

20641
Z cop

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

Reg. 027334

17 MAYO 2006



Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria



Programa Nacional de
Transferencia de Tecnología
Agropecuaria

Establecimiento de Sistemas Silvopastoriles para Clima Medio de Santander y Norte de Santander



Boletín Técnico

**Fabián Jiménez Arango
Jairo Alvarado Gómez
Hernando Castro Ardila
Luz Alba Luna Geller
Henry Mateus Echeverría
Víctor M. Moreno Jeréz**

Bucaramanga, 2003



CONTENIDO

Agradecimientos	4
Presentación	5
Introducción	7
Antecedentes	9
Metodología	13
Resultados y Discusión	17
Conclusiones	35
Referencias Bibliográficas	37

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su reconocimiento al Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria "PRONATTA", por el aporte de recursos económicos para la realización de la investigación y de este documento.

A los propietarios de las fincas por su colaboración para el establecimiento de los diferentes arreglos silvopastoriles.

A los auxiliares de técnico de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria "Corpoica", por su dedicación y colaboración en todo el proceso del proyecto.

Al personal administrativo de la Regional Siete de Corpoica, por su colaboración en los trámites presupuestales, los cuales facilitaron el proceso.

PRESENTACION

Las innovaciones tecnológicas, especialmente las del sector pecuario y más concretamente las de ganadería, han conducido a un deterioro del aparato productivo, siendo más marcado el efecto sobre el recurso natural: suelo, agua y medio ambiente.

Conscientes de esta situación, los profesionales y técnicos de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Bucaramanga, han adelantado una serie de investigaciones en sistemas silvopastoriles, los cuales se han convertido en una solución para sustituir, a largo plazo, las demandas por productos de bosque natural y a corto plazo, como productores de leña, frutos, follaje para los animales y cortinas rompevientos. Además, no sólo mejoran los rendimientos de carne y leche, sino que incrementan la rentabilidad de la explotación a través de una relación óptima costo/beneficio sin atender contra el medio ambiente.

Es de gran utilidad para el país, esta nueva publicación, en la cual se recopilan los resultados de la investigación en el establecimiento de sistemas silvopastoriles realizada para clima medio de Santander y Norte de Santander y el efecto de éstos, sobre las propiedades físicas y químicas de los suelos, composición botánica de la pradera, producción de forraje y valor nutritivo de la misma.

Los autores esperan que este material se convierta en una fuente útil de consulta para los técnicos y ganaderos del Nororiente colombiano y que sirva de base para trabajos posteriores relacionados con esta temática.



Fabián Jiménez Arango
Director Corpoica San Gil



Asistencia día de campo sobre sistema silvopastoril *Psidium guajava*



INTRODUCCION

En la actualidad las empresas ganaderas del país enfrentan el reto de posicionar en el mercado productos con estándares de calidad y nivel de costos que permitan competir exitosamente con los productos que se ofrecen en el mercado internacional. Para afrontar este reto, es necesario plantear estrategias tecnológicas que permitan disminuir en forma significativa el efecto de la estacionalidad de las lluvias sobre la disponibilidad de forraje y la productividad de los suelos. Estos dos factores representan los limitantes tecnológicos principales de la industria ganadera en el país.

De allí que el gran reto de esta industria, consista en aumentar la producción por unidad de superficie en forma acelerada pero sostenida, para suplir las demandas de la población, constituyéndose los sistemas silvopastoriles en una alternativa para mejorar no sólo los aspectos antes mencionados, sino para incrementar la rentabilidad de la explotación y la relación beneficio/costo, a través de los ingresos adicionales que produce el sistema por la venta de fruta y/o madera.

Para evaluar los efectos antes mencionados en los valles interandinos de clima medio de Santander y Norte de Santander se desarrolló un trabajo de investigación con los siguientes objetivos:

- Determinar los cambios físicos - químicos del suelo, en los diferentes arreglos.
- Evaluar el efecto de la distancia de siembra de las arbóreas sobre la producción y calidad de la biomasa de la pradera.
- Determinar los incrementos de peso y/o leche en bovinos de doble propósito en pastoreo en el sistema silvopastoril.
- Generar la matriz de costos directos e indirectos asociados al establecimiento de los sistemas silvopastoriles.



ANTECEDENTES

El esquema de apertura económica e internacionalización de los mercados por el que atraviesa el país, implica que las actividades productivas deben mejorar su eficiencia de producción, si quieren vivir en un ambiente económico más competitivo (Rivas, 1995). Esto enmarca claramente, el reto al que se enfrenta la ganadería colombiana, de ser competitiva y, por lo tanto, eficiente.

Eficiencia que debe ser concebida en un esquema diferente al tradicional, es decir, mediante sistemas de producción agroforestales que mantengan o incrementen los rendimientos productivos por unidad de área, pero que conserven los recursos naturales y protejan el medio ambiente (Mahecha, 2002).

Hasta el momento, los sistemas más estudiados y en los que existen mayor número de reportes han sido los sistemas asociados con árboles y/o arbustos leguminosos, en donde se da un mayor número de interacciones entre los componentes. No obstante, es necesario tener en cuenta que el éxito en el funcionamiento de estos sistemas depende del conocimiento que se tenga de las interacciones que se generan, las cuales darán las pautas para un manejo correcto de los mismos (Mahecha, 2002).

Entre las especies arbustivas investigadas en Colombia (Mahecha, 2002), consideradas como potenciales por su alto valor nutritivo o servicios multipropósito dentro de los sistemas silvopastoriles, se encuentran las acacias (*Acacia* sp.), el nacedero (*Trichantera gigantea*), El poró (*Erythrina poeppigiana*), la leucaena (*Leucaena leucocephala*), el algarrobo (*Prosopis juliflora*), el chachafruto (*Erythrina edulis*), el pízamo (*Erythrina fusca*), el guácimo (*Guazuma ulmifolia*), el matarratón (*Gliricidia sepium*), el orejero (*Enterolobium cyclocarpum*), el flor amarillo (*Cassia spectabilis*) y botón de oro (*Tithonia diversifolia*).

En los sistemas silvopastoriles se pueden utilizar árboles y/o arbustos que proporcionen al ganadero ingresos adicionales por la venta de fruta o

madera fina (Gutiérrez, 2003); sin embargo, los árboles leguminosos o fijadores de nitrógeno (AFN) son los más recomendados por aspectos, como (Botero, 1999):

- Fijan nitrógeno en el suelo debido a su capacidad de tomarlo de la atmósfera, a través de la simbiosis con bacterias en sus raíces, y por medio del aporte de materia orgánica hecha al suelo a través de la caída periódica, estacional, natural o provocada de hojas, flores, frutos, ramas y raíces muertas.
- Pueden mejorar las condiciones físicas del suelo (porosidad y densidad aparente).
- Los animales pueden consumir las legumbres o frutos, aprovechando sus nutrimentos, escarifican las semillas que contienen y las dispersan en las heces.
- Un alto porcentaje de gramíneas de piso crecen mejor bajo la sombra de la copa de los árboles.
- Producen mayor cantidad de forraje y tienen una mayor calidad nutritiva (menor contenido de ligno-celulosa y mayor contenido de proteína), comparadas con las gramíneas que crecen a plena exposición solar.

Los árboles en sistemas agroforestales cumplen funciones ecológicas de protección del suelo disminuyendo los efectos directos del sol, el agua y el viento (Montagnini, 1992). También pueden modificar las características físicas como su estructura, la capacidad de intercambio catiónico y la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y potasio (Yung, 1989). Además, el sistema radicular extendido y profundo, aumenta el área disponible para captar agua y nutrientes (Gutiérrez, 1995).

En estudios realizados por Gómez (1997), se encontró que se aumenta la productividad vegetal y animal sin incrementar los insumos cuando se utilizan sistemas silvopastoriles con *Trichantera gigantea*, *Gliricidia sepium* y *Tithonia diversifolia*, además, conservan la pradera con buena calidad por el efecto del microclima y minimizan la escorrentía del agua y la pérdida de suelo.

La mayor presencia de materia orgánica en el suelo y el microclima (humedad y temperatura) creado por la presencia de árboles, favorece la



actividad biológica de la micro y macro fauna, lo que resulta en una mayor mineralización y disponibilidad de N en el suelo. Además, la materia orgánica que es incorporada paulatinamente al suelo por la acción de la endofauna, contribuye a mejorar la estabilidad del suelo y la capacidad de infiltración de agua (Mahecha, 2002).

El *Trichantera gigantea* tiene un rango de adaptación muy amplio y, por lo tanto, posee una gran capacidad de adaptarse a diferentes ecosistemas. Crece en suelos profundos, aireados y de buen drenaje, principalmente cerca los nacimientos de agua y de allí su nombre vulgar de "Nacedero". Su producción promedio de forraje verde (t/ha) oscila entre 8.43 a 17.14, dependiendo de la distancia de siembra y altura de corte.

Los análisis de laboratorio revelan un contenido de proteína cruda de 17%, un FDA de 18% y altos contenidos de calcio y fósforo que lo hacen ideal para animales en lactancia. En follaje fresco se encuentran fenoles en proporción de 450 ppm (expresado como ácido caféico) los cuales pueden llegar a niveles de 33.000 ppm sin causar síntomas de toxicidad.

Los árboles de *Psidium guajava* se utilizan en sistemas silvopastoriles, principalmente en Santander, donde la vegetación herbácea de mayor proporción está constituida por la gramínea *Paspalum sp.* En este sistema, la leñosa perenne cumple dos funciones:

- Una productiva que aporta postes para cercas, leña como combustible, frutos para comercialización en plazas e industria del bocadillo, alimento de rumiantes y animales silvestres.
- Otra de servicios, como: sombra para la protección de animales, reciclaje de elementos nutritivos a través del ramoneo y consumo de frutos caídos al suelo y mejoramiento de la materia orgánica del suelo por medio de los frutos, hojas y corteza que se desprende del tronco (Moreno, 1999).



Psidium guajava dos años de establecimiento



METODOLOGIA

Antes de establecer los experimentos, se realizaron reuniones en cada localidad con los técnicos de las región, para hacerlos partícipes del proceso. Las fincas fueron seleccionadas en las veredas de mayor influencia ganadera (Tabla 1).

En cada una de ellas se utilizó como mínimo un predio de 1.5 hectáreas para establecer las arbóreas o arbustivas seleccionadas por el productor. Se emplearon las distancias de siembra de 7x7, 8x8 y 10x10 metros en un diseño experimental de bloques completos al azar con tres tratamientos por tres repeticiones. Se utilizó material vegetativo de la zona, el cual fue fertilizado de acuerdo con el análisis de suelos.

El experimento se inició con la homogenización de la pradera a través de una guadañada general, seguida de la apertura de los huecos en el suelo, conforme al diseño experimental.

Durante el proceso de investigación, se tomó la siguiente información:

A) Antes del establecimiento de las arbóreas

- Análisis químico de suelos (completo)
- Análisis físico de suelos (densidad aparente, densidad real, porosidad)
- Composición botánica de la pradera expresada en porcentaje como peso total de la muestra.

- Análisis bromatológico de la pradera (proteína, FDA, y DVIVMS)

B) En el periodo de establecimiento de las arbóreas

- Cada tres meses y a partir de los 30 centímetros de altura, se determinó el crecimiento y diámetro de las arbóreas en los diferentes tratamientos, hasta llegar a una altura promedio por tratamiento de dos metros, en la cual se hizo el descope y se introdujeron los animales para iniciar la toma de datos relacionados con incremento de peso y producción de leche.

C) En la fase de producción

- Las praderas se sometieron a pastoreo rotacional con periodos de ocupación y descanso de acuerdo con el desarrollo de la pradera y las condiciones de cada localidad.
- Antes de entrar los animales, por primera vez a pastoreo, se tomaron muestras de suelo y forraje de cada uno de los tratamientos, conforme con la metodología diseñada por la red internacional de pastos y forrajes tropicales. Este mismo procedimiento se siguió al terminar la investigación.
- Durante toda la fase de pastoreo, la cual se inició a partir de dos metros de altura de las arbóreas, se tomaron muestras de forraje antes de cada periodo de ocupación para determinar las fluctuaciones de biomasa y materia seca.
- El comportamiento relacionado con incrementos de peso y producción de leche se determinó de acuerdo con las condiciones propias de cada explotación, ya que en algunas de éstas, los mismos fueron evaluados cada ocho días y en otros, cada 30.



- En las localidades donde no se introdujeron animales, se calculó el incremento de peso con base en la energía metabolizable de la pradera.
- Para la comparación de medias de biomasa, incrementos de peso y producción de leche se utilizó la prueba de Duncan.

Tabla 1. Localización y arbóreas establecidas por localidad.

MUNICIPIO	VEREDA	ARBOREA	GRAMINEA PISO	a. s. n. m.
Piedecuesta	Volador	Leucaena (<i>Leucaena leucocephala</i>)	<i>Cynodon nlemfuensis</i> <i>Brachiaria decumbens</i>	1.060 m
Matanza	Bulcaré	Aro (<i>Trichantera gigantea</i>)	<i>Paspalum sp</i> <i>Melinis minutiflora</i>	1.620 m
Oiba	San Pedro	Guayabo (<i>Psidium quajava</i>)	<i>Paspalum sp</i>	1.550 m
Cúnti	La Cantera	Guayabo (<i>Psidium quajava</i>)	<i>Brachiaria decumbens</i>	1.410 m
Guadalupe	Sabaneta	Guayabo (<i>Psidium quajava</i>)	<i>Paspalum sp</i>	1.170 m



Pradera testigo *Brachiaria decumbens*



Trazado del lote.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento del suelo

El análisis comparativo de las características físicas y químicas del suelo antes de iniciar la investigación y dos años después de establecidos los sistemas silvopastoriles, permite observar cambios en estas variables de evaluación, las cuales se indican a continuación:

Cambio en las características físicas

En Oiba, Curití, Piedecuesta y Matanza se incrementó la densidad aparente en todos los tratamientos con relación a la situación inicial; sin embargo, en ninguno de ellos se presentaron problemas de compactación, ya que la porosidad oscila entre 40.08% para el caso de Piedecuesta y 58.50% en Matanza (Tabla 2).

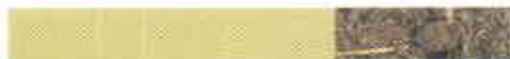
En Guadalupe, los valores de la densidad aparente son menores a 1.0 g/cc durante toda la fase de investigación, apreciándose el efecto benéfico del sistema radicular de las arbóreas sobre el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo, principalmente en lo relacionado con la porosidad, la cual se incrementa en forma ostensible en todos los tratamientos (Tabla 2).



Toma de una muestra de suelo.

Tabla 2. Análisi físico de los suelos.

LOCALIDAD	DIST. SIEMBRA m	DENSIDAD		POROSIDAD %
		Aparente g/cc	Real g/cc	
OIBA	Inicial	1.04	2.62	60.29
	24 meses después de establecido el sistema			
	7x7	1.20	2.59	53.60
	8x8	1.10	2.58	57.30
	10x10	1.10	2.53	56.52
CURITI	Inicial	0.91	2.35	61.27
	24 meses después de establecido el sistema			
	7x7	1.38	2.62	47.33
	8x8	1.24	2.65	53.21
	10x10	1.26	2.61	51.72
GUADALUPE	Inicial	0.89	2.50	64.40
	24 meses después de establecido el sistema			
	7 x 7	0.76	2.43	68.72
	8 x 8	0.82	2.46	66.67
	10 x 10	0.84	2.39	64.85
PIEDEQUESTA	Inicial	1.24	2.56	51.43
	24 meses después de establecido el sistema			
	7x7	1.53	2.62	41.60
	8x8	1.35	2.61	48.28
	10x10	1.57	2.62	40.08
MATANZA	Inicial	1.06	2.54	58.26
	24 meses después de establecido el sistema			
	7x7	1.09	2.55	57.25
	8x8	1.05	2.53	58.50
	10x10	1.24	2.53	50.99



Cambio en las características químicas

La materia orgánica en Oiba y Guadalupe (Tabla 3), se incrementó en todos los tratamientos con relación a la situación inicial, quedando la misma, en niveles de medio a alto, debido lo más probable, a las altas precipitaciones que se registraron durante la fase de investigación, lo cual aceleró el proceso de descomposición de la biomasa de la pradera y las arbóreas.

Así mismo, el pH se considera fuertemente ácido con leves incrementos al terminar el proyecto y los niveles de fósforo se incrementan en todos los tratamientos, guardando una correlación con los aumentos de materia orgánica.

En Curití (Tabla 3), la materia orgánica tuvo tendencia a disminuir en todos los tratamientos, como consecuencia del pH ácido (4.4 - 4.8) y una mayor descomposición ocasionada por las altas temperaturas.

En Piedecuesta y Matanza (Tabla 3), la materia orgánica y los niveles de fósforo se incrementan en todos los tratamientos, principalmente el último

Tabla 3. Características químicas de los suelos

Localidad	Tto	pH	MO %	P	Al	Ca	Mg	K	Na	ClC	Fe	Cu	Mn	Zn	B	
					C mol/kg										mg/kg	
Oiba	Inicial	4.9	2.7	4.4	2.5	0.9	0.1	0.12	0.1	5.9	391	0.5	0.7	1.0	0.14	
	24 meses después de establecido el sistema															
	7X7	4.6	4.1	8.0	2.0	0.7	0.1	0.08	0.3	5.6	510	0.5	0.9	1.9	ND	
	8X8	4.3	6.0	5.0	4.2	0.8	0.1	0.10	0.2	8.8	638	0.4	0.8	1.4	0.82	
10X10	4.4	7.6	8.0	4.7	0.5	0.1	0.06	0.3	8.5	626	0.5	1.0	1.4	0.45		
Guadalupe	Inicial	4.7	3.8	4	1.7	2.1	0.2	0.17	0.1	5.9	579	1.3	5.7	1.9	0.16	
	24 meses después de establecido el sistema															
	7X7	4.4	6.7	9.0	1.1	1.4	0.3	0.16	0.5	4.1	828	1.6	2.0	4.3	1.22	
	8X8	4.5	4.7	8.0	1.2	0.6	0.2	0.10	0.3	2.9	628	0.3	8.1	3.0	1.87	
10X10	4.5	6.8	13.0	1.1	2.0	0.6	0.19	0.5	5.0	996	2.0	16.9	3.5	1.0		
Curití	Inicial	4.8	4.1	2.0	2.3	1.6	0.3	0.43	0.2	5.6	620	2.3	7.3	1.1	0.05	
	24 meses después de establecido el sistema															
	7X7	4.9	3.7	15.0	0.9	3.1	0.6	0.76	0.4	7.4	521	2.0	23.4	4.4	0.80	
	8X8	4.4	3.7	12.0	2.0	1.1	0.2	0.41	0.4	9.7	743	1.3	9.6	1.7	0.55	
10X10	4.8	3.8	16.0	1.6	2.4	0.8	0.89	0.4	9.6	586	1.4	21.2	2.0	0.32		
Piedecuesta	Inicial	5.0	1.3	2.0	0.4	1.27	0.3	0.10	0.1	2.3	204	0.7	1.8	0.3	0.16	
	24 meses después de establecido el sistema															
	7X7	5.6	1.3	36		3.69	0.66	0.13	0.07		261	0.5	8.44	1.08	0.27	
	8X8	5.5	1.7	23		2.19	0.60	0.26	0.07		121	0.46	3.19	0.64	0.25	
10X10	5.4	1.8	73		2.29	0.40	0.08	0.08		200.4	0.73	1.73	2.16	0.09		
Matanza	Inicial	4.5	3.7	1.0	1.7	0.63	0.20	0.21	0.1	4.5	157	0.37	4.0	0.4	0.22	
	24 meses después de establecido el sistema															
	7X7	4.4	3.3	11	1.2	2.4	0.5	0.26	0.3	5.4	188	0.2	1.1	3.8	0.52	
	8X8	4.5	3.7	11	1.2	1.5	0.3	0.17	0.1	4.3	186	0.4	3.8	1.2	0.72	
10X10	4.5	3.2	14	1.7	1.0	0.3	0.16	0.1	4.5	161	0.2	2.5	0.9	0.70		

elemento, el cual tuvo aumentos de 120% en promedio, en el primero de los municipios mencionados.

En general, puede afirmarse que en clima medio los mayores cambios en la características químicas del suelo se presentaron en la materia orgánica, fósforo y relación calcio: magnesio.



Vivero *Psidium guajava*



Incorporación hojarasca



Comportamiento de las arbóreas

La guayaba "tipo pera", establecida en Oiba, tuvo un crecimiento promedio por mes muy lento (5.4 cm), siendo éste mayor en la variedad criolla (9.8 a 11.0 cm); sin embargo, el crecimiento del diámetro de la base de las dos variedades fue igual (0.19 cm).



Identificación del diámetro de base del tallo *Psidium guajava*

Las dos variedades de guayaba utilizadas en la investigación son altamente apetecidas por los bovinos de ahí la necesidad de protegerla de los animales durante la fase de crecimiento.



Protección *Psidium guajava* con cerca eléctrica

En la plantación de *Trichantera gigantea* establecida en Matanza, se lograron crecimientos promedio mes de sólo 2.1 centímetros, lo que concuerda con otras investigaciones realizadas en el país, donde se ha encontrado que la altura ideal para cosechar dicha arbórea, oscila entre 60 y 100 centímetros, los cuales se alcanzan aproximadamente a los nueve meses de sembrada.



Sistema Silvopastoril *Brachiaria sp* y *Psidium guajava*



Sistema Silvopastoril *Paspalum sp* *Psidium guajava*

Producción de forraje en kilogramos de materia seca por hectárea.

Con excepción de Guadalupe y Oiba, en clima medio las producciones de forraje verde por hectárea se incrementaron en forma ostensible en todas las localidades con relación a la situación inicial, debido probablemente, al mejoramiento de las características químicas del suelo, principalmente en los aspectos relacionados con contenido de materia orgánica y fósforo.

En Matanza y Piedecuesta (Figuras 1 y 2), las producciones de materia seca por unidad de superficie al terminar la fase de investigación (24 meses) fueron superiores a las reportadas inicialmente, las cuales son de 1511 y 976 kg/ha, obteniéndose incrementos de 53.8 y 222.3% en la producción de forraje con la distancia de 7x7 metros.

En Curití (Figura 4), los incrementos de materia seca son notorios por la incorporación de las arbóreas, ya que inicialmente las producciones son de 1233 kg/ha/corte y, 24 meses después de establecido el sistema se incrementaron en 111% en promedio.

En Oiba, (Figura 5), disminuye la producción de forraje con relación a la situación inicial, debido probablemente a un descenso del pH, el cual pasó de ácido a extremadamente ácido, incrementándose el aluminio intercambiable en más de 2.0 meq/100 gramos de suelo.



Marco para determinar cobertura en praderas



Determinación producción de materia seca

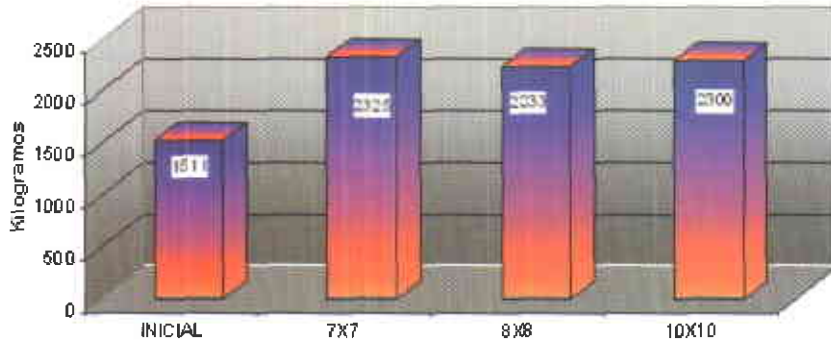


Figura 1. Producción de forraje (kg/Ms/ha) Matanza

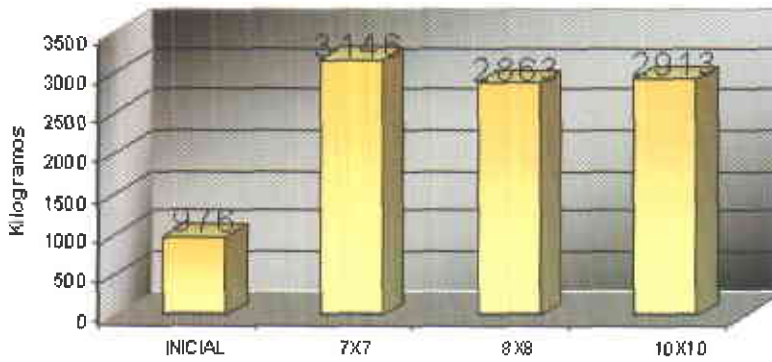


Figura 2. Producción de forraje (kg/Ms/ha) Piedecuesta

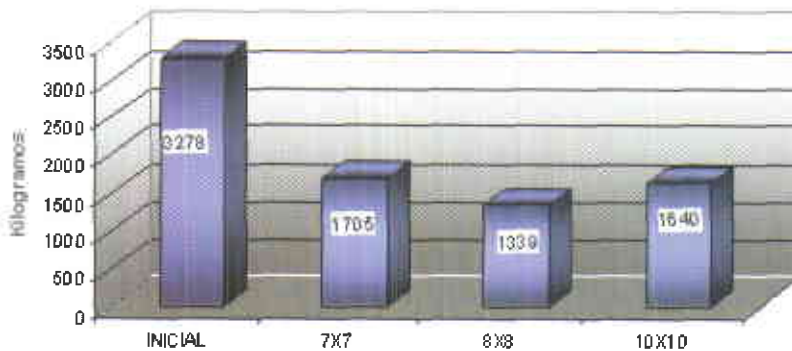


Figura 3. Producción de forraje (kg/Ms/ha) Guadalupe

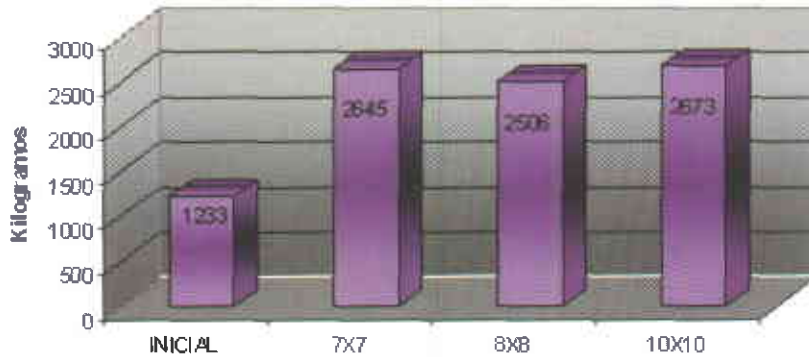


Figura 4. Producción de forraje (kg/Ms/ha) Curiti

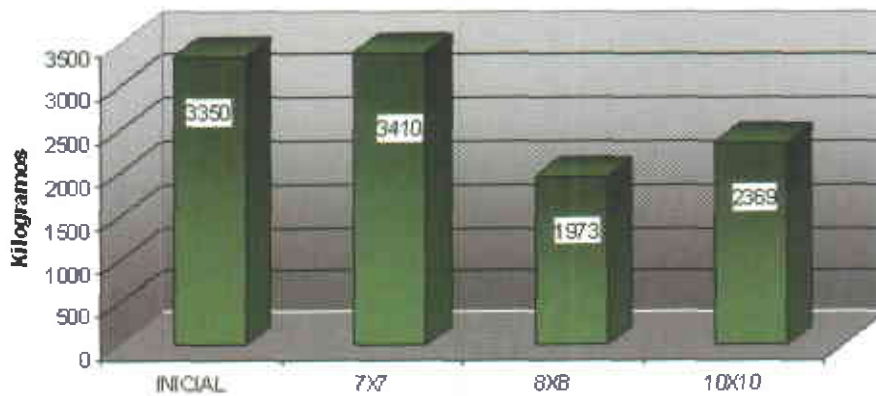


Figura 5. Producción de forraje (kg/Ms/ha) Oiba

Composición botánica de la pradera

En Oiba las distancias de siembra no ejercen un efecto directo sobre la composición de la pradera ya que inicialmente el 96.3% de la misma estaba conformada por gramíneas del género *Paspalum sp*, con 0.6% de leguminosas, principalmente *Desmodium sp* y 3.1% de malezas (*Andropogon bicornis*). Esta proporción se mantuvo estable durante todo el proceso, sin presentarse diferencia significativa entre los tratamientos.



De los 1233 kilogramos de materia seca por hectárea que produjo inicialmente la localidad de Curití, el 100% estaba conformado por *Brachiaria decumbens* y al finalizar el ensayo, la proporción continuaba igual en todos los tratamientos.

En Matanza, la pradera presentó una composición inicial conformada por *Melinis minutiflora* (75%), *Paspalum sp* (5%), *Cynodon nlemfuensis* (8%) y el 12% restante, *Pteridium aquilinum*; al terminar la fase de investigación las producciones de materia seca por tratamiento, presentaba 89% de gramíneas y 11% de malezas, en promedio, sin hallarse diferencia significativa entre los tratamientos.

En Piedecuesta se presentó una situación similar, ya que al inicio de la investigación la pradera estaba compuesta por una asociación de *Brachiaria decumbens* (29%), *Cynodon nlemfuensis* (50%), 12% de leguminosas y 9% de malezas y al salir los animales de pastoreo, la proporción se encontró en 29, 48, 8 y 15% para *Brachiaria*, *Cynodon*, leguminosas y malezas, respectivamente.



Sistema Silvopastoril.

Al finalizar la fase experimental en Guadalupe, las malezas se incrementaron en 17.6% en el tratamiento 8x8 metros con relación a la situación inicial, pero en los otros dos tratamientos la composición botánica continuó homogénea.

Comportamiento bromatológico de la pradera

Conocida la producción de forraje de la pradera y su composición botánica, se evaluó su comportamiento bromatológico analizando los contenidos de proteína cruda, fibra en detergente ácido y digestibilidad verdadera in vitro de la materia seca.

Independientemente de la distancia de siembra, el *Paspalum sp* establecido en Oiba (Figura 6), presentó un contenido promedio final de proteína de 8.72%, un FDA de 44.30% y una energía digestible de 2.02 Mcal/kg, que llena los requerimientos de mantenimiento y producción de las terneras que pastoreaban la pradera, pero su digestibilidad fue supremamente baja (45.85%) y de allí que las ganancias de peso en los animales fueron del orden de 318 gramos/día en promedio.

En esta localidad la proteína disminuyó en todos los tratamientos con relación a la situación inicial, debido a que cuando se tomó la primera muestra, el potrero sólo tenía veinte días de descanso y el tiempo transcurrido entre la finalización del proyecto y la toma de la muestra final fue de sesenta días.

En Guadalupe y Curití (Figuras 7 y 8)), los contenidos de proteína, FDA y DVIVMS son muy similares entre los tratamientos, siendo mayores los niveles de proteína en las praderas nativas (*Paspalum sp*) ubicadas en Guadalupe, las cuales poseen en promedio 3% de leguminosas nativas, pero el *Brachiaria decumbens* establecido en la segunda localidad, presenta un contenido promedio más alto de energía y digestibilidad.

En cuanto a Piedecuesta y Matanza (Figuras 9 y 10), los resultados del análisis bromatológico indican que la asociación de gramíneas y leguminosas establecidas en el primero de los municipios está mal



manejada, ya que su digestibilidad fue de 38.2%, en promedio, debido al alto contenido de FDA (47.0%) y, por ello, se sugiere establecer periodos de descanso más cortos en las praderas. En el segundo de los municipios, los contenidos de proteína, FDA energía y digestibilidad fueron muy similares entre los tratamientos y no se observó efecto de la distancia de siembra sobre la composición de la pradera.



Psidium guajava - Paspalum sp

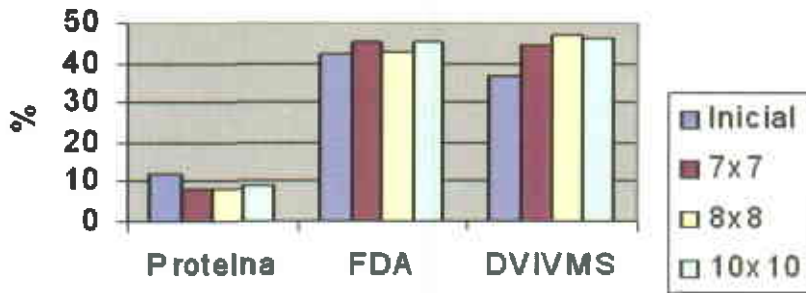


Figura 6. Análisis Bromatológico. Oiba

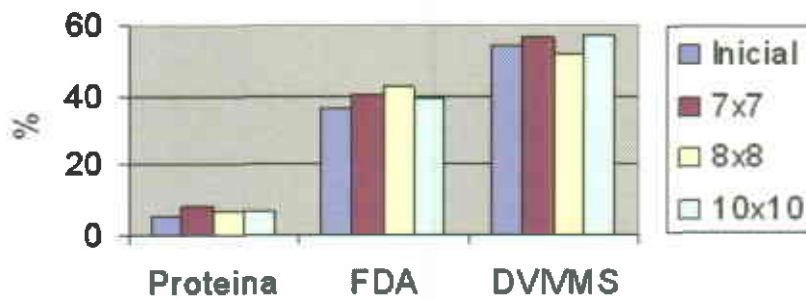


Figura 7. Análisis Bromatológico. Curiti

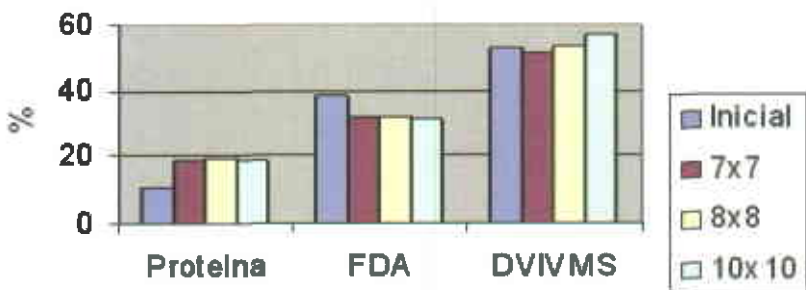


Figura 8. Análisis Bromatológico. Guadalupe

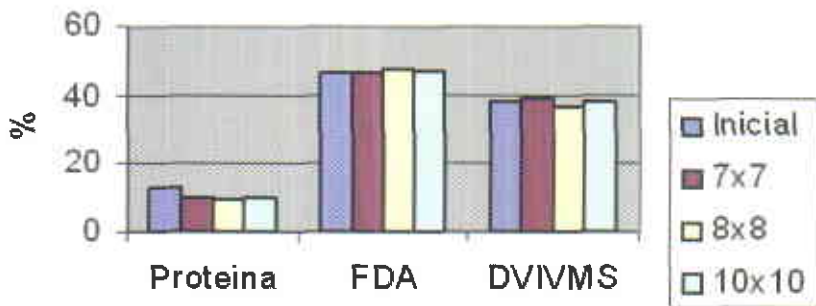


Figura 9. Análisis Bromatológico. Piedecuesta

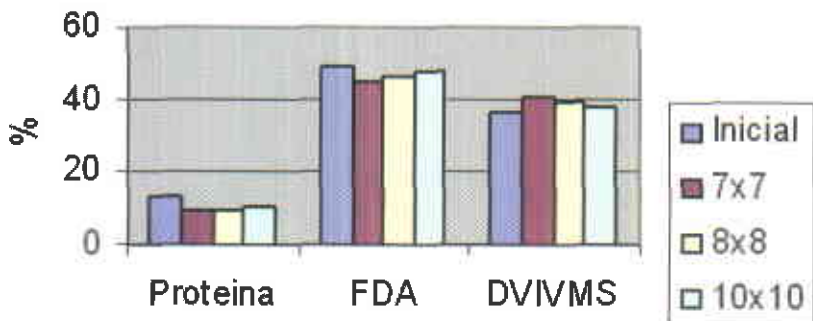


Figura 10. Análisis Bromatológico. Matanza

Ganancia de peso

Luego de un pastoreo completo en el municipio de Oiba, los mayores incrementos de peso (345 g/día) se alcanzaron en el tratamiento 10x10 metros, el cual no difiere estadísticamente de los tratamientos 7x7 y 8x8 metros. Las mayores ganancias obedecen a un mejor balance nutricional del tratamiento 10 x 10 en cuanto proteína y energía se refiere.

En Piedecuesta (Figura 11), los incrementos de peso por animal día fueron de 611, 555 y 657 gramos/día para los tratamientos 7x7, 8x8 y 10x10, respectivamente y no se presentó diferencia significativa entre los mismos y en Matanza (Figura 12), las ganancias de peso fueron menores, ya que en el tratamiento 10x10 metros se alcanzaron incrementos de 606 g/día, con relación a 549 y 513 g/día que se lograron con los tratamientos 7x7 y 8x8, respectivamente.

En Curití y Guadalupe no fue posible introducir animales por el lento desarrollo que presentaban las arbóreas; sin embargo, se calculó la

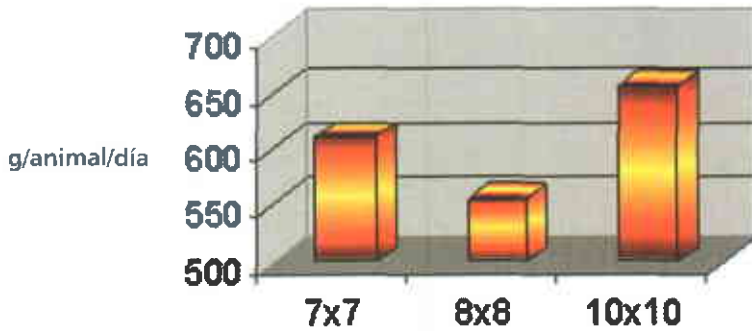


Figura 11. Ganancia de Peso. Piedecuesta

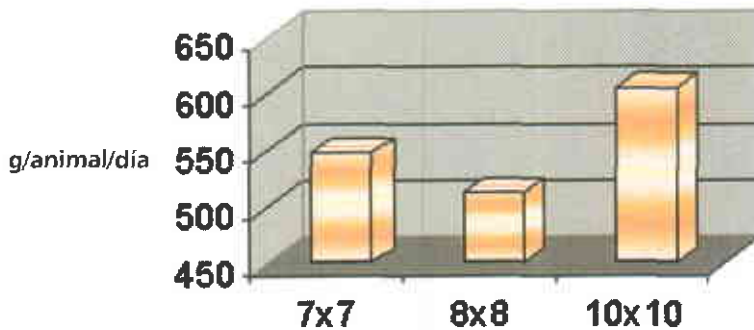


Figura 12. Ganancia de Peso. Matanza



ganancia promedio de peso para novillos de 350 kilos de peso vivo, con base en la energía metabolizable de la pradera, encontrándose que estos fueron de 623 y 687 g/día. Estos datos se muestran a continuación.

Ganancia de peso

$$\text{CMS}: 0.026 W$$

$$\text{EM}_m : 8.3 + 0.091 W$$

$$\text{EM}_p : \text{EM}_t - \text{EM}_m$$

$$\text{Eg} : \frac{\text{EM}_p \times 0.0435 \times \text{MS}}{1.05}$$

$$\text{Gpv} : \frac{\text{Eg}}{6.28 + 0.3 \text{ Eg} + 0.0188 W}$$

CMS : Consumo materia seca.

EM_t : Energía metabolizable total.

EM_m : Energía metabolizable de mantenimiento.

EM_p : Energía metabolizable producción.

Eg : Energía ganancia.

Gpv : Ganancia de peso vivo.

W : Peso del animal.

Costos de establecimiento

Para establecer las arbóreas se tuvieron en cuenta los costos directos e indirectos, encontrándose que la *Leucaena leucocephala* establecida en Piedecuesta presentó unos costos totales por árbol de \$4124.00, con relación a \$6917.00 que se requieren en Guadalupe para el establecimiento de un árbol de *Psidium guajava* (Tabla 4).

Tabla 4. Costos de establecimiento de las arbóreas de clima medio.

Concepto	Unidad	Guadalupe	Piedecuesta
		<i>Psidium guajava</i>	<i>Leucaena leucocephala</i>
		\$	\$
Costos directos			
Plántula	Unidad	1000	300
Preparación suelo		810	1050
Correctivos	Kg	300	125
Fertilizantes	Kg	1841	660
Herbicidas	Lts		
Insecticidas	Kg	500	50
Maderos	Unidad		705
Alambre 16	Kg		
Aisladores	Unidad		
Aplicación insecticidas y/o	Jornal	450	
Aplicación fertilizantes y/o	Jornal		150
Plateo	Jornal	450	150
Riego	Jornal		
TOTAL COSTOS DIRECTOS		5351	3190
Costos indirectos			
Intereses 28.5% efectivo anual por 6 meses		763	455
Administración 5% de costos directos		268	160
Imprevistos 10% de costos directos		535	319
TOTAL COSTOS INDIRECTOS		1566	934
TOTAL COSTOS		6917	4124



Para una hectárea, de *Leucaena leucocephala* los costos fueron de \$833.048.00, \$643.344.00 y \$412.400.00 para los tratamientos 7x7, 8x8 y 10x10 metros y en el caso de *Psidium guajava* los mismos son de \$1'397.234.00, \$1'079.052.00 y \$691.700.00.

Si bien es cierto que los costos de establecimiento son altos, se ven compensados con los incrementos en la producción de leche y ganancias de peso por animal día, con relación a los animales testigo o que pastorean una pradera en monocultivo.

CONCLUSIONES

El largo período de tiempo requerido para que los árboles tengan la altura promedio y el diámetro necesario para que el ramoneo de los animales no los destruya, hace costoso el establecimiento de un sistema silvopastoril, por la protección de los árboles con cerca de púa o eléctrica.

Las propiedades físicas de los suelos en su estado inicial y dos años después, se consideran apropiadas para un sistema de producción agropecuaria.

Los principales cambios en las propiedades químicas del suelo tienen relación con los incrementos de materia orgánica y el fósforo. Así mismo, disminuye en forma gradual la relación calcio:magnesio.

Las arbóreas empleadas en la presente investigación se caracterizan por su crecimiento desuniforme, debido a la no selección genética de los árboles semilleros.

Psidium guajava tipo "pera" y *Trichantera gigantea*, presentaron el menor crecimiento promedio, por mes, entre todas las arbóreas estudiadas.

La composición botánica de la pradera no se ve afectada por la distancia de siembra de las arbóreas.

En clima medio la asociación gramínea *Leucaena leucocephala* y gramínea *Trichantera gigantea*, permiten incrementos de peso superiores a los 500 gramos/animal/día.

Las praderas de clima medio se caracterizan por sus altos contenidos de ligno celulosa, baja digestibilidad de la materia seca y niveles medios de energía digestible.

Los costos de establecimiento de un sistema silvopastoril oscilan entre \$4.124 y \$6.917 por árbol, lo que trae como consecuencia unos costos por hectárea de \$833.048.00 y \$1'397.234.00 cuando se emplean las arbóreas *Leucaena leucocephala* y *Psidium guajava* con una distancia de siembra de 7x7 metros.

Se estima que al estabilizarse el sistema silvopastoril en cualquiera de sus modalidades, los costos serán similares a los de la tecnología del productor, pero los beneficios serán superiores con la técnica recomendada, ya que se reduce el efecto negativo de la carga de calor sobre el consumo y producción animal.

Los sistemas silvopastoriles incrementan los ingresos de los productores por venta de fruta y mayores ganancias de peso y producción de leche.

Una forma de establecer un sistema silvopastoril con mayor eficiencia, tanto técnica como económica, es a través de un sistema agrosilvopastoril, estableciendo la pradera cuando el árbol alcanza completamente su desarrollo.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRIL, C.; SANDOVAL, J. 1999. Recuperación y conservación de praderas de clima frío mediante fertilización orgánica y biológica en Málaga, Santander. Tesis Facultad de Ciencias Agropecuarias, programa de Zootecnia. Universidad Industrial de Santander. Málaga. 82p.

ANGULO, J.; RODRÍGUEZ, I.; MAHECHA, L. 2003. Aceptabilidad del follaje de Acacia mangium por novillas y vacas adultas cebú. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 16: Suplemento. Medellín. 27p.

ARC. 1978. *En: Aportes energéticos y sistemas de alimentación de los rumiantes.* Editorial Acribia, Zaragoza (España). 129p.

ARCOS, J. 2003. Conferencia sobre sistemas silvopastoriles. Bogotá, D.C.

BOTERO, R.; RUSSO, R. 1999. Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales. *En: Agroforestería para la producción animal en América Latina.* FAO. Roma. p 171-192.

CARDONA, M.C.; SUÁREZ, S. 1996. Utilización de Leucaena en bancos de proteína y en asocio con gramíneas. *En: Silvopastoreo: Alternativa para mejorar la sostenibilidad y competitividad de la ganadería Colombiana.* Corpoica, Bogotá, D.C. p91-108.

DUCHAUFOR. 1965. Fertilidad de Suelos. *En: Propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos.* Fenalce. Bogotá, D.C. 22p.

FERNÁNDEZ, J.; ZAPATA, A.; GIRALDO, L. (sf). Uso de la Acacia decurrens como suplemento alimenticio para vacas lecheras, en clima frío de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional. Medellín. 8p.

GIL, I. 2000. Uso ganadero de Prosopis. Escuela IPEM. Número 104.

GIRALDO, L. 1995. Casos exitosos y su potencial en Colombia. Conferencia presentada en el Seminario Internacional en Sistemas Silvopastoriles. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Bogotá, D.C.

GIRALDO, L.; BOLIVAR, D. (sf). Evaluación de un sistema silvopastoril de *Acacia decurrens* asociada con pasto *Pennisetum clandestinum*, en clima frío de Colombia. Medellín. 7p.

GÓMEZ, M.E. 1997. Matarratón (*Gliricidia sepium*) En: Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. CIPAV. Cali. p14-66.

GUTIERREZ, M. 1995. Agriculturas para la vida, Cali. 62p.

HERNÁNDEZ, L. J. 2003. Utilización de *Trichantera gigantea* como suplemento en bovinos de doble propósito. SEPAS. San Gil. 13p.

LAREDO, M.; CUESTA, A. 1988. Tabla de contenido nutricional en pastos y forrajes de Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Bogotá, D.C.

LAREDO, M. 1993. Tablas de contenido nutricional. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Bogotá, D.C.

MAHECHA, L. 2002. El Silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 15:2. Medellín. p226-231.

MAHECHA, L. 2003. Importancia de los sistemas Silvopastoriles y principales limitantes para su implementación en la ganadería Colombiana. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 16:1. Medellín. 11-17p.

MATEUS, H. 1998. Informe actividades Plan de Modernización tecnológica de la ganadería bovina colombiana. Corpoica, Bucaramanga. 24p.

MONTAGNINI, F. 1992. Sistemas Agroforestales: Principios y aplicaciones en los trópicos. Organización para estudios tropicales. San José. 662p.



MORENO, V.; LATORRE, S. 1999. Evaluación del sistema silvopastoril guayaba grama natural en la hoya del río Suárez. Boletín Corpoica. Bucaramanga, 37p.

RAMÍREZ, H. 1998. Evaluación agronómica de dos sistemas Silvopastoriles integrados por pasto estrella, Leucaena y Algarrobo forrajero. Facultad Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional. Bogotá, D.C.

RAMÍREZ, R. 1997. Propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos. Fenalce. Bogotá, D.C. 22p.

RIVAS, L. 1995. Desarrollo de los sistemas de producción bovina en Colombia. *En: Memorias Seminario Internacional sobre estrategias de mejoramiento genético en la producción bovina tropical.* Medellín. 1-16p.

RODRÍGUEZ, I.; LONDOÑO, J.; CAMPOS, P.; MAHECHA, L. 2003. Evaluación de la ganancia de peso y condición corporal de vacas cebú gestantes, en sistemas silvopastoriles de *Acacia mangium* y *Brachiaria humidicola*. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 16: Suplemento. Medellín. 27p.

SADEGHIAN, S.; RIVERA, J.; GÓMEZ, M.E. 1999. Impacto de la ganadería sobre las características físicas, químicas y biológicas de suelos en los Andes de Colombia. *En: Agroforestería para la producción animal en América Latina.* FAO. Roma. 123-142p.

URIBE, A. F. 1996. Silvopastoreo: Alternativa para mejorar la sostenibilidad y competitividad de la ganadería colombiana. Corpoica. Bogotá, D.C. 294 p.

WOOD, P. J.; BURLEY, J. 1995. Un árbol para todo propósito: Introducción y evaluación de árboles de uso múltiple para Agroforestería. IICRAF - IICA, San José, Costa Rica. No. 27, 180 p.

YUNG, A. 1989. Agroforestry for soil conservation. ICRAF.