

# EL COMPONENTE ARBÓREO COMO RECURSO FORRAJERO EN LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES

Ricardo O. Russo\* I.A, PhD, DSc. y Raúl Botero Botero\* MVZ; MSc. 2017. Engormix.com.

\*Consultores.

[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

Volver a: [Manejo silvopastoril](#)

## INTRODUCCIÓN

La labor desarrollada en la última década por centros de investigación tales como CIPAV, La Universidad de Vietnam, UNELLEZ, CATIE; ICRAF y CIAT en el área de la evaluación de forrajes de origen arbustivo y arbóreo ha alcanzado considerable desarrollo y ha dado luz a la posibilidad de utilización de muchas especies que anteriormente no habían sido exploradas. Además, con la creación, en 1996, de la Red Tecnológica Internacional de Árboles Forrajeros, cuyo objetivo general fue proveer una estructura de colaboración y comunicación entre grupos de científicos y de extensionistas involucrados en la investigación y desarrollo del uso de árboles forrajeros en los sistemas de producción animal, se promovió el intercambio de información entre investigadores de diferentes partes del mundo, a través de un foro abierto que permitió compartir ideas, por medio de INTERNET.

Esta tendencia de utilizar forrajes de origen arbustivo y arbóreo, como lo manifestara el Dr. Preston en una conferencia en la EARTH, en Costa Rica (Preston, 1996) está asociada con los incrementos mundiales de los precios de los granos de cereales y oleaginosas, realidad que causa mayores costos de producción animal y preocupación internacional por el uso de recursos que deben ser utilizados en la alimentación humana, como lo visualiza continuamente la FAO en su página web sobre seguridad alimentaria. De manera que el uso del componente arbóreo como recurso forrajero puede considerarse como una estrategia de remplazo tendiente a mantener los sistemas pecuarios productivos en un marco de sostenibilidad.

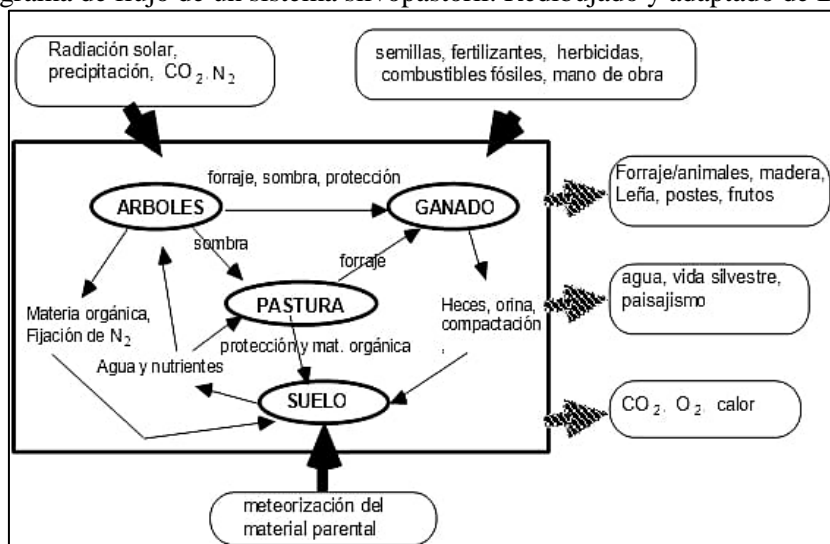
## LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES (SSP) COMO ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN GANADERA

Según Holdridge (1979), existen tres usos productivos de la tierra: agrícola, ganadero y forestal; y si bien otras actividades humanas también ocupan tierra, no utilizan directamente el recurso suelo como lo hacen los tres usos principales mencionados. La actividad agroforestal surge cuando se complementan algunos de los dos primeros usos de la tierra (agrícola o ganadero) con el uso forestal. Esta combinación al permitir asociar especies con requerimientos diferentes, también permite aumentar la intercepción de la radiación solar por estratificación vertical de los componentes y una mejor utilización del espacio horizontal.

La definición de Sistemas Agroforestales propuesta por Combe y Budowski (1979) los presentan como "un conjunto de técnicas de uso de la tierra que implican la combinación o asociación deliberada de un componente leñoso (forestal o frutal) con ganadería y/o cultivos en el mismo terreno, con interacciones significativas ecológicas y/o económicas entre sus componentes". Esta definición incluye los Sistemas Silvopastoriles (SSP) en los cuales un componente arbóreo se asocia a un componente productivo pecuario. Estas combinaciones que bien pueden ser simultáneas o secuenciales, en un mismo sitio, tienen como objetivo optimizar la producción del sistema y procurar un rendimiento sostenido.

El componente arbóreo, además de mejorar las condiciones físicas del suelo, bombear el agua y nutrientes de estratos subsuperficiales, lo que contribuye a la reducción de la eutroficación de las aguas subterráneas, tiene también un aprovechamiento forrajero, brindando recursos alimenticios de alta calidad, que no compiten con la alimentación humana y poseen un alto índice de eficiencia de uso de la radiación solar, lo que se constituye en una estrategia altamente satisfactoria para afrontar los desafíos actuales de los sistemas de producción animal tropical. Las interacciones entre los componentes de un sistema silvopastoril son múltiples y pueden ser visualizadas en la figura 1.

**Figura 1.** Diagrama de flujo de un sistema silvopastoril. Redibujado y adaptado de Bronstein (1983)



### ESPECIES ARBÓREAS CON POTENCIAL FORRAJERO UTILIZABLES EN SISTEMAS SILVOPASTORILES

Las especies arbóreas con potencial forrajero no forman un grupo específico en términos de su clasificación botánica. Incluyen un número muy elevado de especies leñosas perennes que tienen potencial forrajero, ya sea por su follaje o por sus frutos (Gómez *et al.*, 1995). Aunque su uso en América Latina ha cobrado importancia en tiempos recientes, su uso en otros continentes ya era conocido. Wickens (1980) estimó que al menos un 75% de las 7.000 a 10.000 especies arbóreas nativas en África tropical eran usadas como forraje.

El follaje de árboles con uso forrajero se caracteriza por tener un alto contenido de proteína cruda (hasta 35%), el doble o aún más del de las gramíneas tropicales y además contienen fibra larga, nitrógeno no protéico (NNP), proteína y grasa. Sin embargo, su digestibilidad es relativamente baja (entre 50-60%) comparada con los forrajes herbáceos. Cabe mencionar que la fibra larga, 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 las heces (indigerible). 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 (Botero y Russo, 1997a; 1997b).

Las especies arbustivas y arbóreas lignifican principalmente en los tallos y no tanto en las hojas, como si ocurre en la mayoría de las gramíneas tropicales utilizadas para el pastoreo. De allí la mayor estabilidad en la calidad nutricional del follaje de las especies leñosas a través del tiempo (Botero y Russo, 1997a).

Existe un número considerable de especies forrajeras arbóreas nativas e introducidas adaptadas a un amplio rango de zonas agroecológicas. En su mayoría son especies perennes, con excepción de varios ecotipos de guanajal (*Cajanus cajan*), *Codariocalyx gyroides* y *Sesbania sesban* que se comportan como semi-perennes. Las especies que han resultado persistentes y productivas en diversos sistemas agropecuarios y con posibilidad de ser el componente arbóreo en un SSP en las regiones tropicales se enumeran en el Cuadro 1

**CUADRO 1.** Principales arbustos y árboles forrajeros y con uso actual o potencial como componente arbóreo en sistemas silvopastoriles en zonas tropicales.

ARBOLES FORRAJEROS	Nombre común	Familia
<i>Acacia farnesiana</i>	Aromo	Mimosaceae
<i>Aeschynomene</i> spp.	Clavellina	Mimosaceae
<i>Alnus acuminata</i>	Aliso, jaúí	Betulaceae
<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón	Moraceae
<i>Cajanus cajan</i>	Gandul	Papilionaceae
<i>Calliandra calothyrsus</i>	Calliandra	Mimosaceae
<i>Cassia moschata</i>	Cañofistolo	Caesalpinaceae
<i>Cassia fruticosa</i>	Candelillo	Caesalpinaceae
<i>Cassia siamea</i>	Matarratón ext.	Caesalpinaceae
<i>Cassia spectabilis</i>	Vainillo	Caesalpinaceae
<i>Clitoria fairchildiana</i>	Barbasco	Papilionaceae
<i>Codariocalyx gyroides</i>	Codariocalis	Papilionaceae
<i>Cratylia argentea</i>	Cratylia	Papilionaceae
<i>Crescentia cujete</i>	Jícaro	Bignoniaceae
<i>Desmodium velutinum</i>	Desmodio	Papilionaceae
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste	Mimosaceae
<i>Erythrina berteriana</i>	Poró de cerca	Papilionaceae
<i>Erythrina cochleata</i>	Poró	Papilionaceae
<i>Erythrina edulis</i>	Chachafruto	Papilionaceae
<i>Erythrina fusca</i>	Pízamo	Papilionaceae
<i>Erythrina lanceolata</i>	Poró	Papilionaceae
<i>Erythrina poeppigiana</i>	Cámbulo	Papilionaceae
<i>Erythrina variegata</i>	Poró bragado	Papilionaceae
<i>Flemingia macrophylla</i>	Flemingia	Papilionaceae
<i>Gliricidia sepium</i>	Matarratón	Papilionaceae
<i>Gmelina arborea</i>	Melina	Verbenaceae
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	Ulmaceae
<i>Hibiscus rosasinensis</i>	Amapola	Malvaceae
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena	Mimosaceae
<i>Mimosopsis quitensis</i>	Guarango	Mimosaceae
<i>Moringa oleifera</i>	Moringa	Moringaceae
<i>Morus alba</i>	Morera	Moraceae
<i>Pithecellobium dulce</i>	Chiminango	Mimosaceae
<i>Pithecellobium longifolium</i>	Sotacaballo	Mimosaceae
<i>Prosopis juliflora</i>	Mezquite	Mimosaceae
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Iguá	Mimosaceae
<i>Psidium guajaba</i>	Guayaba	Myrtaceae
<i>Sesbania sesban</i>	Sesbania	Papilionaceae
<i>Spondias mombin</i>	Ciruelo	Anacardiaceae
<i>Spondias purpurea</i>	Jobo	Anacardiaceae
<i>Tithonia diversifolia</i>	Botón de oro	Asteraceae
<i>Trichantera gigantea</i>	Nacadero	Acanthaceae
<i>Urera basifera</i>	Ortiga	Urticaceae

FUENTES: Argel y Maass, 1995; Benavides, 1994; Botero, 1992; Gómez *et al.*, 1995; Russo y Botero, 1996; Botero y Russo 1997a; Botero y Russo 1997b

NOTA: La mayoría de estas especies listadas son leguminosas, lo cual no indica que necesariamente todas las leguminosas fijen nitrógeno (*Cassia* sp). También se incluyen especies que, sin ser leguminosas, fijan nitrógeno atmosférico, tal como *Alnusacuminata*. No se incluyen todos los nombres comunes o vulgares, puesto que son diferentes entre países y regiones.

Como sus raíces son más profundas que las de una pastura de gramíneas pueden bombear nutrientes de capas subsuperficiales del suelo. La caída de hojas, frutos y ramas es un aporte constante de materia orgánica al suelo, que posterior a su descomposición y mineralización, pueden ser absorbidos por plantas con raíces más superficiales. Sin embargo, el proceso de extracción, acumulación y descomposición de nutrientes es más lento en las leñosas que en las plantas herbáceas.

Muchas especies leñosas, no solo las leguminosas, establecen relaciones simbióticas con microorganismos fijadores de nitrógeno atmosférico (*Rizobium*). También la formación de micorrizas entre sus raíces y los hongos del suelo son muy frecuentes en las leñosas arbóreas. Estas asociaciones juegan un papel relevante en la movilización de nutrientes, haciéndolos más disponibles para la planta huésped. A pesar de esto, el potencial de crecimiento anual de los árboles es menor que en las especies herbáceas, con excepción de las especies de rápido crecimiento tales como *Erythrina*, *Sesbania* o *Gliricidia*.

### ALGUNOS ASPECTOS PRODUCTIVOS Y NUTRICIONALES DE LOS ÁRBOLES FORRAJEROS

A pesar del extenso número de especies arbóreas con potencial forrajero, la investigación y utilización se ha focalizado en un número relativamente reducido de géneros tales como *Leucaena*, *Gliricidia*, *Erythrina*, *Sesbania* y *Acacia* y más recientemente la investigación se ha extendido a otros géneros tales como *Trichantera*, *Cratylia*, *Tithonia* e *Hibiscus*.

De acuerdo con Rosales (1997) los inventarios superan las 200 especies solo en América Central, lo que demuestra una alta diversidad de especies. Sin embargo, dicho autor es de la opinión que aunque la lista es extensa, para la mayoría de ellas no se conoce una información cuantitativa de su contribución a la producción animal y que el valor real como alimento se conoce sólo para un limitado grupo de especies.

Esto refleja la falta de conocimiento del valor nutritivo de la mayoría de árboles y arbustos forrajeros y destaca la necesidad de evaluar estos materiales.

Rosales (1997) también es de la opinión de que una forma eficiente de hacer un uso más amplio de la diversidad de especies arbóreas como proveedores de forraje para animales es utilizar mezclas de forrajes y las asocia con la reducción de los efectos tóxicos de un forraje en particular, con efectos sinérgicos a nivel digestivo de los componentes de la mezcla o con un incremento en la variedad y palatabilidad de la dieta, lo cual tiene mucho sentido a la luz de las tendencias actuales de diversidad y sinergismo de la agricultura biodinámica (Tabora, 1998 comunicación personal).

La cantidad de biomasa producida por los árboles forrajeros en un sistema silvopastoril será función de la densidad de plantación, frecuencia de corte y altura a la que se regule el corte. La remoción total o parcial del follaje también puede influir en el período de recuperación.

Considerando que densidades altas interferirán en el desarrollo normal de la pastura asociada, es necesario tener en cuenta que las cifras de producción serán relativamente menores comparadas con un banco forrajero de proteína. Densidades de 60 a 120 árboles/ha no causan efectos mayores a la pastura: sin embargo, densidades mayores provocarán mayor sombreo con disminución de la productividad de la pastura.

En un trabajo pionero sobre la influencia de árboles leguminosos y no leguminosos sobre el forraje asociado, Daccarett y Blydenstein (1968) encontraron que la producción de las gramíneas de cobertura del estrato inferior de las silvopasturas, solo disminuyó significativamente cuando la intercepción de luz por parte de las copas de los árboles superó el 50% (Cuadro 2)

**Cuadro 2.** Intercepción de luz, producción y calidad de pasto a cielo abierto y bajo sombra de árboles leguminosos y no leguminosos.

Especie	Altura de árboles (m)	Cobertura arbórea (%)	Intercepción de luz (%)	M.S. Pasto (g/m <sup>2</sup> )	P.C. Pasto (%)	F.C. Pasto (%)
<i>Erythrina poeppigiana</i>	15,0	51,0	56,0	639	8,4	29,2
<i>Glicindia sepium</i>	6,1	17,5	34,4	639	6,5	29,7
<i>Pithecellobium saman</i>	5,1	12,2	18,8	720	6,7	29,0
<i>Cordia alliodora</i>	5,5	5,4	6,1	752	6,2	29,9
Pradera testigo*		0	0	750	6,0	31,9

M.S. materia seca, P.C. proteína cruda, F.C. Fibra cruda, \* dominancia de *Panicum maximum*.

Fuente: Adaptado de Daccarett y Blydenstein (1968).

Más recientemente, Ramírez (1997) trabajando en la Reserva Natural El Hatico, en Colombia encontró que *Cynodon plectostachyus*, asociado con *Leucaena leucocephala* y con *Prosopis juliflora*; incrementa la producción total de forraje verde en un 29% en promedio, y la materia seca comestible un 55%, sobre el sistema de la gramínea en monocultivo (Cuadro 3). Además, observó que el forraje de gramíneas que se produce bajo las especies arbóreas tiene mayores contenidos de proteína y contenido celular que el producido bajo condiciones de monocultivo.

**Cuadro 3.** Productividad del *C. plectostachyus* asociado con *L. leucocephala* y con *P. juliflora* (A), asociado con *P. juliflora* (B) y sin árboles (C). Reserva Natural El Hatico – Valle del Cauca – Colombia.

Variable / Tratamiento	A	B	C
Forraje Verde, ton/ha/año	108.4	121.4	81.7
% de Materia Seca	30.9	31.6	28.4
<i>C. plectostachyus</i> (ton M.S./ha/año)	33.4	38.3	23.2
A - <i>C. plectostachyus</i> con <i>L. leucocephala</i> (10000 plantas/ha), <i>P. juliflora</i> (10 árboles/ha)			
B - <i>C. plectostachyus</i> con <i>P. juliflora</i> (18 árboles/ha) + 800 kg urea/ha/año			
C - <i>C. plectostachyus</i> en monocultivo: 800 kg urea/ha/año.			
Fuente: Ramírez (1997)			

También se observa que bajo la asociación *C. plectostachyus*, *L. leucocephala* y *P. juliflora*, manejada sin fertilización nitrogenada, se obtiene un rendimiento de biomasa total del sistema, 69% mayor al alcanzado cuando se maneja esta gramínea en monocultivo con fertilización de 800 kg de urea/ha/año (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Productividad total de materia seca (MS) comestible en tres sistemas silvopastoriles en la Reserva Natural El Hatico, Colombia.

Componente	A	B	C
<i>C. plectostachyus</i> ton/ha/año	33.4	38.3	23.2
<i>L. leucocephala</i> ton/ha/año	5.6	0	0
<i>P. juliflora</i> (frutos) ton/ha/año	0.3	0.6	0
Total MS comestible ton/ha/año	39.3	38.9	23.2

A - *C. plectostachyus* con *L. leucocephala* (10000 plantas/ha), *P. juliflora* (10 árboles/ha)  
 B - *C. plectostachyus* con *P. juliflora* (18 árboles/ha) + 800 kg urea/ha/año  
 C - *C. plectostachyus* en monocultivo: 800 kg urea/ha/año.  
 Fuente: Ramírez (1997)

Otro caso de SSP en Colombia, es el de la antigua Hacienda Arizona, actualmente conocida como Reserva Natural Pozo Verde, donde desde 1986 se estableció un SSP de *E. fusca* asociado con *C. nlemfluensis* como forraje de pastoreo. Primero se comenzó con una parcela pequeña como banco de proteína y luego se establecieron otros dos lotes de aproximadamente 1 ha cada uno donde los árboles se plantaron a 4 x 4 m (625 árboles/ha) y a 3 x 3 m (1.111 árboles/ha). Los árboles se manejaron con podas cada 3.5 meses en promedio a partir del primer año de su establecimiento. En el primer lote el rendimiento ha sido del orden de 28 toneladas/ha/año de forraje comestible (hojas, pecíolos y ramas verdes) y el segundo lote con mayor densidad arbórea alcanzó 52 toneladas/ha/año (Cuellar *et al.*, 1992).

También se compararon cuatro fuentes de forraje verde como suplementos proteicos y se evaluó el incremento diario de peso (Cuadro 5) llegándose a la conclusión de que con el forraje oreado de *Erythrina fusca* se obtienen las mayores ganancias de peso animal.

**Cuadro 5:** Rasgos de comportamiento de terneras F1 (Holstein x Cebú) alimentadas con tallo prensado de caña y pízamo (*Erythrina fusca*) Reserva Natural Pozo Verde

Dieta	FV	PF	PO	PJ
Peso vivo (kg) Inicial	270	275	269	262
Aumento diario	-0.278	-0.084	0.556	0.520
Consumo Pízamo/forraje (fresco, kg/d)	12.9	10.8	10.2	11.1
Tallo prensado	5.8	7.3	7.7	6.2
Vinaza-urea	0.8	0.6	0.4	0.6

FV: (testigo): Forraje verde a nivel de 4.5% del peso vivo (base fresca)  
 PF: *Erythrina fusca* a voluntad - nivel de oferta de 4.5% del peso vivo (base fresca)  
 PO: Igual que PF pero dejando orear el forraje en el piso bajo techo durante 24 h.  
 PJ: Igual que PF + 200 ml de una mezcla de jugo de caña y vinaza (80:20 con base en sólidos solubles) por kg de forraje.  
 Fuente: Cuellar *et al.* (1992)

En el caso de *Erythrina poeppigiana* plantado a 6 x 6 m en una plantación de café en Turrialba, Costa Rica al que se le efectuó poda total de ramas cada 4, 6 y 12 meses se observó que la producción de follaje tiene una tendencia creciente cuando disminuye el intervalo de corte (aunque en todos los casos superó las 3 toneladas) y la producción de ramas muestra una tendencia decreciente (Cuadro 6). En este caso la poda no tuvo un objetivo forrajero sin embargo, es un indicador del potencial de producción de follaje de la especie, que a densidades similares también se asocia con pasturas

**Cuadro 6.** Producción de biomasa de *Erythrina poeppigiana* establecida a 6 x 6 m (280 árboles/ha) bajo tres intervalos de corte.

Intervalo de corte	M.S. Hojas kg/ha/año	M.S. Ramas kg/ha/año	M.S. Total Kg/ha/año
12 meses (1 poda/año)	3270	15200	18470
6 meses (2 podas/año)	3900	7900	11800
4 meses (3 podas/año)	4340	3510	7850

Fuente: Adaptado de Russo y Budowski (1986)

Recientemente Flores *et al.* (1998) realizaron en CATIE, Costa Rica, un trabajo sobre parámetros de degradabilidad ruminal de la materia seca (MS) y características nutricionales de ocho especies arbóreas y arbustivas tropicales 4 leguminosas (*Calliandra calothyrsus*, *Cratylia argentea*, *Erythrina berteroana* y *Leucaena leucocephala*) y 4 no leguminosas (*Guazuma ulmifolia*, *Hibiscus rosa-sinensis*, *Morus alba* y *Trichantera gigantea*) y compararon su composición nutricional, en términos de PC, FDN, FDA y DIVMS (Cuadro 7). En este trabajo, los autores también evaluaron la degradabilidad ruminal de dichos forrajes.

**Cuadro 7:** Evaluación bromatológica de 8 especies arbóreas leguminosas y no leguminosas utilizadas en la alimentación de rumiantes en Costa Rica.

Especie	Proteína	FDN	FDA	DIVMS
<i>Trichantera gigantea</i>	19.9 c	40.7 cde	33.9 a	67.4 a
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	26.6 ab	36.7 de	22.3 b	72.0 a
<i>Calliandra calothyrsus</i>	30.3 a	55.4 ab	24.3 b	34.0 d
<i>Erythrina berteroana</i>	29.2 ab	58.5 ab	38.8a	54.3 b
<i>Morus alba</i>	24.4 abc	29.8 e	18.8 b	74.5 a
<i>Cratylia argentea</i>	23.8 bc	60.1 a	34.1 a	51.9 b
<i>Guazuma ulmifolia</i>	11.0 d	52.0 a	34.4 a	43.8 c
<i>Leucaena leucocephala</i>	24.5 abc	45.2 bcd	25.5 b	51.1 bc

Letras iguales entre columnas no denotan diferencia significativa (P< 0.05)  
Fuente: Flores *et al.* (1998)

En otra experiencia en la Reserva Natural El Hatico, donde se realiza cría de porcinos en pastoreo a campo abierto, se está suministrando un forraje arbóreo, *Trichantera gigantea* (como suplemento proteico), el que se suministra parcialmente picado o en ramas con las hojas, de las que las cerdas gestantes consumen las partes comestibles y de jugo de caña y cachaza como fuentes de energía (Pedro Escalera, 1999, comunicación personal). Aunque todavía no se tienen resultados concluyentes del efecto del forraje arbóreo, es de la opinión de Escalera (1999), quien realizó un análisis técnico económico del sistema, que la práctica es novedosa y se presenta prometedora.

### ¿QUÉ ESTAMOS HACIENDO EN LA EARTH?

En la Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda (EARTH), Guácimo, Provincia de Limón, Costa Rica, se ha venido desarrollando un proyecto de reforestación con especies forestales nativas para recuperar pastizales abandonados desde finales de 1991. También se están implementando estrategias para la introducción de especies arbóreas tropicales (*Gliricidia*, *Erythrina*, *Trichantera*, *Trychilia*, *Cordia*, *Morus*, *Cratylia*, *Moringa*) en pasturas establecidas (Russo y Botero 1996) y se comenzó a evaluar la palatabilidad del follaje de varias leguminosas forrajeras tales como *Pithecellobium longifolium*, *Pentaclethra macroleoba*, *Erythrina fusca*, *Cassia fruticosa* y otras.

Una de las estrategias desarrolladas es la asociación de árboles maderables (*Dipteryx panamensis*, *Swietenia macrophylla* y *Hieronyma alchoronioides*) con árboles forrajeros (*Cratylia*, *Gliricidia*, y *Erythrina*) donde las franjas forestales se orientaron de Este a Oeste y cada franja está compuesta de una hilera de árboles maderables nativos y una de árboles forrajeros. La distancia entre franjas es de 15 m, y entre hileras de 3 m. El objetivo de este diseño es establecer una silvopastura asociada a cultivos agrícolas alternados durante cuatro años (yuca, ñame, tiquisque, jengibre, piña, etc. entre las franjas arbóreas) donde luego se establecerán las gramíneas y leguminosas herbáceas asociadas de cobertura (*Cynodon* sp., *Arachis pintoi*). Las hileras de árboles maderables se establecieron de una sola especie por hilera, para facilitar las labores de aprovechamiento en el futuro, mientras que en las hileras de forrajeras se combinaron las tres especies. Se incluyó *Cratylia*, por sus características arbustivas de ramificación multipodial y ramas flexibles, puesto que es un atractivo para el ramoneo y aliviar así la presión de descortezado de los árboles maderables por parte de los animales que pastorean en el sistema, hecho observado en otros sitios de la EARTH, donde anteriormente se establecieron árboles en pasturas.

En el Cuadro 8 se presentan resultados de una de las pruebas de consumo de follaje de árboles forrajeros ofrecido a bovinos, donde se evidencia que *G. sepium*, *D. velutinum* y *Cratylia argentea* fueron las especies arbóreas de mayor preferencia por los animales, seguidas por *E. fusca*, mientras que *Pithecellobium*, *Pentaclethra* y *Cassia* presentaron consumos por debajo de los esperados.

Se pudo también observar que el forraje de *Gliricidia* lo prefieren oreado. También es observable que el olor y la textura son factores limitantes para el consumo de los animales.

**Cuadro 8.** Consumo de forrajes arbóreos en la EARTH, Guácimo, Costa Rica.

Especie	Follaje Oreado min (%cons)	Follaje fresco min (%cons)	Cantidad ofrecida kg	Tasa de consumo g/min
<i>Desmodium velutinum</i>	30 (todo)	30 (todo)	10	250
<i>Gliricidia sepium</i>	16 (todo)	21 (todo)	20	225
<i>Cratylia argentea</i>	20 (todo)	20 (todo)	10	89
<i>Pithecellobium longifolium</i>	60 (10%)	60 (10%)	10*	29
<i>Pentaclethra macroloba</i>	60 (50%)	60 (50%)	10**	22
<i>Erythrina fusca</i>	60 (50%)	60 (80%)	10***	89
<i>Cassia fruticosa</i>	40 (4%)	40 (5%)	5****	18

\* En 60 min. comieron el 10% de la ofrecido y el resto lo comieron los terneros.  
\*\* En 60 min. comieron el 50%, el resto lo comieron los terneros  
\*\*\* En 60 min. comieron el 80%, el resto lo comieron los terneros.  
\*\*\*\* En 40 min. comieron el 5%, el resto lo comieron los terneros en toda la tarde.  
Fuente: Adaptado de Escalera *et al.* (1996).

### CONSIDERACIONES FINALES

Este documento no pretende ser una revisión exhaustiva sobre el tema de los árboles forrajeros en los SSP, tema que ha sido excelente y ampliamente documentado en sendos trabajos publicados recientemente en la Conferencia Electrónica de la FAO sobre Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica, realizada en 1998 a través de INTERNET.

De acuerdo con la filosofía de EARTH, orientada hacia promover y lograr la sostenibilidad de los sistemas de producción agropecuaria en el trópico húmedo, pretendemos expresar nuestra preocupación y hacer un aporte institucional sobre el tema.

Para lograr la adopción masiva de los SSP, por parte de los productores de América tropical, se tienen que vencer limitaciones no solamente biológicas y sociales, sino principalmente económicas. Como posibles opciones de solución queremos compartir estrategias prácticas, sencillas, funcionales, de sentido común y de bajo costo y riesgo económico y ambiental. Estas estrategias las hemos validado y aprendido durante el diseño, establecimiento y utilización de nuestros SSP, durante el apoyo al aprendizaje de nuestros estudiantes y durante la retroalimentación continua vivida con productores del trópico y de las comunidades aledañas a EARTH. Estas estrategias son:

1. Plantar preferiblemente árboles de especies nativas, con el fin de reducir el riesgo de ataque de plagas y enfermedades y poder estar seguros de su adaptación al medio.
2. Plantar árboles de diversos productos (madera, frutos, medicinas, materias primas industriales, forraje, leña etc.), adicionales al beneficio ambiental.
3. Si se incluyen árboles maderables se deben plantar hileras completas de la misma especie, que crezcan en forma coetánea y permitan sincronizar y facilitar la corta y su aprovechamiento forestal sin dañar el resto de los árboles del sistema. En estos casos la biodiversidad se debe buscar en el lote global y no dentro de los surcos o hileras. En otras especies arbustivas y arbóreas este diseño agiliza y hace más eficiente la cosecha de todos los productos. Los arbustos y árboles para ramoneo deben ser intercalados entre los forrajeros de corte y entre los árboles maderables, tratando de reducir el daño de descortezado que sufren algunas especies forestales por parte de los animales.
4. Las especies arbustivas y arbóreas, cuyo establecimiento, hasta permitir el pastoreo sin daño, en el mejor de los casos, si no existe riego, se toma hasta un año completo, se deben establecer asociadas con cultivos agrícolas, los cuales permiten financiar el lucro cesante de un lote que no se puede utilizar durante este período de tiempo.
5. Los cultivos agrícolas y los árboles permiten no solo obtener un producto comercializable o de consumo interno, sino generar empleo adicional durante su siembra, control de malezas, fertilización, raleo, cosecha y demás labores del cultivo, quedando el fertilizante residual y la materia orgánica aportada por los residuos del cultivo, para que sean aprovechados por el SSP.
6. Dentro de las franjas de árboles en establecimiento se pueden plantar leguminosas cespitosas de cobertura tales como: *Arachis pintoi*, *Desmodium ovalifolium*, *D. heteropillium*, etc. Estas especies no trepan a los árboles y por lo tanto no dañan sus fustes, cubren rápidamente el suelo, reducen la incidencia de malezas, fijan nitrógeno atmosférico, controlan la erosión, mantienen mayor humedad del suelo durante la sequía y producen forraje, material vegetativo y semilla para su posterior propagación dentro del SSP.
7. La mayor calidad del forraje arbóreo, adicional al incremento en la calidad y cantidad en el forraje de las gramíneas asociadas en silvopasturas permite lograr una intensificación de los sistemas de producción con rumiantes en el trópico.



8. Los árboles con su sombra ofrecen un mayor confort a los animales en el trópico, lo cual se puede convertir en una mayor productividad del sistema.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Argel, P. y B. Maass. 1995. Evaluación y adaptación de leguminosas arbustivas en suelos ácidos infértiles de América Tropical. *In* Proceedings of the Workshop "Nitrogen Fixing Trees for Acid Soils" Evans, D.O. y Szott, L.T. (eds.) Nitrogen Fixing Tree Association (NFTA) and Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. pp 215-227.
- Benavides J 1994. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Vol 1 y 2. CATIE, Turrialba Costa Rica.
- Botero, R. 1992. Estrategias para la alimentación de rumiantes con forrajes tropicales en sistemas de producción sostenible. *In* 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. y R.O. Russo. 1997a. Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales. *In* III Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal. R. Tejos, C. Zambrano, M. Camargo L.E. Mancilla W. García (eds.). UNELLEZ, Barinas, 20-22 de febrero de 1997. pp. 49-63
- Botero, R. y R.O. Russo. 1997b. Árboles y arbustos en producción animal en suelos ácidos del trópico. Carta Ganadera (Colombia) setiembre 1997, pp. 43-47.
- Budowski, G. and R.O. Russo. 1997. Nitrogen fixing trees and nitrogen fixation in sustainable agriculture: research challenges. *Soil Biology and Biochemistry* 28(5/6):767-770.
- Bronstein, G. 1983. Los árboles en la producción de pastos. *In* Curso Corto Intensivo Prácticas Agroforestales con énfasis en la Medición y Evaluación de Parámetros Biológicos y Socio-Económicos. L. Babbar (comp.).Turrialba, Costa Rica, CATIE. Mimeo, p.d.
- Combe, J. y Budowski, G. 1979. Clasificación de las técnicas agroforestales. En Taller de Sistemas Agroforestales en América Latina. CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp. 17-48.
- Cuéllar, P. L. Rodríguez y T.R. Preston. 1992. Uso del pizamo (*Erythrina fusca*) como suplemento proteico en dietas de tallo de caña prensado para terneras de levante. *Livestock Research for Rural Development* 4(1).
- Daccarett, M. y J. Blydenstein. 1968. La influencia de árboles leguminosos y no leguminosos sobre el forraje que crece bajo ellos. *Turrialba (Costa Rica)* 18(4):405-408.
- Escalera, P. 1999. Levante y ceba de cerdos a base de jugo de caña y cachaza. Trabajo de pasantía. EARTH, Guácimo, Costa Rica (versión preliminar)
- Escalera, P., M. Barros, M. Barrientos, V. Meléndez y A. Riba. 1996. Palatabilidad de siete especies leguminosas forrajeras en ganado bovino. Informe Curso Producción Animal. EARTH, Guácimo, Costa Rica. 10 p.
- Flores, O.I., D.M. Bolivar, J.A. Botero and M.A. Ibrahim. 1998. Parámetros nutricionales de algunas arbóreas leguminosas y no leguminosas con potencial forrajero para la suplementación de ruminantes en el trópico. *Livestock Research for Rural Development* 10 (1) - On line edition
- Gómez, M.E., L. Rodríguez, E. Murgueitio, C.I. Ríos, M. Rosales, C.H. Molina, E. Molina y J.P. Molina. 1995. Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica: Matarratón (*Gliricidia sepium*), Nacadero (*Trichantera gigantea*), Pizamo (*Erythrina fusca*) y Botón de oro (*Tithonia diversifolia*). CIPAV, Cali, Colombia. 129 p.
- Holdridge, L.R. 1979. Ecología basada en zonas de vida. IICA, San José, Costa Rica. 216 p.
- Preston, T.R. y R.A. Leng. 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. Condrit. Cali, Colombia. 312 p.
- Ramirez, H. 1997. Evaluación de dos sistemas silvopastoriles integrados por *Cynodon plectostachyus*, *Leucaena leucocephala* y *Prosopis juliflora*. Memorias en disquette del V Seminario-Taller Internacional "Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria" y I Seminario Internacional sobre "Palmas en Sistemas de Producción Agropecuaria para el Trópico" Cali, Colombia. 31 de julio al 3 de agosto de 1997. s.p.
- Rosales, M. 1997. Uso de la diversidad forrajera de árboles y arbustos. Memorias en disquette del V Seminario-Taller Internacional "Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria" y I Seminario Internacional sobre "Palmas en Sistemas de Producción Agropecuaria para el Trópico" Cali, Colombia. 31 de julio al 3 de agosto de 1997. s.p.
- Russo, R.O. and R. Botero. 1996. Nitrogen fixing trees and shrubs for animal production on acid soils. *In* Nitrogen Fixing Trees for Acid Soils: A Field Manual. Ed. Mark E. Powell. Nitrogen Fixing Tree Association. Chapter 4. pp. 31-39.
- Russo, R.O. and G. Budowski. 1986. Effect of pollarding frequency on biomass of *Erythrina poeppigiana* as a coffee shade tree. *Agroforestry Systems* 4(1):145-162.
- Wickens, G.E. 1980. Alternative uses of browse species. *In* Browse in Africa: the current state of knowledge. Edited by H.N. Le Houérou. ILCA, Addis Ababa. pp. 155-182.

Volver a: [Manejo silvopastoril](#)