

Potencial de la arborea guácimo (*Guazuma ulmifolia*), como componente forrajero en sistemas silvopastoriles

L. Alfonso Giraldo V.

Universidad Nacional de Colombia

A.A. 1779. Fax 2300420.

Medellín. Colombia

E-mail: lagirald@perseus.unalmed.edu.co y conisilvo@epm.net.co

I. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción ganadera tanto de leche, carne como de doble propósito, son importantes para el país por el suministro de bienes de consumo humano (leche y carne principalmente), el empleo y los aportes a la economía de Colombia que generan. Sin embargo, la producción animal basada en el ganado bovino, ha sido fuertemente cuestionada desde el punto de vista ambiental, dado su asociación con la degradación de los ecosistemas causada por la deforestación para establecer pasturas. Debido a ello, existe la necesidad de desarrollar tecnologías ecológicamente sostenibles y que sean económicamente competitivas y atractivas para el productor, para prevenir el acelerado ritmo de la deforestación y para buscar disminuir las extensas áreas de pasturas degradadas, especialmente en las zonas de ladera en Colombia.

Una alternativa, es la integración de árboles, pasturas y animales, en sistemas de producción, cuyo objetivo principal es desarrollar tecnologías que busquen compatibilizar la silvicultura y la ganadería en los sistemas de producción, orientadas a mejorar el nivel alimenticio y productivo de los animales, utilización racional de los recursos y mejorar el desempeño económico y ambiental de la ganadería.

El uso de árboles tiene como objetivo principal la creación de un sistema multiestratificado que imite al bosque tropical y que ayude a asegurar el reciclaje de nutrientes, así como el uso óptimo de la energía solar y otros, mientras proporciona productos y servicios múltiples.

Se ha postulado que los sistemas silvopastoriles, en donde se combinan diversas formas de producción animal con árboles para diferentes propósitos, responden en parte a los problemas de la deforestación y degradación de los ecosistemas y a la sostenibilidad de la ganadería.

Los sistemas silvopastoriles, son de mucha importancia, especialmente en Latinoamérica, en donde la necesidad de la ganadería por pasturas, produce una enorme presión en las áreas de bosques tropicales (Sánchez, 1995). La introducción en fincas de leguminosas arbustivas y/o arbóreas que sean tolerantes al verano, se muestra como una alternativa para aliviar deficiencias nutricionales de bovinos en pastoreo, durante las épocas de sequía, en donde la cantidad de biomasa disponible para el consumo es escasa.

En los próximos años, se deben intensificar las investigaciones en sistemas silvopastoriles, tendientes a la utilización del follaje de las especies leñosas para la alimentación de rumiantes, a entender mejor las interacciones directas árboles/suelos, árboles/pastos y árboles/animales, así como aquellas medidas a través del reciclaje (Giraldo, 1996a).

II. LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES COMO ALTERNATIVA PARA LA GANADERIA

La creciente expansión de la ganadería en diversas zonas, se explica en gran medida, porque la tierra y los bosques húmedos y de las zonas Andinas y secas, han sido percibidos como recursos relativamente abundantes.

La baja productividad y la degradación del ambiente caracterizan las explotaciones pecuarias tradicionales de muchas regiones, en especial las zonas de ecosistemas de bosque húmedo y secos de suelos pobres. Se ha

reconocido el fenómeno y se han descrito los procesos típicos de degradación de pasturas tropicales, cuando son utilizadas especies no adaptadas a las condiciones edafoclimáticas, bióticas y de sistemas de producción de las diferentes zonas agroecológicas prevalentes en zonas ganaderas tropicales (Serraô, 1987; Salinas, 1987).

En países tropicales como el nuestro, las estrategias para el desarrollo de la producción animal del futuro, deberán basarse en mayor grado en los sistemas integrados. Para ello se deben adaptar, investigar y desarrollar los sistemas de producción animal, agrícola y forestal que sean compatibles, buscando minimizar la compra de insumos químicos, reducir la contaminación y la destrucción de los recursos naturales (Giraldo, 1996a).

Bajo la presión de producir alimentos en sistemas que mantengan estables su producción y rentabilidad a largo plazo, sin generar inequidad social y preservando todos los recursos naturales bajo el paradigma de la sostenibilidad, han cobrado especial importancia el uso de árboles forrajeros como fuente viable para la alimentación animal y más recientemente el manejo de sistemas silvopastoriles que integran el uso de pasturas, árboles y animales con diferentes objetivos y estrategias de producción (Giraldo, 1996a).

El gran reto de la ganadería moderna consiste en incrementar la producción de carne y leche en forma acelerada y sostenible, de tal manera que permita suplir la demanda de la población y que, además, garantice la conservación de los recursos naturales y del medio ambiente.

Dentro del esfuerzo en la generación y aplicación de tecnologías apropiadas a las características de nuestro medio, se visualiza la actividad ganadera en sistemas silvopastoriles, que constituyen un enfoque válido, necesario y actual en la capacitación, investigación y transferencia para el desarrollo de la producción animal en nuestro país. Un sistema silvopastoril, es cualquier situación donde se desarrollen conjuntamente árboles o arbustos con pasturas y animales, en un manejo integral cuyo objetivo principal sea incrementar el beneficio neto por hectárea a largo plazo (Giraldo, 1996a).

Las principales características deseables de los árboles de uso múltiple, son: existencia de uno o más productos distintos de la madera; permitir el crecimiento de las plantas debajo del dosel; tener efectos favorables sobre la conservación de los suelos y capacidad para resistir podas repetidas y buena habilidad de rebrotes (Giraldo, 1996a).

Sin embargo, aún hace falta información y documentación bien caracterizada a largo plazo en nuestro medio, que permita aumentar los conocimientos sobre las interacciones entre árboles/pasturas y/o animales.

Se ha postulado que los sistemas silvopastoriles, en donde se combinan diversas formas de producción animal con árboles para diferentes propósitos, responden en parte a los problemas de la deforestación y degradación de los ecosistemas y a la sostenibilidad de la ganadería. Los árboles fijadores de nitrógeno aparecen como particularmente prometedores para reducir el proceso de degradación, e intensificar en forma sostenible la producción de proteína de origen animal (Borel, 1987).

Los sistemas silvopastoriles deberán incluir el uso de especies arbóreas, herbáceas y germoplasma animal, adaptados a las condiciones bióticas y abióticas prevalentes, en tal forma que permitan incrementar la productividad animal de una manera acelerada, sostenida y estable. De esta manera, los sistemas silvopastoriles representan una posibilidad de mejora de la productividad y la estabilidad de los sistemas de uso de la tierra en diferentes ecosistemas del país. Sin embargo, el aporte de los árboles al sistema no ha sido cuantificado en nuestro medio. En consecuencia parece necesario identificar y diseñar sistemas silvopastoriles y evaluarlos tanto en prototipos como en fincas de áreas representativas de diferentes ecosistemas.

El potencial de los sistemas silvopastoriles para la producción animal es alto, si se tiene en cuenta que las leñosas perennes, como componentes fundamentales de los sistemas, pueden estar constituidas por árboles

forrajeros de gran diversidad biológica. El mayor potencial se encuentra en las especies de la familia leguminosa; sin embargo, casi cualquier especie de árbol es potencialmente apta dependiendo de las características ambientales y socioeconómicas locales, así como de las especies a asociar, del arreglo de componentes y de la función para la cual se incluye (Giraldo 1996b).

En los sistemas silvopastoriles, las interacciones entre los componentes son de mucha importancia, debido a que condicionan el éxito del sistema y proveen los principales puntos de intervención del hombre para su manejo (Borel, 1987).

III. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL GUÁCIMO

El guácimo, es un árbol de la familia *Sterculiaceae*, de porte pequeño a mediano, que puede alcanzar hasta 15 m de altura. De copa redonda y extendida. Su tronco es torcido y ramificado, con hojas simples, alternas, ovaladas a lanceoladas. Sus flores pequeñas y amarillas, se agrupan en panículas en la base de las hojas. Sus frutos son cápsulas verrugosas y elípticas, negras cuando están maduras, con numerosas semillas pequeñas y duras. Crece bien en zonas cálidas con temperaturas promedios de 24 °C, de 700 a 1500 mm de precipitación/año y desde el nivel del mar a los 1200 msnm. Se da en suelos de texturas livianas y pesadas, con buen drenaje, no pedregosos y pH superior a 5.5 (Silvoenergía, 1986).

Se usa para leña, siendo fácil de rajar y secar, resiste la pudrición, tiene buena producción de brasas, calor y poco humo. Se ha empleado para la fabricación de carbón. Su madera se emplea para postes en cercas y varas para construcciones rurales. Sus rebrotes, se pueden usar para la producción de varas tutoras o de sostén de cultivos agrícolas. También se puede utilizar su madera en carpintería, ebanistería y en la fabricación de cajas de embalaje (Silvoenergía, 1986).

Sus hojas y frutos son palatables y comestibles para el ganado. Las hojas poseen cerca de un 17% de proteína bruta, con una digestibilidad *in vitro* de 40-60% (Silvoenergía, 1986).

IV. POTENCIAL FORRAJERO DEL GUÁCIMO

En los sistemas silvopastoriles la producción total de biomasa es usualmente mayor que la de los monocultivos. Un monocultivo de gramíneas forrajeras se calcula que produce entre 10-12 ton/ha/año de materia seca (Gosz *et al*, 1978; Pezo, 1982). Sin embargo, la producción total de biomasa comestible en los sistemas silvopastoriles es mayor que la encontrada en pastos solos, debido a un mejor aprovechamiento del espacio vertical, tanto aéreo como subterráneo, que supone una mayor captación de nutrientes y energía (Benavides, 1983).

En el cuadro 1 se puede apreciar como, la presencia de los árboles leguminosos en las pasturas incrementan la producción de materia seca disponible total (árboles + pastura), con respecto al tratamiento sin la presencia de árboles; así se manifiesta la ventaja de la presencia de los árboles dentro de las pasturas, sin que ello represente una disminución de la productividad animal, como es la creencia común (Giraldo, 1996a).

Cuadro 1: Efecto del asocio de árboles leguminosos sobre la disponibilidad de la materia seca.

Tratamiento	Materia seca ofrecida (Kg/ha/año)
Solo pasto	4019 c
Pasto + árboles	4160 ab
Pasto + ganado	4240 b
Pasto + ganado + árboles	4518 a

Valores con diferente letra son diferentes ($P < 0.07$).

FUENTE: CATIE, 1991.

Las interacciones entre los componentes de los sistemas silvopastoriles, dependerá de las especies seleccionadas, de la densidad del componente arbóreo, del arreglo espacial y del manejo aplicado (Giraldo y Vélez, 1993).

V. RECICLAJE DE NUTRIENTES EN SISTEMAS SILVOPASTORILES BASADOS EN GUÁCIMO

Según la especie y las condiciones edáficas, los árboles pueden llegar a horizontes más profundos del suelo, absorber nutrientes y retornarlos a la superficie con la caída natural del follaje, ramas y frutos (Budowski, 1981).

Rusco 1983, en Costa Rica, encontró un aporte de biomasa de 23 ton MS/ha/año, mediante una poda anual en plantaciones con 280 árboles/ha de *Erythrina poeppigiana*, que aportan 331 kg de nitrógeno, 32 de fósforo, 156 de potasio, 319 de calcio y 86 de magnesio.

Esto indica, el potencial económico en el uso de fertilizantes químicos. Si además, la especie arbórea es maderable, es muy importante el crecimiento del fuste, ya que retiene cantidades altas de nutrimentos que serán luego importados del sistema con la cosecha.

Evaluaciones realizadas en sistemas silvopastoriles naturales (cuadro 2), bajo utilización por animales bovinos en Pinto (Magdalena), a 1100 msnm, 28°C en zona de bs-T, en pasturas de *P. maximum*, asociado con una gran diversidad de árboles, entre los que sobresalen Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), en diferentes densidades de árboles y área de cobertura de la sombra que proyecta la copa de los árboles, condicionando el área de sombra proyectada sobre la pastura, muestran aportes importantes de nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio.

Cuadro 2: Aportes de elementos nutritivos de árboles de Guácimo (*G. ulmifolia*) al suelo, en un sistema silvopastoril natural, con tres densidades de árboles, Pinto (Magdalena).

Densidad de arboles	(Kg/Ha)		
	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Alta	35.51a (69.21)a*	2.18a (3.27)a	2.91b (33.54)a
Medio	33.08a (62.77)a	2.04a (3.19)a	4.84a (32.53)a
Baja	10.30b (26.89)b	0.99a (1.66)a	2.03b (14.09)a

Letras diferentes difieren ($P < 0.05$).

*Entre paréntesis datos del invierno.

FUENTE: Adaptado de Botero *et al.*, 1995.

Los valores de potasio, son más altos a los encontrados con el carbonero que es una leguminosa, siendo un nutrimento muy importante para la pastura de guinea (*P. maximum*), parte que puede ser reciclado por medio de los árboles de guácimo.

Se ha documentado, como el efecto de los árboles sobre los suelos en los diferentes sistemas silvopastoriles se traduce en un incremento de la fertilidad, este efecto es más marcado cuando los árboles alcanzan tamaños mayores (Isichei y Muoghalu, 1992).

VI. EL FOLLAJE DE GUÁCIMO COMO POTENCIAL PARA LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

Se han identificado una gran diversidad de especies arbóreas y arbustivas, con alto potencial para alimentación animal en sistemas silvopastoriles, o como bancos de proteína en diferentes zonas y para diferentes condiciones edafoclimáticas. Se pueden mencionar *Acacia sp. (auriculiforme, albida, tortilis, mangium)*, *Albizia falcataria*, *alnus sp.* (especialmente acuminata), *Anacardium occidentale*, *Cajanus cajan*, *Calliandra spp.*, (principalmente *callothyrsus*), *Cassia spp.* (principalmente *siamea*), *Casuarina equisetifolia*, *Cordia alliodora*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Erythrina spp. (Poepigiana, fusca etc.)*, *Gliricidia sepium*, *Inga spp.*, *Leucaena leucocephala*, *Mimosa scabrella*, *Parkia, spp.*, *Parkinsonia aculeata*, *Pithecellobium dulce*, *Samanea saman* y *Terminalia spp.* (Labelle, 1987; Young, 1989).

En la zona de Pinto (Magdalena), evaluaciones realizadas en varias fincas, muestran producciones de forraje de guácimo altas, dependiendo del número de árboles por hectárea, cuadro 3.

Sin embargo, esto puede estar relacionado además, con el tamaño, edad y otras medidas dasométricas de los árboles.

Datos del CATIE (1986), indican que el guácimo, es una especie que rebrota muy bien después de podarla y que produce buena cantidad de biomasa comestible para los animales.

Cuadro 3: Densidad de árboles y producción de forraje de guácimo, en varias fincas de Pinto Magdalena*.

Parametro	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4
# Arboles/ha	20	12	10	10
Prod. forraje (kg MS/ha)**	1224	734	612	536

*Muestras 20, cada uno de 1ha.

**Promedio de tres árboles.

En la costa Norte del país, a mayor tamaño del árbol de guácimo, produce mayor biomasa comestible, en parte explicado por la alta concentración de materia seca en su follaje, cuadro 4.

Cuadro 4: Producción de biomasa de árboles de Guácimo, de distintos tamaños, Pinto (Magdalena).

Tamaño árbol*	Kg fv/árbol	MS(%)	Kg ms/árbol
Grande (Fuste mayor 2.35 m.)	169	44	74
Mediano (Fuste entre 1.2-2.35 m.)	106	46	49
Pequeño(Fuste menor 1.2 m.)	4.5	38	1.7

*Número arboles muestreados tres.

En general, el mayor potencial entre las arbóreas, se encuentra en las especies leguminosas. Así por ejemplo, *Gliricidia sepium* tiene 35% de MS, 25% de proteína cruda y 2% de energía metabolizable/Kg de MS. *Erythrina poeppigiana* tiene valores similares (23% de MS, 25% de proteína y 2% de EM), en cambio el pasto guinea (*P. maximum*), tiene 19.5% de MS, 10.7% de proteína y 2% de energía metabolizable (Giraldo, 1996a).

Se reconoce que los forrajes de los árboles y arbustos, muestran valores de proteína cruda relativamente altos, dependiendo de la especie y tipo de árbol, en Costa Rica se reportan contenidos de proteína cruda por encima de 14% en varias especies consideradas como promisorias para incluirlas en sistemas silvopastoriles, cuadro 5.

Cuadro 5: Composición química, fraccionamiento de la fibra y consumo de forrajes de tres árboles en sistemas silvopastoriles, Costa Rica.

Variable	Leucaena	Matarratón	Guácimo
Proteína Cruda (%)	25.0	25.8	14.7
FDN (%)	47.8	43.5	49.5
FDA (%)	28.5	26.2	31.4
Consumo MS (% peso vivo)	0.512b	0.868a	0.709a

Medias con letra distinta son diferentes ($P < 0.05$)

FUENTE: Adaptado de Pezo *et al.*, 1990.

Cuadro 6: Contenido de proteína cruda de árboles de guácimo en un sistema silvopastoril natural, con tres densidades de árboles, Pinto (Magdalena).

DENSIDAD DE ÁRBOLES	Guácimo (<i>G. ulmifolia</i>)	
	VERANO	INVIERNO
Alta	10.40a	18.30a
Media	8.45a	5.49a
Baja	9.78a	14.57

Letras iguales en la columna, no difieren ($P < 0.05$).

FUENTE: Adaptado de Botero *et al.*, 1995.

En Pinto (Magdalena), los valores de proteína cruda para guácimo en sistemas silvopastoriles, asociados con pasto guinea, muestran cifras modestas para el guácimo, colocándolo como especie promisoría para sistemas silvopastoriles, cuando se trata de cubrir deficiencias en los aportes de nitrógeno aportadas por el pasto guinea en verano (3.8% PC), para la fermentación ruminal, cuadro 6.

La fibra, representada en el grupo de carbohidratos como aquellos presentes en la estructura de las membranas celulares del forraje de guácimo (FD o fibra propiamente dicha), conocidos como carbohidratos estructuras, los que forman parte de la pared celular, tales como celulosa, hemicelulosa y lignina, muestra valores menores a los reportados para forrajes de gramíneas en climas cálidos (por encima de 65% de FDN) y los que se localizan en el protoplasma de la planta (FDA), nombrados

como carbohidratos solubles, presentes en el interior de la célula tales como almidones, azúcares y pectinas muestra valores relativamente adecuados en las tres densidades de árboles en Sistemas Silvopastoriles, (cuadro 7)

Cuadro 7: Contenido de FDA y FDN del guácimo en un sistema silvopastoril natural, con tres densidades y áreas de copa de los árboles, Pinto (Magdalena)

DENSIDAD DE ÁRBOLES	FDA		FDN	
	INVIERNO	VERANO	INVIERNO	VERANO
Alta (3667a)	41.71a	48.84a	45.88a	42.98a
Testigo (2795b)	44.99a	41.96a	52.28a	44.68a
Baja (1546c)	45.94a	33.56a	9.62a	37.77a

Entre paréntesis área de la copa de los árboles (m²).

Letras iguales no difieren (P<0.05).

FUENTE: Adaptado de Botero *et al.*, 1995.

Sin embargo, el valor nutritivo de los árboles varía en los diferentes componentes de la biomasa arbórea: las hojas presentan mayores concentraciones de nutrientes que las ramas y los tallos, la variación también se ha relacionado con la edad y con la posición en el árbol: las hojas jóvenes son más ricas en proteínas que las viejas y estas además presentan porcentajes de digestibilidad bajos, debido a las concentraciones mayores de lignina y posiblemente de taninos (Benavides, 1991). En Pinto, el tamaño del árbol, está muy relacionado con su composición química, cuadro 8.

En nutrición animal de rumiantes, los estudios de degradación ruminal *in situ*, usando la técnica de la bolsa de nylon, permiten estimar la degradación de los forrajes a nivel ruminal, seleccionar forrajes que maximicen la síntesis de proteína microbiana en el ecosistema ruminal y utilizar la información en modelos dinámicos de digestión que permiten simular el consumo de forrajes por los animales.

Cuadro 8: Composición química y degradabilidad ruminal del guácimo en función del tamaño del árbol.

Tamaño árbol*	P. Cruda(%)	Fda(%)	Drisms(%)**
Grande (Fuste mayor 2.35 m.)	15	46	69
Mediano (Fuste entre 1.2-2.35 m.)	14	45	94
Pequeño (Fuste menor 1.2 m).	23	27	85

*Número árboles muestreados tres.

**Digestibilidad ruminal *in situ* a 48 horas de incubación intra ruminal.

La degradabilidad ruminal *in situ*, para el pasto guinea creciendo en sistemas silvopastoriles con guácimo y otros, en Pinto durante el verano, es muy baja (alrededor del 40%) a las 96 horas de incubación intra ruminal, independientemente de la densidad de árboles en el sistema silvopastoril.

En época de invierno, la degradabilidad de la MS es mayor respecto al verano (65% para densidad alta y baja, en cambio 57% para densidad media o testigo a las 96 horas de incubación ruminal). Adicionalmente, la velocidad de degradación es muy lenta, lo cual indica que la cantidad de energía que puede ser extraída del forraje durante el tiempo que permanece en el rumen es poca.

Para el forraje comestible del guácimo en verano, es mayor la degradabilidad ruminal de los árboles en la densidad alta (80% a las 72 horas de incubación intra ruminal) y más rápida (mayor pendiente), a pesar de tener menor fracción soluble (33% a las seis horas de incubación). La degradabilidad ruminal de la biomasa comestible del árbol de guácimo, varía dependiendo del tamaño del árbol y de la posición de las ramas dentro del árbol, cuadro 9.

La degradabilidad inicial o solubilidad ruminal, es media en todos los casos. El potencial de aporte energético es menor en los árboles pequeños (con fuste menor de 1.2 m), dado la baja tasa de degradación de la MS.

Cuadro 9: Parámetros de la dinámica digestiva ruminal, en tres tamaños de árboles de guácimo, en Pinto (Magdalena).

Parametro ruminal	Tamaño del árbol		
	Grande ¹	Mediano ²	Pequeño ³
Degradabilidad Ruminal(%)	69.3	94.3	85
Degradabilidad inicial (%)	15.3	16.4	13.6
Tasa de degradación(%/hora)	0.182	0.125	0.066
Tiempo medio degradación(horas)	3.8	5.5	10.5

1 Fuste mayor 2.35 m.

2 Fuste entre 1.2-2.35 m.

3 Fuste menor 1.2 m.

Los árboles de tamaño mediano (longitud de fuste entre 1.2 y 2.35 m), muestran los mejores parámetros ruminales, lo que los mostraría con mayor potencial de uso en suplementación animal.

VII. CARACTERÍSTICAS DASOMETRICAS DE LOS ÁRBOLES DE GUÁCIMO EN SISTEMAS SILVOPASTORILES

La producción de madera o leña son otros productos importantes que se puede obtener de los sistemas silvopastoriles. Se ha reportado como los árboles de guayaba producen hasta 69 m³/ha de leña o 148 esteros/ha (Somarriba, 1990). La materia verde gruesa (MVG), representa el potencial de leña de una arborea en los sistemas silvopastoriles.

En Pinto (cuadro 10), los resultados muestran como los árboles grandes llenan el requisito de tener un DAP superior a 35 centímetros, que es el mínimo para elaborar una troza. La madera del guácimo, tiene un poder calórico de 18400 kj/kg. La madera posee una gravedad específica de 0.45-0.65 g/c³ (CATIE, 1986), lo que significa una madera de características duras y de fácil laboreo. Se han reportado en guácimo, rendimientos entre 2-5 ton/ha/año de leña seca (Silvoenergía, 1986).

Cuadro 10: Algunas medidas dasométricas en dos tamaños de árboles de guácimo, en Pinto (Magdalena).

TAMAÑO ÁRBOL	LONGITUD FUSTE		C.V.	DAP	C.V
	(m)	N	(%)	(m)	(%)
Grande	2.35	3	14.8	0.37	8.3
Mediano	1.21	3	7.4	0.16	15.4

Se evidencia, como el guácimo es una alternativa para ser incorporada en los sistemas silvopastoriles, dado su producción de biomasa, su composición química y evaluación nutricional preliminar, sin embargo es indispensables intensificar su investigación en el país.

AGRADECIMIENTOS: Al Comité de Investigaciones y Desarrollo Científico (CINDEC), de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, por el apoyo económico y logístico.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- BENAVIDES, J. 1983. Investigación en árboles forrajeros. En: Curso corto intensivo sobre técnicas agroforestales con énfasis en la medición de parámetros biológicos y socioeconómicos. Contribuciones de los participantes. Comp. Babar. Turrialba, Costa Rica. CATIE. (Mimeogr). p. irr.
- BOREL, R. 1987. Sistemas silvopastoriles para la producción animal en el trópico y uso de árboles forrajeros en alimentación animal. En: Memorias VI Encuentro Nacional de Zootecnia. Cali. Octubre 18-31/87. 24 p.
- BOTERO, J.; DAVID, P. ; Y SILDARRIAGA, J. 1995. Efecto de Tres Densidades de Arboles en el Potencial Forrajero de Un Sistema Silvopastoril Situado en Bosque seco Tropical. Tesis Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 105 p.
- BUDOWSKI, G. 1981. Algunas ventajas y desventajas de sistemas agroforestales (presencia simultánea o secuencias de árboles asociados con cultivos y/o plantas forrajeras) en comparación con cultivos no arbóreos. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 4 p.
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑAÑA. CATIE. 1986. Silvicultura de especies promisorias para producción de leña en América central: resultados de cinco años de investigación. Serie Técnica. Informe Técnico N1 86.
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑAÑA. CATIE. 1991. SISTEMAS silvopastoriles para el trópico húmedo bajo: Segundo Informe Anual. Turrialba, Costa Rica. CATIE/CIID. 170 p.
- GIRALDO L.A. 1994. Manejo y utilización sostenible de pasturas. 20 Edición. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 323 p.
- GIRALDO L.A. Y VÉLEZ, G. 1993. El componente animal en los sistemas silvopastoriles. Industria & Producción Agropecuaria. AZOOEDA. Medellín. Vol. 1 (3):27-31

- GIRALDO L. A. 1996A. Efecto de tres Densidades de Arboles en el Potencial Forrajero de un Sistema Silvopastoril Natural. IN: Memorias Seminario Internacional Sistemas Silvopastoriles: Casos Exitosos y su Potencial en Colombia. Santafé de Bogotá, La Dorada, Santa Marta: Noviembre 27-29/Diciembre 1 de 1995. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Pag: 57-72.
- GIRALDO L. A. 1996B. El papel de la Agroforestería en la Producción Animal y el Medio Ambiente. IN: Memorias Primer Seminario Nacional Agroambiental. El manejo ecológico de la producción y la sanidad agropecuaria. Medellín, Agosto 21 al 23 de 1996. Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. pag:51-67.
- GOSZ, J; HOLMES, R.; LIKENS, G. AND BORMAN, F. 1978. El flujo de energía en un ecosistema de bosque. *Investigación y Ciencia*. (20):46-57.
- ISICHEI, A. MUDGHALU, J. 1992. The effects of tree canopy cover on soil fertility in a Nigeria Savanna. *Journal of Tropical Ecology*. 8:329-338.
- LABELLE, R. 1987. Agroforestry: General concepts, early work and current initiatives. A review of the literature. ICRAF, Working paper N- 46 (Kenia). 53 p.
- PEZO, D. 1982. El pasto base de la producción bovina. En: Aspectos nutricionales en los sistemas de producción bovina. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Serie materiales de enseñanza N- 7 p. 87-109.
- PEZO, D.; KASS, M.; BENAVIDES, J.; ROMERO, F. Y CHAVES, C. 1990. Potential of legume tree fodders as animal feed in Central America. In: Shrubs and tree fodders for farm animals. (1989, Denpasar, Indonesia). Proceeding of a Workshop. Ed. por C. Devendra. Ottawa, Canadá. IDRC. p. 163-175.
- RUSSO, O. 1983. Fijación de nitrógeno en sistemas agroforestales via árboles de uso múltiple. En: Curso corto sobre metodologías de investigación Agroforestal en el trópico húmedo. Cali, Colombia. Trabajos presentados. CATIE 11p.
- SALINAS, J. 1987. Experiencias sobre recuperación de áreas degradadas con pasturas en el Trópico Húmedo. En: Curso-Taller sobre establecimiento, mantenimiento y producción de pasturas en la selva Peruana. INIAA-IVITA-CIAT, Pucallpa. p: 161-186.
- SÁNCHEZ, P. 1995. Hacia dónde va la Agroforestería ? Agroforestería en las Américas. Año 2 No 5. Enero-Marzo 1995:4-5. Turrialba, Costa Rica.
- SERRAÓ, E. 1987. Pasturas mejoradas en área de bosque en el trópico húmedo brasileño: Conocimientos actuales. En: Memorias VI Encuentro Nacional de Zootecnia. Cali, Colombia. Octubre 1987. 43 p.
- SILVOENERGÍA (CATIE), 1986. Silvicultura de especies promisorias para la producción de leña en América Central. Serie Técnica. Informe Técnico No 86. Turrialba. Costa Rica.
- SOMARRIBA, E. 1990. Pasture growth and floristic composition under the shade of guajava (*Psidium guajava*) trees in Costa Rica. *Agroforestry Systems (Netherlands)*, 6:153-162.
- YOUNG, A. 1989. Agroforestry for soil conservation. Oxon. Reino Unido. CAB. 276 p.