990. *Comportamento inicial de paricá, tatajuba e eucalipto, em plantio consorciado com milho e capim-marandu, em Paragominas, Pará*. Viçosa: UFV, 1990. 92p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa.
- Oliveira, A.D. & Macedo, R.L.G.** 1996. *Sistemas agroflorestais: considerações técnicas e econômicas*. CMM: Vazantes, 32p. (Projeto de consultoria).
- Pottier, D.** 1984. Ganadería bajo los árboles: un experimento agrosilvícola. *Unasylva*, Roma, 36(143):23-27.
- Ribaski, J., Oliveira, M.C. & Cruz, S.C.** 1993. Avaliação de um sistema silvipastoril em região semi-árida, envolvendo a consorciação de eucalipto com pastagem. In: *Congresso Florestal Brasileiro*, 7, Curitiba. Anais. Curitiba: SBS/SBEF, p268-269.
- Santos, L.C.S.** 1990. *Comportamento do Eucalyptus cloëziana F. Muell em plantio consorciado com forrageiras, na região do cerrado, em Montes Claros, Minas Gerais*.

- Viçosa: UFV, 1990. 83p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa.
- Schneider, P.R., Galvão, R. & Longhi, S.J.** 1978. Influência do pisoteio de bovinos em áreas florestais. *Floresta*, Curitiba, 9(1):19-23.
- Schreiner, H.G.** 1988. Viabilidade de um sistema silvipastoril em solos de areia quartzosa no Estado de São Paulo. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Curitiba, 17:33-38.
- Shelton, H.M.; Humphreys, L.R. & Batello, C.** 1987. Pastures in the plantations of Asia and the Pacific performance and prospect. *Tropical Grasslands*, 21(4):159-168.
- Singh, R.P., Bahar, N. & Negi, D.V.** 1995. Impact of grazing on soil erosion in forest ecosystems. *The Indian Forester*, Dehra Dun, 121(8):717-720.
- Singh, R.P. & Gupta, M.K.** 1990. Impact of grazing on infiltration in forest ecosystems. *Journal of Tree Sciences*, Nagar, 9(2):82-85.
- Upadhyaya, A.K.** 1996. Tree growth and forage production in block and canalside plantations of I.G.N.P. Stage-II. *The Indian Forester*, Dehra Dun, 122(2):117-121.

Agroforestería para la producción animal en Guatemala

Rodrigo Arias

Fondo Nacional para la Paz, Ciudad de Guatemala, Guatemala

SUMMARY

The article describes the traditional uses of woody plants in livestock systems in Guatemala. Some management practices include: trees for shade, harvesting foliage in forests and forest remains, live fences, etc. It mentions the main forage trees and shrubs species and also describes, chronologically, the results of the investigation on the use of woody plants in livestock production systems. The author gives some information related to tree species including data on nutritive value and he describes an agroforestry unit for goats. Finally the article enumerates the main constrain factors for the transfer of technology of agroforestry systems for animal production.

USOS TRADICIONALES DE LEÑOSAS EN SISTEMAS GANADEROS

La utilización de árboles en los sistemas de producción animal no es una práctica nueva en Guatemala. A pesar de que el sistema tradicional para el establecimiento de pastos «mejorados» conlleva a la destrucción de la mayoría de árboles para que el pasto crezca a plena luz, en algunas regiones; los ganaderos dejan árboles en los potreros porque saben de su uso y beneficios múltiples. Entre estos pueden mencionarse, sombra para los animales, postes para cercos, leña, productos maderables y forrajes.

Por otra parte, el uso del follaje arbóreo en la alimentación animal, también ha sido del dominio de los agricultores, quienes en forma ancestral han venido aprovechando este recurso. Algunos ejemplos pueden citarse. Tal vez de ellos uno relevante es en el departamento de San Marcos, en donde en localidades como La Grandeza y San Andrés

Chapil, algunos productores recurren al bosque para obtener forraje de árboles para alimentar a sus vacas y en ocasiones también ovejas. Asimismo, los agricultores también han establecido cercos vivos para la obtención de este follaje. Entre las especies utilizadas pueden citarse en palo de pito (*Erythrina spp.*), el Engorda ganado (*Bohemeria sp.*), el Sauco (*Sambucus canadensis* y *S. mexicana*), entre otras.

En la región del Suroriente es de conocimiento popular que, durante la época seca cuando escasean los pastos, los animales utilizan el forraje de algunos árboles como el Caulote (*Guazuma ulmifolia*). Incluso en algunas fincas durante los meses más secos como marzo y abril, se dispone de áreas denominadas «montaña» donde los animales son llevados para aprovechar el forraje de arbustos y árboles. Dichas áreas son remanentes de bosque latifoliado que precisamente por su condición de bosque, permiten la conservación de la humedad en el suelo lo que favorece el crecimiento de diferente plantas en el sotobosque.

En el departamento de El Petén, destaca el árbol de Ramón (*Brosinum alicastrum*), cuyo follaje ha sido indispensable para la alimentación del ganado mular que se utiliza para la explotación del chicle.

INVESTIGACIÓN SOBRE LEÑOSAS EN SISTEMAS GANADEROS

Las primeras investigaciones; documentadas sobre la utilización de árboles en sistemas ganaderos en Guatemala son relativamente recientes. Es a finales de los 70s y principios de los 80s, cuando a través de un proyecto de investigación en sistemas mixtos de producción para pequeñas fincas, ubicados en el parcelamiento Nueva Concepción y conducido por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) con el apoyo del CATIE, que se hacen los primeros experimentos.

Los trabajos realizados durante dicho proyecto básicamente persiguieron seleccionar un árbol que tuviera como características de producir forraje de alto nivel proteico y leña para la cocina. El sistema agroforestal propuesto fue el del banco forrajero, ya que lo prioritario era obtener alimento de buena calidad para la época seca. Se investigaron algunas especies tanto a nivel agronómico como a nivel de la respuesta animal, entre ellas; Leucaena (*L. leucocephala*), caulote (*Guazuma ulmifolia*) y Madre de Cacao (*Gliricidia sepium*). La Leucaena como la

K-8 y una nativa de Guatemala de la región oriental. Aparentemente no se encontraron diferencias importantes entre los materiales, por lo que se optó por trabajar con la *Leucaena* local de tipo arbustivo.

Por otra parte, Méndez (1984) estudió algunos forrajes utilizados en forma tradicional en el Altiplano Occidental. Dicho estudio sirvió de base para conocer el enorme potencial que presentan muchas plantas que crecen en forma silvestre en áreas de sotobosque, incluyendo a los árboles.

A partir del año 1986, el programa de producción animal de ICTA con sede en el Altiplano Occidental (Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango) continuó con mayor énfasis en trabajo iniciado por Méndez. En total se identificaron 95 plantas con potencial forrajero, la mayoría de ellas leñosas. Esta investigación reporta que la forma de uso más común es por medio de corte y acarreo. De acuerdo a la información obtenida los árboles se distribuyen principalmente en áreas de sotobosque o son plantados en cercos vivos. Entre las especies que sobresalieron por su contenido de proteína cruda y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (Cuadro 1) están el Sauco amarillo (*Sambucus canadiensis*), Chilca (*bacharis salicifolia*), Sauco negro (*Sambucus mexicana*), Engorda ganado (*Bohemeria* sp.).

Cuadro 1

Contenido de materias seca (MS), proteína cruda (PC), digestibilidad *in vitro* (DIVMS) y pared celular (PCEL) de hojas y tallos tiernos de leñosas forrajeras en el Altiplano Occidental.

NOMBRE COMUN	MS %	PC %	DIVMS	PCEL
<i>Sambucus canadiensis</i>	16,0	25,8	73,7	32,6
<i>Bacharis salicifolia</i>	26,5	23,4	71,5	33,3
<i>Sambucus mexicana</i>	17,9	25,0	69,8	30,7
<i>Bohemeria</i> sp.	18,0	24,8	66,3	28,9
<i>Buddleia</i>	29,0	17,1	55,9	51,8
<i>Verbesina apleura</i>	19,1	24,4	50,6	49,2

Posteriormente, también en la región del Altiplano Occidental; se llevaron a cabo algunos trabajos de respuesta animal principalmente con los Saucos. Marroquín (1989), estudió el nivel de consumo del forraje de Sauco Negro (*S. mexicana*) en cabras estabuladas. Villanueva (1993)

evaluó el efecto de la suplementación con Sauco negro a una dieta de rastrojo de maíz sobre la ganancia de peso en cabritos. Asimismo, Orozco y colaboradores (1995) estudiaron el efecto de la suplementación con Sauco amarillo sobre el consumo de rastrojo de maíz y el aumento de peso en corderos estabulados.

Todos los trabajos realizados en las dos especies de Sauco hasta la fecha, han puesto de manifiesto algunas limitaciones en la utilización de este forraje por caprinos. En primer lugar los niveles de consumo al utilizar el Sauco tanto como dieta indica así como suplemento, no han superado el 3% (en relación a base seca) del peso vivo de los animales. Asimismo, las ganancias de peso que se han obtenido tanto en bovinos como en caprinos han sido bajas (12-40g/d). Sin embargo, hay que indicar que a la fecha no se han evaluado raciones balanceadas lo que puede haber sido una limitante en las ganancias alcanzadas.

Otras especies como el aliso, el Copal y el Chompipe (no se han clasificado) han sido evaluadas al menos en su aceptación por parte de rumiantes. Sin embargo, los resultados que se tienen al día de hoy no son concluyentes para recomendar su incorporación en un sistema agroforestal.

También el programa de Especies Menores de ICTA, ha realizado algunas evaluaciones agronómicas con leñosas forrajeras. Se han medido variables como métodos de propagación, producción de biomasa y calidad de la misma dependiendo de diferentes frecuencias o alturas de poda.

Producto de las investigaciones realizadas en diferentes componentes; especialmente de alimentación (con énfasis en leñosas forrajeras), animales e instalaciones, el ICTA propuso un módulo agroforestal con cabras lecheras. Dicho módulo presenta las siguientes características:

- Establecimiento de leñosas forrajeras en cercos vivos, barreras vivas o si es posible en banco forrajero. Entre las especies que se han recomendado están el palo de pito o Miche, soloj (*Dalia imperialis*), Sauco amarillo (*S. canadensis*), Sauco negro (*S. mexicana*), Morena (*Morus sp.*), entre otras.
- Establecimiento de pastos de corte en barreras vivas o en bloques compactos. Entre las especiales que se pueden utilizar dependiendo

de las condiciones edafolímicas están: Napier, Setaria, Dactylo, Festuca y Avena.

- Animales: Dos cabras lecheras de raza pura o con lato encaste de alto valor genético.
- Alojamiento: Cabreriza techada con piso enrejado y con comederos tipo cepo para facilitar el suministro de forrajes. 4m² para las cabras y 1m² para los cabritos. Las cabras permanecerán todo el tiempo estabuladas.

El módulo antes referido fue validado (1991-1993) por ICTA con 7 productores ubicados en el Altiplano Occidental. El número de módulos se incrementó por iniciativa de los productores a 28 para el año de 1994.

Luego de 14 años de haber iniciado investigaciones sobre la inclusión de un banco forrajero de *Leucaena leucocephala*, en el sistema de producción bovina, el programa de Bovinos del ICTA retomó el tema con mayor profundidad. El propósito fue identificar nuevas alternativas a la *Leucaena* inicialmente recomendada, ya que esta ha presentado susceptibilidad a algunas plagas entre ellas un psillide, el cual provoca que los árboles se defolien la salida del invierno.

El esfuerzo se ha dirigido a seleccionar leñosas con producción de forraje de alta calidad, así como rápido crecimiento. La Morera (*Morus sp.*) es una de las especies que en este sentido mostró gran potencial. Trabajos como los de Rodríguez y colaboradores (1989), Velázquez (1991), Blanco (1992) evidencian que el forraje de la Morera es alto en proteína y mejor aún, presenta valores arriba del 80% de DIVMS en las hojas, lo cual es muy difícil encontrar en un forraje tropical.

Trabajos conducidos en la estación experimental del ICTA; ubicada en Cuyuta, en el departamento de Escuintla en una zona de vida de bosque seco tropical, mostraron que es posible que durante la época seca novillos alimentados con dietas basales como ensilaje preferentemente de maíz o pastos de corte, suplementados con Morera a un nivel de 1,0% del peso vivo, puedan obtener una ganancia alrededor de los 400g/d.

La desventaja que presenta la Morera es que extrae altas cantidades de nutrientes del suelo, por lo que requiere el aporte continuo de los mismos. Entre las posibles soluciones a este problema están la utilización del estiércol de ganado o el establecimiento de cultivo en callejones de

Morera con una leguminosa arbórea o herbácea. En ambos casos se persigue un reciclaje de nutrientes que permita un sistema más sostenible. Las áreas plantadas con Morera en la Costa Sur (estación seca de 6 meses, suelos francos y profundos) de Guatemala y en otras áreas menos favorecidas con suelos de origen calcáreo como en el departamento de Petén (estación seca de 4 meses), han evidenciado la no sostenibilidad en la producción forrajera. Inicialmente en las primeras podas los resultados han sido buenos (4 t MS/ha por corte). Sin embargo, problemas de competencia con malezas, escasa producción de hojas, disminución en el tamaño de las mismas, son las características de las plantaciones luego de un manejo de 6 a 12 meses.

Adicionalmente, se evaluó el valor forrajero de diferentes especies y procedencias de *Leucaena*, *Gliricidia* y *Calliandra*. El germoplasma de éstas leguminosas arbóreas fue proporcionado por el Instituto Forestal de Oxford.

Entre las evaluaciones realizadas con estos materiales están la medición del crecimiento y producción de leña. Especies como la *L. leucocephala* sub. *Glabrata* y la *L. esculenta* sobresalen por las alturas y producción de biomasa alcanzadas a los 12 meses.

También durante dos años consecutivos se ha medido la aceptación que el ganado bovino (doble propósito) tiene por éstos árboles. Lo anterior ha permitido registrar índices de preferencias para los distintos materiales. Sobresalen especies como *L. collinsii*, *Gliricidia sepium* procedencia retalhulehu y *L. leucocephala* sub. *Glabrata*.

Otra investigación que en la actualidad se conduce en la parcela de Nueva Concepción de ICTA, es la posibilidad de asociar árboles con pastos en un sistema silvopastoril. Se están estudiando dos especies de árboles: *Gmelina arborea* y *L. leucocephala* sub. *Glabrata* con tres gramíneas de pastoreo: *Andropogon gayanus*, *Brachiaria brizantha* y *Brachiaria decumbens*. El espaciamiento inicial entre árboles fue de 3m al cuadro. La información inicial indica que la *Leucaena* por su tipo de copa permite el buen crecimiento de las tres gramíneas evaluadas. Sin embargo, esto no sucedió con la *Gmelina*, por lo que fue necesario abrir el espaciamiento a 6 x 6m.

Recientemente el ICTA diseñó alternativas para reconvertir sus dos módulos de producción bovina de doble propósito, ubicados en los parcelamiento de Cuyuta y Nueva Concepción. Entre los cambios

fundamentales están la inclusión de árboles en todos los potreros que ocupan un área total de 7,5ha. Los árboles se plantaron bajo un sistema agroforestal de cultivo en callejones a un distanciamiento de 4 metros entre surcos y sobre el surco a 0,5m. El pasto se estableció entre los surcos de árboles (callejones).

La especie que ha sido seleccionado por su rápido crecimiento, producción de forraje de buena calidad y leña es la *L. leucocephala* sub. *Glabrata*. Con la inclusión de los árboles en potreros se persiguen varios propósitos, entre ellos: poca dependencia de fertilización química ya que la *Leucaena* aporta cantidades considerables de nutrientes; principalmente N a través de fijación y del reciclaje del follaje que cae al suelo. Regular la temperatura en los animales a través de evitar la incidencia solar en forma directa sobre los mismo, y mejorar la dieta de los vacunos, especialmente en la ingesta de proteína.

Por aparte, dentro del mismo módulo se ha planificado plantar 1 hectárea con Morera en el caso de Cuyuta, y con Madre Cacao para el caso de Nueva Concepción. Esto se harán con un sistema agroforestal de banco forrajero. El distanciamiento entre surcos es de 1m y entre plantas de 0,25m. el objetivo es obtener forraje de alta calidad para suplementar a las vacas lecheras y terneros durante la estación seca.

EXPERIENCIAS EN LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

A pesar de los esfuerzos realizados en la generación de tecnología en Guatemala y la región Centroamericana en este campo, así como de las experiencias exitosas en otras latitudes, es muy limitada la aplicación de sistemas agroforestales en explotaciones pecuarias a nivel local. Son muchos los factores y razones que pueden darse para explicar esta situación entre ellas:

La falta de consolidación de una oferta tecnológica en sistemas agroforestales con animales en diferentes condiciones tropicales. Esto debido al escaso apoyo brindado a la investigación en cualquier campo de la producción animal, a partir de mediados de las décadas de los 80's a la fecha. Muchos de los famosos centros regionales, institutos de investigación agropecuaria nacionales y universidades se han visto sumamente limitados en la consecución de fondos para la investigación pecuaria, y Guatemala no es la excepción, si no posiblemente el mejor

ejemplo. Esta limitante de financiamiento, se complica más en el caso de los sistemas agroforestales; debido a que la investigación arroja resultados en el mediano y largo plazo, lo cual es de poco interés para los financistas.

La poca rentabilidad de los sistemas tradicionales de ganadería con relación a otras actividades agropecuarias. La rentabilidad de los sistemas ganaderos, principalmente el de la producción de carne bovina (que es el que ocupa mayor número de hectáreas); se ha visto cada día disminuida, ya que los precios actuales son los mismos que hace una década y el precio de los insumos y mano de obra se han elevado desproporcionadamente. En comparación, puede citarse el ejemplo del cultivo de la caña de azúcar, que ha desplazado a la ganadería de carne y doble propósito en la Costa sur del país. No se han efectuado comparaciones por ejemplo con sistemas silvopecuarios.

La no existencia de programas (gubernamentales y no gubernamentales) de transferencia de tecnología y asistencia técnica en producción animal y menos aún con énfasis en sistemas agroforestales. Efectivamente, la tecnología ya disponible en este campo no se pone a disposición de los posibles beneficiarios por la falta de proyectos y programas que lo promuevan. Sencillamente no hay interés en apoyar a la ganadería, a pesar de que bajo un manejo agroforestal, la cantidad de hectáreas que se puede reforestar, podría ser más impactante que programas tradicionales de reforestación.

Escaso conocimiento de las bondades de los sistemas agroforestales aplicados a la producción animal por parte de técnicos y productores. La capacitación en sistemas agroforestales pecuarios; ha sido escasa a todo nivel en el país y ha quedado circunscrita a un grupo de profesionales y técnicos, de instituciones de investigación y enseñanza. Son contadas las explotaciones pecuarias donde puede apreciarse agroforestería con animales y más difícil es observar dicha técnica en áreas grandes.

Dificultad de establecimiento de sistemas agroforestales pecuarios en fincas medianas y grandes. Las prácticas agroforestales usualmente demandan de bastante mano de obra; especialmente en el establecimiento y en las podas, cuando se trata de un sistema de corte de acarreo. Esto no es tanto problema a nivel de parcelas pequeñas pero si lo es en extensiones grandes, donde la forma tradicional de establecimiento y manejo de pastos es muy sencilla.

No obstante las limitantes anteriores, algunos ejemplos de transferencia de tecnologías sobre agroforestería para la producción animal en Guatemala pueden mencionarse:

- Para el caso del módulo caprino citado con anterioridad, ONG's como Veterinarios Sin Fronteras, transfirieron el mismo con algunas modalidades en el área de Nentón, Huehuetenango. En el área de la Biosfera Maya, en condiciones de bosque tropical Húmedo, en el departamento de Petén, a través de el proyecto OLAFO de CATIE, también han sido validados con éxito los módulos referidos. Asimismo, una ONG como es Heifer Project, ha impulsado en varias regiones del país la transferencia del módulo obteniendo buenos resultados. Sin embargo, muchos de los esfuerzos han sido aislados y no se tiene continuidad en los mismos, por lo que no se ha tenido el impacto deseado.
- En la región Sur del país, algunas fincas ganaderas; al inicio de las décadas de los 80 con el «boom» de la Leucaena, iniciaron programas de establecimiento de bancos forrajeros con esta especie para el engorde de novillos principalmente en condiciones de estabulación. La poca rentabilidad mostrada por estos sistemas en comparación con otras alternativas de producción agrícolas como la caña de azúcar, disipó el entusiasmo mostrado inicialmente.
- Otros ejemplos a nivel de muy pocas fincas particulares en la misma región, se dan a partir de los 90 y consisten en la «experimentación» en una forma muy aplicada, de asociar especies forestales con pastos. Entre las especies que se han probado están la *Gmelina arborea*, Palo blanco y varios Eucaliptos. La tendencia en este caso, ha sido una reconversión de un sistema ganadero a uno forestal, más que un claro ejemplo de agroforestería. Sin embargo, se ha generado información práctica sobre diferentes variables de manejo y económicas que pueden servir de guía a otros ganaderos para el plantado de árboles en potreros, dando así valor agregado a los sistemas de producción actuales. Asimismo, en la región Sur Oriental (trópico seco) del país se reportan casos exitosos de sistemas agroforestales de Mango (var. Tommy Atkins) asociado con pastos como el jaraguá (*Hiparrhenia rufa*) y *Brachiaria* sp. bajo utilización de vacas de doble propósito.

BIBLIOGRAFÍA

- Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas.** 1986. *Informe de presentación de resultados.* Quetzaltenango, Gua., Programa de Especies Menores. S.p.
- Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas.** 1987. *Informe de presentación de resultados.* Quetzaltenango, Gua., Programa de Especies Menores. S.p.
- Blanco, R., Gutierrez, M.A., Arias, R., Rodríguez, C. y Vargas, H.** 1992. Efecto de la distancia de siembra y altura de corte en la producción de materia seca de morera (*Morus* sp) en dos parcelamientos de la costa sur. En: *Informe Técnico Final del Proyecto Mejoramiento de Sistemas de Producción Bovina de Doble Propósito en Guatemala (Fase II de mayo, 1988 a abril, 1992).* Guatemala, IICA.p28-29
- Méndez Barrios, J.J.** 1984. *Informe preliminar sobre forrajes tradicionales usados en el Altiplano Occidental de Guatemala.* Helvetas. Guatemala. 122p.
- Mendizábal, G.** 1991. Utilización del follaje de plantas silvestres en la alimentación de rumiantes, en el Altiplano Occidental de Guatemala. En: *Seminario Internacional de Investigación en Cabras, El Zamorano, Honduras.* Memorias.
- Mendizábal, G., Marroquín, F., Ríos, E., Arias, R. y Benavides, J.** 1994. Identificación y caracterización de plantas silvestres utilizadas en la alimentación de rumiantes en el Altiplano Occidental de Guatemala. En: *Arboles y arbustos forrajeros en América Central.* J. Benavides (ed.) Turrialba, C.R.: CATIE. 1:65-93.
- Rodríguez, C., Arias, R. y Quiñonez, J.** 1989. Efecto de la frecuencia de poda y el nivel de fertilización nitrogenada, sobre el rendimiento y calidad de la biomasa de Morera (*Morus* spp.) en el trópico seco de Guatemala. *Informe Anual del programa de Bovinos.* Guatemala, Gua., ICTA. 18 p.
- Velásquez, C.M., Gutiérrez, M., Arias, R., y Rodríguez, C.** 1994. Adaptado de la tesis para Licenciatura en Zootecnia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala. En: *Arboles y arbustos forrajeros en América Central.* J. Benavides (ed.). Turrialba, C.R.: CATIE. 1:337-392.