

## Agroforestería en la alimentación de rumiantes en América Tropical

*Tyrone Clavero\**

---

RESUMEN

La producción de ganadería ha sido criticada por mucho tiempo debido a su asociación con deforestaciones y subsecuentes degradaciones del medio ambiente y decrecimiento de la producción. Recientemente, se han desarrollado sistemas agroforestales para una producción animal sostenible. Árboles y arbustos están siendo considerados como importantes fuentes de nutrición para animales a pastoreo por sus cualidades tanto de calidad como cantidad. Dentro de los diversos tipos de sistemas agroforestales bajo estudio, los bancos de proteína y los sistemas asociados entre árboles/gramíneas han contribuido al desarrollo de una producción de carne y leche sustentable; dichos sistemas pueden aplicarse a fincas comerciales. En la literatura existe abundante información sobre los efectos del forraje de árboles en la productividad de bovinos, ovinos y caprinos. Los resultados se concentran en mostrar ganancias diarias de peso vivo entre 20-26% mayores cuando los animales ramonean árboles forrajeros en comparación a animales machos en crecimiento que solo recibían pastos en su dieta, producciones diarias de leche de 7-10 kg/vaca representando un 60-65% más leche/vaca, la productividad (l/ha/año) 75% más leche para las asociaciones árboles/gramíneas que en los sistemas tradicionales, ganancias diarias de peso entre 400-525 g en animales de remplazo, lo cual permitió un peso vivo para entrar a reproducción de 290-300 kg, cabras en crecimiento con ganancias de peso vivo de

\* Ing. Agrónomo, Ph.D., especialista en pastos y forrajes. Profesor Titular de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia. tclavero@hotmail.com

56% más que los sistemas de gramíneas y ganancias diarias de peso vivo entre 85-100 g en ovejas con un mínimo uso de recursos externos al sistema. Esto puede constituir una solución económicamente viable que no produce daños ambientales y es socialmente aceptada, que producirá beneficios en un corto tiempo con incrementos sostenibles en la producción animal.

PALABRAS CLAVE: Agroforestería, producción animal.

## *Agroforestry Livestock Feeding Systems in Tropical America*

---

### ABSTRACT

Livestock production has been questioned for a long time because of its association with deforestation, subsequent environmental degradation and a decline in productivity. Recently, agroforestry systems for sustainable animal production have been developed. Trees and shrubs are being considered as important sources of nutrition for grazing animals due to their quantity and quality. Among the diverse types of agroforestry systems under study, protein banks and the association of tree/grass systems have contributed a great deal to the development of sustainable dairy and meat production and could be applied to commercial farms. The literature contains abundant information about the effects of tree fodder on the productivity of cattle, sheep and goats. Results show: average daily LW gains 20-26% higher when the animals browse fodder trees as compared to growing young bulls that receive only grass diets; daily milk production of 7-10 kg/cow representing 60-65% more milk/cow; milk productivity (l/ha/year) for the tree/grass system was 75% higher than with the traditional grass system; daily live weight gains between 400-525 g in growing replacement heifers, which allowed a live weight for reproduction of 290-300 kg; growing goats with a live weight gain of 56% more than grass systems; and daily LW gain between 85-100 g in sheep with minimal use of external inputs to the system. This system could constitute an economically viable solution that does not produce environmental damage, is socially accepted and whose short term benefits would be observed in sustainable increments in animal production.

KEY WORDS: Agroforestry, animal production.

## Introducción

La deforestación y la conversión de bosques primarios a pastizales es una característica muy severa y ampliamente distribuida en Centro y Sur América. El manejo tradicional de pastizales en áreas deforestadas es frecuentemente insostenible debido a la degradación de las áreas de pastizales en pocos años. Un reporte de la FAO dice que la producción ganadera es una de los principales contribuidores de los problemas ambientales debido a su impacto en el calentamiento global, degradaciones de suelos, contaminaciones del aire y aguas y la pérdida de diversidad (FAO, 1999). De acuerdo a esta institución sobre 13 millones de hectáreas de bosques a nivel mundial se pierden cada año, casi todas en áreas tropicales, las cuales son responsables entre 25-30% de los gases invernaderos liberados en la atmósfera cada año.

En este contexto, la renovación e introducción de apropiados pastizales, adaptados a las condiciones edafoclimáticas locales, unidos con la estratégica incorporación de árboles y arbustos en las áreas de pastoreo conducirán a tecnologías alternativas que pueden contribuir a mejorar la producción de rumiantes disminuyendo el impacto en los ecosistemas donde se desarrollen. De acuerdo a Milera (2006) y Clavero (1996, 1998) esto constituye una solución ecológica viable, la cual no produce daños ambientales y es socialmente aceptada, pues puede producir beneficios en corto tiempo lo cual se reflejará en una producción sustentable en la producción animal.

### 1. Características nutricionales de árboles forrajeros

Las hojas de los árboles y las ramas pequeñas forman parte natural de las dietas de numerosos rumiantes y han sido utilizadas como una fuente convencional de forrajes para la ganadería en Latinoamérica. La parte de los árboles forrajeros usada comúnmente como alimento está referido a hojas, tallos tiernos, y ramas jóvenes; además pueden utilizarse frutos y vainas.

En años recientes, ha estado creciendo el interés en numerosas regiones de la América tropical en explorar la posibilidad de incluir forraje de árboles y arbustos en la dieta de rumiantes.

En la literatura existe numerosa información relacionada al valor nutritivo de árboles forrajeros (tablas 1 y 2). Los árboles forrajeros deben tener un valor nutricional elevado que puedan utilizarse como suplemento de forrajes de calidad baja. Estos árboles mantienen altos niveles de proteína y minerales durante el crecimiento, superiores a las gramíneas, las cuales declinan muy rápido su calidad a medida que progresa la madurez.

En este orden, los árboles forrajeros con alto valor nutritivo, los cuales tienen proteína de calidad, alta digestibilidad, proporcionan nutrientes que se encuentran deficientes en las dietas y mejoran el crecimiento de la población de microbios del rumen, además son una fuente importante de proteína sobrepasante debido al bajo contenido de taninos. Esto, unido a los niveles de minerales, indica que estos forrajes pueden ser utilizados como un reemplazo parcial de concentrados comerciales reduciendo los costos de alimentación.

Otros árboles forrajeros, especies de bajo valor nutritivo, tienen adecuados niveles de proteína pero presentan altos niveles de taninos condensados, los cuales indirectamente afectan la función del rumen por reducir los niveles de amoníaco debido a la disminución de la degradación de la proteína en el rumen y reducción en la digestibilidad de la fibra.

TABLA1. Valor nutritivo y composición química de especies de alta calidad

Especie	Fracción	CP	ADF	NDF	L	IVDMD	Países	Referencias
<i>Morus alba</i>	Total	24.8	28.5	46.4	-	81	Costa Rica	Ibrahim et al., 2001
<i>Leucaena leucocephala</i>	Total	30.4	27.7	45.7	6.4	68.2	Mexico	Sosa et al., 2004
<i>Albizia lebbbeck</i>	Hojas	20.7	35.4	46.2	8.5	78.8	Cuba	Ojeda et al., 2002
<i>Gliricidia sepium</i>	Total	24.3	20.7	35.2	7.5	77.8	Venezuela	Clavero and Razz, 1999
<i>Cratylia argentea</i>	Hojas	19.5	34.1	60.2	-	61.9	Colombia	Santana and Medina, 2005
<i>Moringa oleifera</i>	Total	26.7	35.2	47.7	-	60.0	Nicaragua	Reyes et al., 2006
<i>Trichanthera gigantea</i>	Total	19.9	40.7	33.9	-	67.4	Costa Rica	Flores et al., 1998

TABLA 2. Valor nutritivo y composición química de especies de baja calidad

Especies	Fracción	CP	ADF	NDF	IVDMD	Países	Referencias
<i>Acacia mangium</i>	Hojas	18.4	28.4	56.1	48.2	Venezuela	Urdaneta, Razz and Clavero, 2001
<i>Erythrina poeppigiana</i>	Hojas	22.5	28.8	43.1	45.3	Cuba	Gonzalez and Caceres, 2002
<i>Pithecellobium dulce</i>	Hojas	21.1	26.5	43.2	54.5	Venezuela	Clavero, 2001
<i>Prosopis juliflora</i>	Vainas	12.5	25.1	44.3	42.5	Venezuela	Casado et al., 2001
<i>Brosimum alicastrum</i>	Hojas	14.6	29.8	41.5	59	Cuba	Delgado and Santos, 2002
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Total	14.8	34.4	52.0	43.8	Guatemala	Hernandez and Benavides, 1995
<i>Calliandra calothyrsus</i>	Total	27.3	24.3	55.4	30.3	Costa Rica	Flores et al., 1998
<i>Acacia pennatula</i>	Hojas	12.5	35.8	59	28.9	México	Pinto et al., 2002
<i>Tithonia diversifolia</i>	Hojas	16.7	30.4	35.6	50.8	Colombia	Mahecha et al., 2007

Como se observa en la tabla 1, el valor nutritivo de las especies de alta calidad tienen un rango de 19.5-30.4% de proteína cruda (CP), 20.7-40.7 de fibra ácido detergente (ADF), 33.3-60.2% de fibra neutro detergente (NDF), 6.4-8.5% de lignina (L), 60-81% de digestibilidad in vitro de la materia seca (IVDMD). La composición varía con las especies, distribución geográfica, partes de la planta y estado de desarrollo.

Esta información de América tropical indica que numerosos árboles forrajeros tienen calidad para ser utilizados en la producción de rumiantes con un valor alimenticio comparado a concentrados comerciales.

En especies de baja calidad, tabla 2, el valor nutritivo de las hojas y ramas jóvenes de estos forrajes se encuentra en los rangos de 12.1-27.3% CP, 25-35.8% ADF, 41.5-59% NDF y 28.9-59% IVDMD. Estos árboles representan una fuente importante de alimento en áreas con inadecuados y fluctuantes suministros de alimentos para rumiantes. Muchos de ellos se

encuentran bien adaptados a condiciones críticas, tales como a regiones áridas y semi áridas y suelos con altos contenidos de aluminios, así como suelos ácidos.

La tabla 3 muestra algunas comparaciones de compuestos secundarios en forrajes de árboles. Muchas especies de árboles tienen altas concentraciones de compuestos fenólicos en sus hojas, siendo los principales los taninos y la lignina. Los niveles de taninos en los follajes de árboles varía grandemente y depende de factores ambientales, así como la especie y el estado de desarrollo (García *et al.* 2003, 2006). Hojas nuevas frecuentemente tienen mayores niveles de taninos que las hojas viejas.

TABLA 3. Factores antinutricionales. Fenoles totales y taninos condensados (% DM)

Especies	Fenoles totales	Taninos
<i>Albizia lebbbeck</i>	2.25	0.46
<i>Albizia caribaea</i>	2.51	2.82
<i>Pithecellobium dulce</i>	2.96	2.62
<i>Pithecellobium saman</i>	2.53	1.42
<i>Gliricidia sepium</i>	2.22	0.46
<i>Gliricidia ulmifolia</i>	6.58	1.53
<i>Prosopis juliflora</i>	3.20	2.65
<i>Prosopis laevigata</i>	3.15	2.00
<i>Cassia fistula</i>	3.10	2.87
<i>Cassia grandis</i>	5.61	3.59
<i>Leucaena leucocephala</i>	-	0.55
<i>Leucaena diversifolia</i>	-	6.50

Fuente: Adaptado de García *et al.*, 2006; González *et al.*, 2006.

Los taninos condensados inhiben la degradación de la proteína de las plantas en el rumen, disminuyendo la disponibilidad de azufre, lo cual decrece la digestibilidad de las paredes celulares. También es posible que los taninos inhiban las enzimas microbiales del rumen y disminuya la disponibilidad de proteínas para la digestión a nivel de los intestinos. Los taninos

pueden asociarse con la pobre aceptabilidad de las hojas jóvenes de los árboles.

Pequeñas cantidades de taninos condensados (0-2% de la dieta) representan un beneficio para los animales, debido a que promueven proteína pasante y la absorción de amino ácidos esenciales en el intestino delgado. Especies con altas concentraciones de compuestos polifenoles no son ramoneadas por rumiantes.

Los niveles en macro y micro minerales en árboles forrajeros se encuentran resumidos en la tabla 4. Además de representar buenas fuentes de proteína, estos materiales también son una importante fuente de minerales tales como calcio con contenidos que se encuentran en un rango de 0.24-1.90, mientras para fósforo el rango es 0.19-0.40, magnesio 0.10-0.47, sodio 0.05-0.14, potasio 0.32-2.75, cobre 17-27, zinc 28-43.1 y manganeso 31-117.2.

De acuerdo a McDowell *et al.*, 1989, la mayoría de los árboles forrajeros contienen suficientes macro y micro minerales para cubrir los requerimientos de la ganadería en las regiones tropicales.

El heno de gramíneas de baja calidad representa frecuentemente la principal disponibilidad de alimento para pequeños rumiantes durante la época seca en países en desarrollo. Árboles forrajeros especialmente del género leguminosas han sido utilizados como suplemento proteico en forrajes de baja calidad resultando un incremento significativo en la productividad. Sin embargo, existen diferencias importantes de acuerdo a la especie utilizada.

En recientes estudios, corderos suplementados con leucaena (especie de alta calidad) presentaron una digestión elevada de la proteína cruda muy superior a lo observado en animales que recibieron suplemento de *Acacia mangium* (tabla 5). La excreción de nitrógeno urinario fue superior en los corderos incluidos en los tratamientos de Acacia resultando en un decrecimiento en la digestibilidad del nitrógeno y la retención del mismo (Clavero *et al.*, 1997). El nitrógeno retenido es considerado como el mejor índice de la nutrición proteica en rumiantes. Las diferencias en las cantidades de nitrógeno excretado y su influencia en el nitrógeno retenido refleja las diferencias en el nitrógeno consumido y el metabolismo. Bajas retenciones de nitrógeno y elevadas excreciones del mismo representan baja digestibilidad de la proteína cruda en las dietas de Acacia, esto puede de-

TABLA 4. Contenido de macro y micro minerales en forrajes de árboles

Especies	Fracción (%)	Ca (%)	P (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Países	Referencias
<i>Acacia mangium</i>	Hojas	0.38	0.24	0.18	0.14	0.96	-	37.1	46.5	Venezuela	Clavero et al., 2001
<i>Albizia lebeck</i>	Total	1.08	0.22	-	-	-	-	-	-	Cuba	Soca et al., 1999
<i>Prosopis juliflora</i>	Vainas	0.33	0.23	0.13	0.05	0.32	27	28.8	31	Brazil	Mendes, 1986
<i>Tithonia diversifolia</i>	Hojas	0.80	0.40	0.10	-	-	-	-	-	Colombia	Mahecha and Rosales, 2005
<i>Trichanthera gigantea</i>	Hojas	0.24	0.25	0.69	-	-	17	41	-	Colombia	Hess and Dominguez, 1999
<i>Leucaena leucocephala</i>	Hojas	0.97	0.25	0.40	0.10	1.41	-	43.1	117.2	Venezuela	Ferrer et al., 1996
<i>Morus alba</i>	Hojas	1.90	0.30	0.47	-	2.07	-	-	-	Costa Rica	Benavides, 2000
<i>Gliricidia sepium</i>	Hojas	1.19	0.19	0.40	-	2.75	-	-	-	Venezuela	Clavero et al., 1999
Nivel crítico		.30	.25	.20	.08	.80					McDowell, et al., 1989

TABLA 5. Metabolismo del nitrógeno en corderos suplementados con árboles leguminosos tropicales

Dieta	Consumo N (g/animal/d)	Retención N (g/animal/d)	% Consumo
60% <i>Brachiaria</i> heno, BH-40% <i>L. leucocephala</i>	16.83	8.7	52.6
80% BH-20% <i>L. leucocephala</i>	10.12	3.3	32.6
60% BH-40 % <i>Acacia mangium</i>	12.5	5.1	40.8
80% BH-20% <i>A. mangium</i>	7.8	1.2	15.3

Fuente: Adaptado de Clavero et al., 1999.

berse a la baja degradación de la proteína cruda en el rumen y poca absorción en los intestinos debido a complejos tanino-proteicos. De forma tal que la suplementación nitrogenada puede ser limitada por efecto de los taninos.

Las investigaciones han soportado la hipótesis que a pesar de mejorarse el balance de nitrógeno, la degradabilidad de las hojas en el rumen es baja, lo cual refleja el incremento en la concentración de compuestos secundarios en las plantas.

## 2. Potencial de los forrajes de árboles como suplemento para rumiantes

### 2.1. Pequeños rumiantes

Numerosos estudios se han realizado para evaluar el potencial de los árboles forrajeros en la productividad de pequeños rumiantes. En las tablas 6 y 7 se muestran los efectos de los forrajes de árboles en la alimentación tanto de caprinos como ovinos.

Estas pruebas de alimentación fueron diseñadas para establecer las raciones óptimas de suplementación de la dieta basal o sustitución de material ofrecido. Se ha extendido un concepto equivocado, según el cual la baja productividad de rumiantes en regiones tropicales es básicamente el resultado de baja digestibilidad de los forrajes disponibles.

Existen evidencias que la baja productividad se debe a una ineficiente utilización de los recursos alimenticios causado por una deficiencia de nutrientes en esas dietas. La alimentación de rumiantes con forrajes de baja calidad requiere una suplementación con los nutrientes que se encuentran en deficiencia crítica para optimizar la producción.

Especies de alto valor nutritivo ricas en nitrógeno y minerales tienen alta digestibilidad; cuando se utilizan como suplemento pueden incrementar la eficiencia de utilización de pasturas de baja calidad al incrementar, no sólo la eficiencia de la síntesis de proteína microbial (conduciendo a suministrar mayor aporte de proteína de esta fuente), sino que contribuyen con proteína pasante con aminoácidos de elevada calidad e incrementa el flujo de nitrógeno no amoniacal al intestino delgado.

TABLA 6. Uso de árboles forrajeros en la dieta de cabras

Pasto	Forraje de árbol	Sistema	Nivel de suplementación	Cambios de peso g/d	Referencias
Guinea	Morera (M)	Corte y acarreo	Pastura (P)	56	Gonzalez et al., 2001, Cuba
			P + M 0.5% LW	65	
			P + M 1.5% LW	78.2	
			P + M 2.5% LW	86.3	
Buffel	Leucaena (L)	Ramoneo	Pastura (P)	35.8	Clavero and Razz, 2003, Venezuela
			P + L	48.9	
			P + Concentrado, 20% CP	50.5	

TABLA 7. Producción de corderos

Especies forrajeras	Dieta basal	Sistema	Nivel de suplementación	Ganancia de peso (g/d)	Consumo % PV	Referencias
<i>Morus alba</i>	King grass	Corte y acarreo	PS % PV			
			0	60	3.54	Benavides, 2000
			0.5	75	3.72	
			1.0	85	3.99	
1.5	101	4.34				
<i>Leucaena leucocephala</i>	Pasto buffel	Ramoneo	Pastura (P)	50	-	Clavero et al., 1995
			P + Leucaena	89		
			P + Concentrado, 17% CP	98		

La suplementación con forraje de árboles ha mostrado una mejoría en la tasa de crecimiento de los pequeños rumiantes, debido a un efecto de esos forrajes en el consumo total de materia seca; además de incrementar el metabolismo de la proteína y la energía consumida. Estos resultados indican que la suplementación de pastos tropicales con pequeñas cantidades de forraje de arbóreas mejora la eficiencia en la utilización de las raciones, observándose una respuesta parecida a la obtenida cuando son suplementados con alimentos concentrados comerciales.

## 2.2. Bovinos

En recientes estudios, una serie de experimentos en diferentes localidades han sido realizados para proveer más información a los productores sobre la utilización de árboles forrajeros como fuente de alimento en regiones tropicales.

La mayoría de las investigaciones reportan que la suplementación con forraje de árboles en la dieta del ganado bovino puede mejorar la utilización de forraje de baja calidad. Estas suplementaciones producen mayor ganancia de peso vivo en becerros y novillos (tablas 8 y 9) que las producidas utilizando dietas basales de forrajes de pobre calidad.

Adicionalmente, la suplementación con arbóreas proporciona una importante fuente de nitrógeno y minerales al rumen con un aparente efecto sinérgico al mejorar la digestibilidad de la dieta basal. En un estudio realizado en Cuba por Lamela *et al.*, 2005, el comportamiento de toros cebú fue evaluado bajo cuatro sistemas de pastoreo con y sin árboles, donde la gramínea utilizada fue guinea cv likoni y las asociaciones de árboles fueron *Leucaena leucocephala*, *Bauhinia purpurea* y *Albizia lebbbeck*. Cargas animales de 3 animales/ha fueron utilizadas, adicional los animales recibieron agua y sales minerales. Los resultados demostraron la superioridad de los sistemas de asociaciones comparado con el sistema tradicional fertilizado; sin embargo, no mostraron diferencias entre asociaciones. Es importante reconocer que la inclusión de otros árboles forrajeros como *A. lebbbeck* y *B. purpurea* evidenció sus altos potenciales para ser utilizadas como alimento en sistemas con baja utilización de recursos externos.

Un largo experimento fue realizado en Costa Rica por Ibrahim *et al.*, 2000, donde evaluaron el uso de poro (*Erythrina berteroana*) como suplemento en animales a pastoreo, incluyendo como fuente energética frutos

TABLA 8. Efecto de árboles forrajeros en bovinos

Dietas	Ganancias diarias de peso vivo (g/d)	Países	Referencias
<i>Brachiaria humidicola</i> (BH)- Tradicional	428	Colombia	Mahecha <i>et al.</i> , 2004
BH + <i>Acacia mangium</i>	628		
<i>Cynodon nlemfuensis</i> (SG)	384	Cuba	Lamela <i>et al.</i> , 2005
SG + 15% ( <i>L. leucocephala</i> + <i>G. sepium</i> )	487		
SG	450	Venezuela	Escobar, 1996
SG + <i>G. sepium</i>	650		

TABLA 9. Valores comparativos de árboles forrajeros en novillos a pastoreo

Dietas	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Cambios en peso vivo (g/d)	Referencias
Dieta basal de pasto guinea	227	362	540	
<i>Leucaena leucocephala</i>	227	427	788	Lamela <i>et al.</i> , 2005
<i>Albizia lebbbeck</i>	227	409	729	
<i>Bauhinia purpurea</i>	226	416	747	
Dieta basal de <i>P. fasciculatum</i> y <i>C. nlemfuensis</i>	-	-	476	Ibrahim <i>et al.</i> , 2000
<i>Erythrina berteroana</i> (E)	-	-	598	
E + banana	-	-	700	

verdes de banana. Observaron ganancias de peso vivo mayores al 20% en novillos, ramoneando poro en bancos de proteína en comparación con el control, demostrando el potencial para mejorar la productividad animal en sistemas tradicionales de producción ganadera con la utilización de arbóreas. El peso vivo acumulado por animal fue superior en los sistemas donde además de poro se suministró un suplemento de bananas verdes; esto se atribuye a los altos valores energéticos suministrados por las bananas. Las bananas verdes son ricas en almidón, proporcionando estas dietas altas proporciones de energía pasante a los intestinos, lo cual puede explicar las altas ganancias de peso observadas con esos tratamientos.

Una serie de experimentos han sido realizados con animales doble propósito en crecimiento para evaluar la influencia de la suplementación con arbóreas sobre la ganancia de peso (tabla 10). Los resultados muestran una relación lineal entre los niveles de alimentación con arbóreas y las ganancias de peso. La suplementación incrementa la degradación microbial en el rumen, lo cual se convierte en un incremento del consumo voluntario y en la producción animal (Camero, 1995).

Bajo estas condiciones de manejo, sin la utilización de recursos externos, las ganancias diarias por animal fueron superiores a los 500 g/animal/día en los sistemas de engorde a pastoreo y alcanzó pesos finales de

TABLA 10. Rendimiento de novillos alimentados con varios niveles de forrajes de árboles

Especies de árboles	Dieta basal	Nivel de suplementación (kg MS/100 kg PV)	Consumo voluntario (g/d)	Ganancia de peso vivo (g/d)	Referencias
<i>Morus alba</i>	King grass	0	2.04	390	Ibrahim et al., 2001
		1.0	2.69	690	
		1.9	3.00	940	
		2.8	3.06	950	
<i>Erythrina cochleata</i>	Pasto estrella	0		380	Camero, 1995
		0.3	-	398	
		0.5		524	
<i>P. juliflora</i> , harina de vainas	Pasto alemán	0		455	Fernandez, 1996
		0.5	-	598	
		1.0		807	

alrededor de 450 kg con 24-26 meses de edad y producción de 500-800 kg de carne/ha (Ruiz y Febles, 1999).

Los sistemas silvopastoriles han sido desarrollados para mejorar la productividad de los pastizales por medio de la introducción de especies herbáceas y forrajes de árboles. Entre los diversos sistemas silvopastoriles desarrollados, los bancos de proteína y los sistemas asociados de árboles con gramíneas han sido los que más han contribuido en América tropical, tanto en la producción de carne como de leche, representando actualmente los sistemas que pueden generalizarse e integrarse con propósitos de incrementar la producción ganadera en la región (tablas 11 y 12).

En áreas tropicales, el uso de bancos de proteína con árboles leguminosos y no leguminosos, para proveer forraje suplementario durante el período seco está tomando relativa importancia. El manejo y cuidado del banco de proteína para pastoreo es simple, lo cual es aceptado y admitido por ganaderos con experiencia en producción. En general, los árboles son plantados en altas densidades, generalmente cercano a la vaquera u otros lugares donde se puedan alimentar los animales; las proporciones que usualmente se recomiendan del banco de proteína en relación a la unidad de producción están en 50:50, 70:30 ó 75:25% gramíneas: banco de proteínas, lo cual dependerá del sistema de manejo seleccionado por el productor. Sin embargo, la superioridad de las asociaciones han sido demostradas en relación con mayores ganancias de peso diario, mayor disponibilidad de alimento, remarcado incremento de los niveles de proteína en las asociaciones con gramíneas, mejor balance de nutrientes y mejor composición botánica.

### 3. Producción y composición de la leche

Es evidente la necesidad de la suplementación proteica en regiones secas o durante el período seco en sistemas sub-húmedos, cuando la calidad de los alimentos es baja y los forrajes son pobres en términos de niveles de proteína. Numerosos experimentos han sido desarrollados para evaluar el efecto de árboles forrajeros como suplementos en la producción de leche.

La mayoría de esos trabajos muestran que la suplementación de pastos tropicales con forrajes de árboles de alta calidad mejoran el promedio

TABLA 11. Rendimiento de novillos pastoreando un banco de proteína de Leucaena

Leucaena área (%)	Pastos	Carga animal	N (kg/ha/año)	Ganancia de peso vivo (g/animal/d)	Rendimiento (kg/ha/año)
30	Guinea	2	-	538	392
50	Guinea	2	-	556	406
30	Estrella	3	-	465	509
30	Estrella	3	90	532	583

Adaptado de Castillo et al., 1998.

TABLA 12. Desarrollo de novillos en pasturas asociadas con leucaena y en bancos de proteína

Dietas	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Ganancia de PV (g/d)	Rendimiento kg/ha/año
Pasturas	149	312	425	310
Banco de proteína	149	357	539	394
Asociación 100% Leucaena	150	384	605	442

Adaptado de Castillo et al., 1998.

de producción de leche comparado a los sistemas tradicionales (tabla 13). Así mismo, los animales presentaron mejor condición corporal y mayor consumo de materia seca. También se han observado importantes incrementos en carga animal, reflejado en el rendimiento de la producción láctea, las cuales fueron 200% mayores al compararlas con vacas a las cuales solo se le ofreció forraje de gramíneas (Urbano *et al.*, 2006).

Otros estudios, en donde se reemplazó concentrado, no se observaron diferencias significativas en la producción de leche (tabla 14) cuando las vacas recibían forraje de arbóreas o concentrado como suplemento proteico. Sin embargo, las variables costos fueron inferiores cuando la fuente de nitrógeno provino de forraje de arbóreas, resultando mayores ganancias netas en los sistemas agroforestales (Benavides, 2000).

Para producción de leche, los mejores resultados al utilizar bancos de proteína han sido alcanzados cuando el área de los bancos representa un 20-25% de la superficie total de pastoreo, con accesos limitados de los animales y tiempos de pastoreo entre dos y cuatro horas por día. Para facilitar el manejo, los bancos deben estar ubicados cercanos a las áreas de ordeño. El banco debe estar cercado para facilitar y garantizar la rotación de pastoreo y el debido período de recuperación para los árboles. En la tabla 15 se presentan los resultados obtenidos en diferentes países de la región en términos de producción de leche, utilizando bancos de proteína de *Leucaena leucocephala*.

La composición de la leche en vacas doble propósito suplementadas con forrajes de arbóreas en diferentes sistemas (corte y acarreo, bancos de proteína, asociaciones, harinas) no muestran efectos apreciables en la calidad de la leche. Las concentraciones de proteína, sólidos totales y concentración de grasa incrementó ligeramente con mayores niveles de forrajes de arbóreas en las dietas (tabla 16). Los altos rendimientos de leche en vacas suplementadas resultó en un incremento altamente significativo en proteína y grasa de la leche (Hernández, 2004; Razz y Clavero, 2007).

## Conclusiones

Los estudios realizados han demostrado que los sistemas agroforestales en la alimentación de rumiantes en el trópico constituyen una solución viable, que no produce daños ambientales y es socialmente aceptada por

TABLA 13. Producción de leche utilizando forraje de árboles

Sistemas	Producción	Carga animal	Rendimiento	Países	Referencias
		$\mu\text{a}/\text{ha}$	$\text{l}/\text{ha}/\text{año}$		
Pasto estrella (SG)	6.3, kg/día	-	-	Venezuela	Torres et al., 2002
<i>Leucaena leucocephala</i> (corte y acarreo) + SG	7.8	-	-		
Pasto estrella	9.66, kg/día	-	-	Cuba	Hernandez, et al., 2004
<i>L. leucocephala</i> (banco de proteína) + SG	13.1	-	-		
<i>B. brizantha</i> heno (BBH)	3.10, kg/día	-	-	Nicaragua	Reyes et al., 2005
BBH + 2 kg DM, <i>Moringa oleifera</i>	4.91	-	-		
BBH + 3 kg DM, <i>M. oleifera</i>	5.07	-	-		
<i>B. brizantha</i> (pastoreo), fertilizado	8.21, l/ha	1.75	5244	Venezuela	Urbano et al., 2006
<i>B. brizantha</i> + <i>L. leucocephala</i> + <i>C. sepium</i>	8.96	4.08	13343		

TABLA 14. Efecto del nivel de suplementación de forraje de árboles en la producción de leche

Especies	Dieta basal	Nivel de suplementación	Consumo	Leche	Referencias
		(kg/día de concentrado)		(kg/día)	
<i>Morus alba</i>	Pasto estrella	Concentrado/Morera			
		100/0	6.4/0	14.2	Benavides, 2000
		60/40	4.2/2.8	13.2	
<i>Tithonia diversifolia</i>	Brachiaria	25/75	1.9/5.5	13.8	
		Concentrado/Tithonia			
		100/0	3.0	11.71	Mahecha et al., 2007
		75/25	2.3	12.00	
		65/35	2.0	12.16	

TABLA 15. Producción de leche usando bancos de proteína

Especies utilizadas	Carga animal	Rata de N (kg/ha/año)	Producción (kg/vaca/día)
Guinea + Leucaena	2.0	-	7.22
Guinea likoni + Leucaena	2.0	-	6.70
Guinea likoni + Leucaena	2.5	140	10.10
Pasto estrella + Leucaena	2.0	-	5.70

Adaptado de: Lamela et al., 2005; Razz et al., 2004.

TABLA 16. Composición de la leche

Dietas	Proteína en leche	Grasa	Sólidos totales	Lactosa	Referencias
Guinea, GG + 3 kg concentrado, CC (20 %CP)	3.65	2.97	-	-	Clavero et al., 1996
GG + 2.5 kg CC + 0.5 kg <i>G. sepium</i> harina, GSM	3.71	3.29	-	-	
GG + 2 kg CC + 1 kg GSM	3.75	3.50	-	-	
Pasto estrella, SG + CC (3 kg)	3.52	3.47	12.03	-	Mahecha et al., 2007
SG + 75% CC + 25 % <i>T. diversifolia</i> , TD, forraje	3.35	3.64	12.16	-	
SG + 65 % CC + 35 % TD	3.84	3.91	12.76	-	
GG + Leucaena forraje, L	2.99	4.19	12.50	4.65	Razz et al., 2007
GG + L + 1 Kg CC	3.10	4.12	12.70	4.53	
SG	2.90	3.50	-	4.60	Hernandez, 2004
SG + L	3.02	3.75	-	4.68	

los productores. Además, puede jugar un importante papel en la recuperación de la producción ganadera, en particular lo referente a carne y leche, dos de los más importantes alimentos requeridos por la población.

## Referencias

- Alyson, B., K. Dagang and P.K.R. Nair (2003). Silvopastoral research and adoption in Central America: recent finding and recommendations for future directions. *Agroforestry Systems*. Reino Unido. Vol. 59(2):149-155.
- Benavides, J. (2000). La morera, un forraje de alto valor nutricional para la alimentación animal en el trópico. *Pastos y Forrajes*. Cuba. Vol. 23(1): 1-14.
- Benneker, C. and J. Vargas (1994). Estudio del consumo voluntario de cinco procedencias de matarraton (*Gliricidia sepium*) realizado con ovejas africanas alimentadas con tres dietas diferentes. *Livestock Research for Rural Development*. Colombia. Vol. 6(1):1-8.
- Camero, A. (1995). Experiencias desarrolladas por el CATIE en el uso del follaje de *Erythrina* sp. Y *Gliricidia sepium* en la producción de carne y leche de bovinos. *Agroforestería de las Américas*. Costa Rica. Vol. 2(8):9-13.
- Camero, A. and M. Franco (2001). Improving rumen fermentation and milk production with legume tree fodder in the tropics. *Agroforestry systems*. England. Vol. 51(2):157-166.
- Casado, C., M. Benezra, O. Colmenares and N. Martínez (2001). Evaluación del bosque seco deciduo como recurso alimenticio para bovinos en los Llanos centrales de Venezuela. *Zootecnia Tropical*. Venezuela. 19(2): 139-150.
- Casanovas, E. A. Carranza, C. Caballero, R. Novoa and R. Valera (2004). Efecto de la inclusión de morera (*Morus alba*) en la producción de leche. *Pastos y Forrajes*. Cuba. Vol. 27(2): 147-152.
- Castillo, E., T. Ruiz, G. Crespo, J. Galindo, B. Chongo and J. Hernández (1998). Efecto de la suplementación con caña/urea en machos bovinos que pastan en áreas de pastos asociados totalmente con leucaena. *Memorias. III Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería"*. EEPF "Indio Hatuey". Cuba. P. 232.
- Chesney, P., and N. Vasquez (2007). Dynamics of non-structural carbohydrate reserves in pruned *Erythrina poeppigiana* and *Gliricidia sepium* trees. *Agroforestry Systems*. England. Vol. 69 (2): 89-105.
- Clavero, T. (1996). Las leguminosas forrajeras arbóreas: Sus perspectivas para el trópico Americano. In. *Leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tro-*

- pical. Ed. Tyrone Clavero. Centro de transferencia de tecnología en pastos y forrajes. Maracaibo. Venezuela. Pp. 1-10.
- Clavero, T. (1998). Uso de los árboles forrajeros en la ganadería tropical. In. *Estrategias de alimentación para la ganadería tropical*. Ed. Tyrone Clavero. Centro de Transferencia de Tecnología de Pastos y Forrajes. Maracaibo. Venezuela. pp.101-109.
- Clavero, T. (2001). Valor nutritivo del *Pithecellobium dulce*. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*. Venezuela. Vol. 9 Supl. 1:735-738.
- Clavero, T. and R. Razz (1999). Utilización de la *Leucaena leucocephala* como suplemento en cabras en crecimiento. *Revista Científica, FCV-LUZ*. Venezuela. Vol. 9(3): 228-230.
- Clavero, T. and R. Razz (1999). Utilization of *Acacia mangium* as supplement for growing sheep. *Revista Científica, FCV-LUZ*. Venezuela. Vol 9 (4): 311-313.
- Clavero, T. and R. Razz (1999). Valor nutritivo de la *Gliricidia sepium* en condiciones de bosque seco tropical. *Rev. Cubana Cienc. Agric. Cuba*. Vol. 33:97-100.
- Clavero, T. and R. Razz (2003). The performance of goats browsing *Leucaena leucocephala* in the semi-arid areas of northwest Venezuela. *Revista Científica, FCV-LUZ*. Venezuela. Vol 13(6): 460-463
- Clavero, T., A. Muller and R. Razz (1995). Comportamiento de ovinos suplementados con *Leucaena leucocephala*. *Revista Argentina de Producción Animal*. Argentina. Vol. 15(2): 413-414.
- Clavero, T., E. Miquilena and A. Rodríguez (2001). Mineral contents of *Acacia mangium* under defoliation conditions. *Rev. Fac. Agron. LUZ*. Venezuela. Vol. 18(3): 217-221.
- Clavero, T., F. Romero, R. Razz and A. Rodríguez (1997). Metabolismo del nitrógeno en ovinos suplementados con *Gliricidia sepium*. *Revista Científica, FCV-LUZ*. Venezuela. Vol 7(2):83-85.
- Clavero, T., J. Perez, R. Razz, M. Lemus and F. Palmar (1997). Consumo voluntario y balance de nitrógeno de diferentes raciones de *Leucaena leucocephala* en ovinos. *Revista Científica, FCV-LUZ*. Venezuela. Vol 7(3): 165-168.
- Clavero, T., O. Bando and R. Van Praag (1996). Efecto de la suplementación con *Gliricidia sepium* en vacas lecheras en producción. *Pastos y Forrajes*. Cuba. Vol. 19(1): 89-92.
- Clavero, T., R. Razz, O. Araujo, J. Morales and A. Rodríguez (1997). Metabolismo del nitrógeno en ovinos suplementados con *Leucaena leucocephala*. *Arch. Latinoam. Prod. Animal*. Venezuela. Vol 5 Supl 1: 226-228.

- Combellas, J., L. Ríos, P. Colombo, R. Alvarez and L. Gabaldón (1996). Influence of *Gliricidia sepium* restricted grazing on live weight gain of growing cattle in star grass pastures. *Livestock Research for Rural Development*. Colombia. Vol 8 (4):1-3.
- Cuellar, P., L. Rodríguez and T. Preston (1992). Uso del pizamo (*Eritrina fusca*) como suplemento proteico en dietas de tallo de caña prensado para terneras de levante. *Livestock Research for Rural Development*. Colombia. Vol. 4(1): 1-8.
- Cuellar, P., L. Rodríguez and T. Preston (1996). The foliage tree *Erythrina fusca* as a protein supplement for cattle and as a component of an agroforestry system. *Livestock Research for Rural Development*. Colombia. Vol. 8(1):1-7.
- Delgado, D. and Y. Santos (2002). Determinación del valor nutritivo del follaje de dos árboles forrajeros tropicales: *Brosimum alicastrum* y *Bauhinia galpinic*. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. Cuba. Vol 36(4): 391-395.
- Escobar, A. E. Romero and A. Ojeda (1996). *Gliricidia sepium: El matarratón, un árbol multipropósito*. Editorial Exibris, Venezuela.78p.
- FAO (1999). *Agroforestería para la producción animal en América Latina*. FAO, Roma. Italia.
- Fernández, B. (1994). Evaluación de la vaina de cuji (*Prosopis juliflora*) como suplemento nutricional en bovinos en crecimiento. Tesis de Grado. URU. Venezuela.75 p.
- Ferrer, O., J. Urdaneta, R. Razz and T. Clavero (1996). Evaluación mineral de dos eco tipos de *Leucaena leucocephala* bajo diferentes niveles de fertilización. *Interciencia*. Venezuela. Vol. 21(1):2-6.
- Flores, O., D. Bolivar, J. Botero and M. Ibrahim (1998). Parámetros nutricionales de algunas arbóreas leguminosas y no leguminosas con potencial forrajero para la suplementación de rumiantes en el trópico. *Livestock Research for Rural Development*. Colombia. Vol. 10(1):1-7.
- García, D. and M. Medina (2006). Composición química, metabolitos secundarios, valor nutritivo y aceptabilidad relativa de diez árboles forrajeros. *Zootecnia Tropical*. Venezuela. Vol. 24(3):233-250.
- García, D., F. Ojeda and I. Montejo (2003). Evaluación de los principales factores que influyen en la composición fitoquímica de *Morus alba*. I. Análisis cualitativo de metabolitos secundarios. *Pastos y Forrajes*. Cuba. Vol. 26(4):335-346.
- García, D., M. Medina, J. Umbría, C. Domínguez, A. Baldizan, L. Cova and M. Soca (2006). Composición proximal, niveles de metabolitos secundarios y

- valor nutritivo del follaje de algunos árboles forrajeros tropicales. *Arch. Zootec. España*. Vol. 55(212):373-384.
- González, E. and O. Cáceres (2002). Valor nutritivo de árboles, arbustos y otras plantas forrajeras para los rumiantes. *Pastos y Forrajes*. Cuba. Vol. 25(1):15-20.
- González, E., M. Ortega, J. Arece and O. Cáceres (2001). Efecto de diferentes niveles de morera en el consumo y el crecimiento de cabritas destetadas. *Pastos y Forrajes*. Cuba. Vol. 24(4): 347-352.
- González, J. X. Madrigal, A. Ayala, A. Juárez and E. Gutiérrez (2006). Especies arbóreas de uso múltiple para la ganadería en la región de tierra caliente del estado de Michoacán, México. *Livestock Research for Rural Development*. Colombia. Vol. 18(8):1-4.
- González, J., A. Ayala and E. Gutiérrez (2006). Determinación de fenoles totales y taninos condensados en especies arbóreas con potencial forrajero de la región de tierra caliente Michoacán, México. *Livestock Research for Rural Development*. Colombia. Vol. 18(11): 1-9.
- Hernandez, R. and P. Ponce (2004). Efecto del silvopastoreo como sistema sostenible de explotación bovina sobre la composición de la leche. *Livestock Research for Rural Development*. Colombia. Vol. 16(6).1-4.
- Hernandez, S. and J. Benavides (1995). Potencial forrajero de especies leñosas de los bosques secundarios de El Petén, Guatemala. *Agroforestería de las Américas*. Costa Rica. Vol. 2 (6): 15-22.
- Hess, H. and J. Domínguez (1999). Follaje de nacedero (*Trichanthera gigantea*) como suplemento en la alimentación de ovinos. *Pasturas Tropicales*. Colombia. Vol. 20(3).11-15.
- Hess, H., T.T. Tiemann, F. Noto, S. Franzel, C. Lascano and M. Kreuzer. (2006). The effects of cultivation site on forage quality of *Calliandra calothyrsus* var. Patulul. *Agroforestry Systems*. England. Vol 68(3):209-220.
- Ibrahim, M., A. Schlonveigt, J. Camargo and M. Souza (2001). Multi-strata solvi-pastoral systems for increasing productivity and conservation of natural resources in Central America. Proceeding of the XIX International Grassland Congress. Brazil. P. 645-649.
- Ibrahim, M., F. Holmann, M. Hernandez and A. Camero (2000). Contribution of Erythrina protein banks and rejected bananas for improving cattle production in the humid tropics. *Agroforestry Systems*. England. Vol. 49(3): 245-254.
- Ibrahim, M., M. Franco, D. Pezo, A. Camero and J. Araya (2001). Promoting intake of *Cratylia argentea* as a dry season supplement for cattle grazing Hy-

- parrhenia rufa* in the subhumid tropics. *Agroforestry Systems*. England. Vol. 51(2):167-175.
- Kass, D. and E. Somarriba (1999). Traditional fallows in Latin America. *Agroforestry Systems*. England. Vol. 47(1):13-36.
- Lamela, L. and L. Simon (1998). Utilización de la harina de legumbres de Albizia como suplemento en vacas lecheras. *Pastos y Forrajes*. Cuba. Vol. 21(4): 355-358.
- Lamela, L., C. Maties, C. Fung and R. Valdes (2001). Efecto del banco de proteína de leucaena en la producción de leche. *Pastos y Forrajes*. Cuba. Vol. 24(3):259-264.
- Lamela, L., E. Castillo, J. Iglesias and A. Pérez (2005). Principales avances de la introducción de los sistemas silvopastoriles en las condiciones de producción en Cuba. *Pastos y Forrajes*. Cuba. Vol. 28(1): 47-58.
- Mahecha, L. and M. Rosales (2005). Valor nutritivo del follaje de Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) en la producción animal en el trópico. *Livestock Research for Rural Development*. Colombia. Vol. 17(9):1-11.
- Mahecha, L., J. Escobar, J. Suarez and L. Restrepo (2007). *Tithonia diversifolia* (botón de oro) como suplemento forrajero de vacas F1 (Holstein per Cebu). *Livestock Research for Rural Development*. Colombia. Vol. 19(2):1-7.
- Mahecha, L., M. Cardona, D. Henao, L. Restrepo and M. Olivera (2004). Influence of temporary interruption of suckling on weight at weaning in Zebu calves in silvopastoral systems with supplementation. *Livestock Research for rural Development*. Colombia. Vol. 16(5):1 -6.
- McDowell, L.R., J.H. Conrad, G.L. Ellis and J.K. Loosli (1989). *Minerals for grazing ruminants in Tropical Regions*. Academic Press, Inc. New York. USA. 92 p.
- Mendes, B. (1986). Potential offered by *Prosopis juliflora* pods in the Brazilian semi arid region. The current state of knowledge on *Prosopis juliflora*. *II Internacional Conference on Prosopis Recife*, 25-29 Aug. Brazil, pp.61-62.
- Milera, M. (2006). Sistemas de producción de leche a partir de recursos forrajeros herbáceos y arbóreos. *Pastos y Forrajes*. Cuba. Vol. 29(2): 109-134
- Miquilena, E., O. Ferrer, T. Clavero, R. Razz and M. Medina (2000). Frequency and height of defoliation on the nitrogenous fractions of *Acacia mangium*. *Cuban J. of Agric. Sci*. Cuba. Vol. 34 (1):65-71.
- Murgueitio, E. (2000). Sistemas agroforestales para la producción ganadera en Colombia. *Pastos y Forrajes*. Cuba. Vol. 23(3):235-250.

- Navas, A., M. Laredo, A. Cuesta, H. Anzola and J. Leon (1993). Effect of supplementation with a tree legume forage on rumen function. *Livestock Research for rural Development*. Colombia. Vol. 5 (2): 1-13.
- Ojeda, F., I. Montejó and T. Clavero (2002). Evaluación del potencial nutritivo de *Albizia lebbbeck* deshidratada. *Pastos y Forrajes*. Cuba. Vol. 25(4):305-310.
- Palma, J., M. Aguirre, C. Cardenas and A. Moya (1999). Valor nutritivo de tres leguminosas arbóreas en el trópico seco de México. *Pastos y Forrajes*. Cuba. Vol. 22(1):57-64.
- Pinto, R., L. Ramirez, J. Ku-Vera and L. Ortega (2002). Especies arbóreas y herbáceas forrajeras del sureste de México. *Pastos y Forrajes*. Cuba. Vol. 25(3): 171-180.
- Razz, R., T. Clavero, J. Combillas and T. Ruiz (2004). Respuesta productiva y reproductiva de vacas doble propósito suplementadas con concentrado pastoreando *Panicum maximum* y *Leucaena leucocephala*. *Revista Científica, FCV-LUZ*. Venezuela. Vol 14(6):526-529.
- Razz, R. and T. Clavero (2007). Efecto de la suplementación con concentrado sobre la composición química de la leche en vacas doble propósito pastoreando *Panicum maximum*-*Leucaena leucocephala*. *Revista Científica, FCV-LUZ*. Venezuela. Vol. 17(1):53-57.
- Reyes, N., E. Spornly and I. Ledin (2006). Effect of feeding of *Moringa oleifera* to creole dairy cows on intake, digestibility, milk production and composition. *Livestock Science*. USA. Vol. 98:2-9.
- Reyes, N., S. Ledin and I. Ledin (2006). Biomass production and chemical composition of *Moringa oleifera* under different management regimes in Nicaragua. *Agroforestry Systems*. England. Vol. 66(3): 231-242.
- Roa, M. H. Muñoz, J. Galeano and D. Céspedes (2000). Suplementación alimenticia de vacas doble propósito con morera, nacedero y pasto king grass en el pie de monte llanero, Colombia. *Agroforestería de las Américas*. Costa Rica. Vol. 7(28):8-11.
- Rosales, M. (1997). *Trichanthera gigantea*: A review. *Livestock Research for Rural Development*. Colombia. Vol. 9(4):1-9.
- Rosales, M: and M. Gill (1997). Tree mixtures within integrated farming systems. *Livestock Research for Rural Development*. Colombia. Vol. 9(4): 1-10.
- Sanchez, C. and M. Garcia (1998). Suplementación de *Leucaena leucocephala* en caprinos criados bajo sistemas tradicionales de explotación. *Zootecnia Tropical*. Venezuela. Vol. 16 (1):113-126.
- Santana, M. and M. Medina (2005). Producción de material seca y calidad forrajera de *Cratylia argentea* bajo tres Alturas y edades de corte en bosque húme-

- do tropical. *Livestock Research for Rural Development*. Colombia. Vol. 17(10): 1-13.
- Santana, H., M. Soca, L. Simon and O. Caceres (1998). Efecto del follaje de *Albizia lebbbeck* sobre el valor nutritivo de una dieta de king grass. *Pastos y Forrajes*. Cuba. Vol. 21(1):87-92.
- Soca, M., L. Simon, O. Caceres and A. Francisco (1999). Valor nutritivo del heno de leguminosas arbóreas. I. *Albizia lebbbeck*. *Pastos y Forrajes*. Cuba. Vol. 22(4):353-358.
- Sosa, E., D. Perez, L. Ortega and G. Zapata (2004). Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. *Tec. Pecu. Mex.* México. Vol. 42(2):129-144.
- Torres, A., A. Zerpa and R. Romero (2002). Análisis fenológico cuantitativo, producción de biomasa y efecto en la calidad de la leche bovina de dos modalidades de siembra de bancos de *Leucaena leucocephala* en la zona baja del Edo. Trujillo. *Revista Científica*. Venezuela. Vol. 12 Supl. 2:497-501.
- Urbano, D., C. Dávila and P. Moreno (2006). Efecto de las leguminosas arbóreas y la suplementación con concentrado sobre la producción de leche y cambio de peso en vacas doble propósito. *Zootecnia tropical*. Venezuela. Vol 24 (1). 1-11.
- Urdaneta, J. R. Razz and T. Clavero (2001). Effect of the frequency and height of defoliation on the nutritive value of *Acacia mangium*. *Cuban Journal of Agricultural Science*. Cuba. Vol. 35(2):119-122.
- Zamora, S., J. Garcia, G. Bonilla, H. Aguilar, C. Harvey and M. Ibrahim. (2001). Uso de frutos y follaje arboreo en la alimentación de vacunos en la época seca en Boaco, Nicaragua. *Agroforestería de las Américas*. Costa Rica. Vol. 8(31): 31-38.