

# ANÁLISIS DE LA RELACION PLANTA-ANIMAL DESDE EL PUNTO DE VISTA NUTRICIONAL EN UN SISTEMA SILVOPASTORIL DE *Cynodon plectostachyus*, *Leucaena leucocephala* y *Prosopis juliflora* EN EL VALLE DEL CAUCA

Liliana Mahecha<sup>1</sup> - Carlos V. Durán<sup>2</sup> -  
Mauricio Rosales<sup>3</sup>

## COMPENDIO

Se evaluó la relación, en términos de disponibilidad y calidad del forraje, comportamiento animal, consumo voluntario y producción de leche a través del año. Se encontró mayor variación en la disponibilidad y calidad nutritiva de *C. plectostachyus* que en *L. leucocephala* en diferentes épocas del año. El sistema silvopastoril ofreció 29.9 t MS/ha/año, 4.3 t proteína/ha/año, 70222 Mcal de energía metabolizable/ha/año, 142.33 kg de calcio/ha/año y 88.81 kg de fósforo/ha/año. Las variaciones en el forraje y la suplementación, determinaron cambios significativos en el comportamiento, consumo de los animales y producción de leche. Sin embargo, hubo influencia de factores tales como hábitos de comportamiento de los animales, estado del tiempo y manejo de los potreros.

**Palabras clave** : sistema silvopastoril, *Cynodon plectostachyus*, pasto estrella, *Leucaena leucocephala*, leucaena, *Prosopis juliflora*, algarrobo, disponibilidad de forraje, calidad nutritiva, consumo voluntario, comportamiento animal, producción de leche, relación planta-animal

## ABSTRACT

### ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP PLANT-ANIMAL THE POINT OF VIEW NUTRITIONAL A SILVOPASTORAL SYSTEM OF *Cynodon plectostachyus*, *Leucaena leucocephala* AND *Prosopis juliflora* IN THE CAUCA VALLEY, COLOMBIA

The relationship plant-animal in terms of the availability and quality of the forage, the animal behavior, voluntary intake, and milk production, was evaluated in a silvopastoral system of Star grass, *Cynodon plectostachyus*, *Leucaena*, *Leucaena leucocephala* and Algarrobo, *Prosopis juliflora*, through the year. It was found a greater variation on the availability and nutritive quality of the forage *C. plectostachyus* that on the *L. leucocephala* at different times of the year. The silvopastoral system produced 29.9 t DM/ha/year, 4.3 t protein/ha/year, 70222 Mcal of metabolizable energy/ha/year, 142.33 kg of calcium/ha/year and 88.81 kg of phosphorous/ha/year. The variations found in the forage and the supplementation, determined significant changes on the behavior, voluntary intake and milk production. However, other factors such as weather and management of the experimental plots also influenced the results.

**Keys Words** : silvopastoral system, *Cynodon plectostachyus*, star grass, *Leucaena leucocephala*, leucaena, *Prosopis juliflora*, algarrobo, availability and quality of forage, voluntary intake, animal behavior, milk production

## INTRODUCCION

Los sistemas silvopastoriles son un tipo de sistema agroforestal que implica la presencia de animales pastando entre o bajo árboles (Sánchez, 1998). Sus principales componentes son los árboles, los animales, el pasto y el suelo. Estos sistemas se han planteado como una opción sostenible de la ganadería. Sin

embargo, es necesario tener en cuenta que el éxito de su funcionamiento lo condiciona el conocimiento que se logre de las interacciones entre sus componentes, y entre estos y el medio ambiente, ya que permite la generación de estrategias de manejo acordes con la ecología del sistema y por lo tanto conduce a mejoras en una o más características, tales como productividad y sostenibilidad, así como también diversos beneficios

<sup>1</sup> Zoot. MSc., Investigadora Fundación Centro para la Investigación en Sistemas de Producción Agropecuario CIPAV. AA. 20591 Cali; <sup>2</sup> I.A. MSc Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, A.A 237; <sup>3</sup> Zoot. C.Biol. PhD. Post. Doc. Investigador CIPAV. AA. 20591 Cali

ambientales (Burley y Speedy, 1998). No obstante, son pocas las investigaciones desarrolladas al respecto y además, se han encaminado a evaluaciones independientes de sus componentes y en épocas climáticas puntuales, quedando aún muchos aspectos por aprender sobre la integración de los componentes dentro del sistema y sobre su variabilidad a través del año.

En el Valle del Cauca, conscientes de esta necesidad, se inició la evaluación del sistema silvopastoril conformado por pasto Estrella *Cynodon plectostachyus*, Leucaena, *Leucaena leucocephala* y Algarrobo, *Prosopis juliflora*, evaluación que ha tenido un enfoque sistémico y se ha encaminado hacia el análisis de las interacciones suelo-planta-animal. Ramírez (1997), hizo énfasis en la relación suelo-planta. Como continuación de este trabajo, se planteó la presente investigación con el objetivo general de analizar la relación planta-animal en el sistema a través del año, mediante el logro de los siguientes objetivos específicos:

1. Cuantificar la disponibilidad y calidad nutritiva del *C. plectostachyus* y *L. leucocephala* en el sistema silvopastoril a través del año.
2. Evaluar el comportamiento animal en el sistema silvopastoril, su relación con el componente forrajero y su variación debido a la suplementación.
3. Estimar el cambio anual en el consumo de forraje en el sistema silvopastoril y las variaciones debidas a la suplementación.
4. Evaluar la variación de la producción de leche ante los cambios anuales que presenta el forraje y ante la suplementación.

## PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

La investigación se llevó a cabo durante ocho períodos del año, en la Reserva Natural El Hatico ubicada en el municipio de El Cerrito, departamento del Valle del Cauca, Colombia, a 3° 27' de Latitud Norte y 76° 32' de Longitud Oeste, a una altura de 1000 m. La precipitación promedio anual es de 750 mm, distribuida en forma bimodal, marzo-mayo y octubre-noviembre. La temperatura promedio es de 24° C, la humedad relativa de 75% y la evaporación de 1825 mm/año. Son suelos molisoles de textura franca.

El sistema silvopastoril estuvo conformado por *C. plectostachyus*, *L. leucocephala* y *P. juliflora*, distribuidos en 42 potreros de 4000 m<sup>2</sup> cada uno, por los que rotaba cada 42 días un promedio de 68 animales de la raza Lucerna (vacas + toro probador de celos). Las vacas pertenecían al lote de mayor producción en

la explotación. La capacidad de carga utilizada fue de 4.1 animales/ha. Los potreros contaban con árboles de *P. juliflora* en una densidad de 10 árboles/ha, *L. leucocephala* y *C. plectostachyus*. *L. leucocephala* se sembró a 1 metro entre surcos. Dentro de cada potrero experimental se identificaron dos tipos de asociaciones: *C. plectostachyus* asociado con *L. leucocephala* y *C. plectostachyus* asociado con *P. juliflora*. En la primera asociación, el pasto ocupaba la mayor área del potrero (78%) que en la segunda. Los animales permanecieron en los potreros desde las 8 a.m hasta las 4:30 p.m. y desde las 6:30 p.m hasta las 5 a.m. El resto del tiempo permanecieron en la sala de ordeño. La suplementación se ofrecía antes del ordeño de la tarde. En la mitad del período experimental se les ofreció 2 kg de salvado de arroz y 1.5 kg de gallinaza por animal por día y en la otra mitad se adicionó, a la suplementación, 1.5 kg de melaza por animal/día. La *L. leucocephala* se podó en dos ocasiones durante la evaluación (junio y enero, períodos secos) a un metro de altura, de acuerdo con el manejo realizado en la explotación.

La medición de la disponibilidad de forraje en los potreros se realizó antes y después del pastoreo de los animales, en cada ciclo de rotación, cada 42 días durante un año. La metodología utilizada tanto para la pastura como para la arbustiva fue el "doble muestreo" (Haydock y Shaw, 1975). Para la pastura se seleccionaron cinco puntos de referencia "muestras reales" que permitieran definir la escala de disponibilidad de forraje existente en el potrero (1 = baja disponibilidad y 5 = alta disponibilidad), en cada punto se colocó un marco de 0.25m<sup>2</sup>, se cortó el follaje presente, se tomó altura promedio y datos como proporción de forraje en el marco. Una vez conocido lo que representaba cada punto de referencia, se calificaron al azar 60 sitios del potrero como "muestras visuales". Se determinó el peso seco de las muestras para estimar la disponibilidad en base seca. Se realizó un análisis de regresión lineal entre las calificaciones (1-5) y los respectivos pesos secos. La regresión arrojó los parámetros A y B con los cuales se elaboró la siguiente ecuación de predicción de la disponibilidad de forraje:  $A + B (X) = Y$  (Disponibilidad de forraje en base seca en 0.25 m<sup>2</sup>), donde: X es el promedio de calificaciones de las muestras visuales, es decir el promedio de calificación del forraje en el potrero. La disponibilidad de forraje en 0.25 m<sup>2</sup> se convirtió a producción (t/ha). Se midió por separado la disponibilidad del *C. plectostachyus* asociado con *L. leucocephala* y asociado con *P. juliflora*. Para la determinación de la disponibilidad de *L. leucocephala* se seleccionaron 5 arbustos en el potrero, representativos de los niveles de disponibilidad de follaje (hojas +

tallos finos), y se calificaron de 1 a 5. Luego se calificaron los arbustos presentes en 2 metros lineales en los 60 puntos del potrero donde se evaluó la gramínea. La disponibilidad de vainas de *P. juliflora* se determinó en diez árboles de potreros no experimentales, contabilizando el total de vainas producidas por cada árbol.

En una muestra de cada forraje se analizó contenido de proteína cruda (PC) por el método de Kjeldahl (Chapman y Pratt, 1961), contenido de fibra detergente ácida (FDA) (Van Soest y Wine, 1967), digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) (Tilley y Terrie, 1960). La energía metabolizable se estimó con base en la ecuación de predicción (Schneichel *et al*, 1988):  $EM \text{ (Mcal/kg de materia seca)} = (-0.164 + 0.047) * 0.82$ . El calcio se analizó por el método de absorción atómica, (Salinas y García, 1985) y el fósforo por el método colorimétrico (Murphy y Riley, 1962). La determinación de taninos extractables se hizo para *L. leucocephala* según Terril *et al* 1992.

Cada observador seleccionó una vaca para determinar sus hábitos de comportamiento diurnos y nocturnos. Las mediciones se realizaron durante dos días y dos noches de cada período de rotación, cada 42 días por espacio de un año. El tiempo de medición nocturno correspondió a dos días diferentes de la medición diurna, pero en la misma semana de evaluación. Las mediciones diurnas se realizaron desde las 5 a.m. hasta las 4:30 p.m. y las nocturnas desde las 4 :30 p.m. hasta las 5 a.m. de la mañana siguiente. Durante el tiempo que los animales permanecían en los potreros (8.5 h diurnas y 10.5 h nocturnas) se realizaron observaciones durante cinco minutos a intervalos de diez minutos de acuerdo con el método descrito por Márquez *et al* (1983). La observación se realizó a una distancia prudencial que no afectara el comportamiento de los animales. En el período de observaciones dentro del potrero, se consideró el tiempo empleado por los animales en pastorear, ramonear, rumiar, descansar y otras actividades, además se cuantificó la frecuencia en orinar, defecar y beber agua. En el tiempo de pastoreo se hizo diferenciación entre el tiempo que los animales ocupaban en pastorear *C. plectostachyus* debajo de los árboles de *P. juliflora* y el que ocupaban en pastorear el *C. plectostachyus* asociado con *L. leucocephala*. En el período en que los animales no se encontraban dentro del potrero, sólo se cuantificó la frecuencia en orinar, defecar y beber agua.

La estimación del consumo voluntario de cada forraje se realizó aplicando el método recomendado por Giraldo (1996). Se utilizó la información obtenida de disponibilidad de materia seca de cada forraje en cada

potrero antes y después del pastoreo, la diferencia entre las disponibilidades se dividió por el número de animales que pastorearon y el resultado se expresó en kilogramos de materia seca por animal por día. Se obtuvieron cuatro estimaciones de consumo de cada forraje por período.

Durante 8 días de cada período se registró la producción de leche del lote de vacas de alta producción que rotaban por los potreros donde se hicieron las mediciones de forraje. Las mediciones se realizaron en los dos ordeños diarios.

En el análisis de la disponibilidad, calidad nutritiva y consumo voluntario del *C. plectostachyus*, se tuvieron en cuenta las diferencias entre períodos del año y entre asociaciones. Se empleó un diseño en parcelas divididas con cuatro repeticiones, en el cual los períodos del año constituyeron las parcelas principales y el tipo de asociación las subparcelas. En el análisis de disponibilidad, calidad nutritiva y consumo de *L. leucocephala*, al encontrarse en una sola asociación, sólo se tuvieron en cuenta las diferencias entre períodos del año. Se empleó un diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. En el análisis del tiempo dedicado a consumo de vainas de *P. juliflora* se utilizó un diseño en bloques completos al azar con el que se evaluó la diferencia entre cosechas del año. Para el resto de variables de comportamiento, se utilizó un diseño en bloques completos al azar factorial en donde los períodos del año y el momento en realizar la actividad (diurna o nocturna) conformaron los factores. En el análisis de la producción de leche se realizó ajuste por edad y etapa de lactancia. Se empleó un diseño completamente al azar desbalanceado con el que se evaluó el efecto del período del año. Además de los análisis anteriores, se realizaron correlaciones simples y múltiples entre el consumo de cada forraje con su disponibilidad de biomasa y con la DIVMS. Las diferencias de las variables entre épocas climáticas del año se evaluó mediante comparaciones planeadas. El efecto de la suplementación en el consumo voluntario de forraje, comportamiento animal y producción de leche, fue evaluado con base en comparaciones planeadas con y sin melaza.

## RESULTADOS Y DISCUSION

**Disponibilidad de forraje.** La disponibilidad total de forraje fue de 29.9 t MS/ha/año, correspondientes a 25.2 t MS/ha/año de *C. plectostachyus*, 4.1 t MS/ha/año de *L. leucocephala* y 0.4 t MS/ha/año de vainas de *P. juliflora*. La disponibilidad de *Cynodon plectostachyus* en el sistema silvopastoril fue superior a la obtenida en monocultivo (23.1 t) en la misma explotación (Ramírez, 1997) aplicando 400 kg de urea/ha/año. Lo

anterior sugiere un efecto benéfico de las leguminosas en la asociación. Este efecto se ha referido en términos de fijación de nitrógeno (Sarria *et al.*, 1994), mejoramiento de la estructura del suelo (Sadeghian *et al.*, 1998) y del reciclaje de nutrientes (Ramírez, 1997).

La disponibilidad de *C. plectostachyus* y de la *L. leucocephala* fue diferente significativamente ( $P < 0.05$ ) entre períodos (Cuadro 1). Estas diferencias se analizaron con base en la precipitación acumulada 42 días antes de cada muestreo. Se consideraron períodos secos los que contaron con una precipitación menor de 100 mm, períodos de lluvias moderadas los que presentaron entre 100 y 200 mm y períodos de abundantes precipitaciones los que presentaron más de 200 mm. Los grupos resultantes fueron tres: 1. época de sequía: julio, agosto, diciembre y febrero. 2. época de lluvias moderadas: octubre y marzo. 3. época de lluvias abundantes: noviembre y mayo. La disponibilidad de ambos forrajes fue diferente significativamente ( $P < 0.05$ ) entre períodos. Hubo incremento significativo con la lluvia (Cuadro 2) sin diferencias significativas entre períodos lluviosos (abundante vs moderada precipitación). Sin embargo, la intensidad y duración de las precipitaciones influyó de forma diferente en la gramínea. La abundante y prolongada precipitación acompañada de inundación de los potreros que se

presentó en mayo disminuyó la disponibilidad del *C. plectostachyus* siendo similar a la época de sequía; mientras que en noviembre, período de lluvias abundantes pero mejor distribuidas y sin inundación de potreros, se encontró la mayor disponibilidad. *C. plectostachyus* se destaca por la susceptibilidad en condiciones de humedad excesiva y prolongada (Arosema, 1981).

Además del efecto del período, en *C. plectostachyus*, se encontró mayor disponibilidad de forraje en la asociación con *L. leucocephala* (27.8 t) que con *P. juliflora* (22.6 t) (Cuadro 1). La mayor disponibilidad posible esta relacionada con la menor proporción de sombra en el pasto asociado con *L. leucocephala*. En un estudio realizado en Brasil de cuatro gramíneas forrajeras con diferente grado de sombra (25, 50 y 80%), disminuyó en 5, 41 y 78% la producción de materia seca en relación con el testigo (Gertrudis y Blanco, 1997).

En el caso de *L. leucocephala*, la disponibilidad de forraje fue más estable que en la gramínea, las diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) encontradas entre períodos estuvieron dadas por la baja disponibilidad en los períodos secos de julio y agosto. Posiblemente, la realización de la poda durante junio que fue un período

**CUADRO 1. Disponibilidad promedio de forraje (t MS/ha/período) en los períodos de evaluación**

Período/Forraje	jul.	ago. <sup>1</sup>	oct.	nov.	dic.	feb. <sup>1</sup>	mar. <sup>1</sup>	may.
<i>C. plectostachyus</i> (L) <sup>3</sup>	2.2	2.7	3.8	4.9	2.7	2.8	3.1	2.9
<i>C. plectostachyus</i> (P) <sup>3</sup>	2.1	1.8	3.1	3.6	2.8	2.7	3	1.8
Promedio <i>Cynodon plectostachyus</i> <sup>2</sup>	2.2d	2.2d	3.4b	4.3a	2.8bcd	2.8bcd	3.1bc	2.4cd
<i>Leucaena leucocephala</i> <sup>2</sup>	0.21b	0.25b	0.5a	0.62a	0.68a	0.18	0.71a	0.55a

<sup>1</sup> Se aplicó riego a los potreros (1500 m<sup>3</sup>/ha de lámina de riego)

<sup>2</sup> Promedios con una misma letra en la misma fila, no difieren estadísticamente

<sup>3</sup> *C. plectostachyus* (L)=asociado con *L. leucocephala*, *C. plectostachyus* (P)=asociado con *Prosopis juliflora*

**CUADRO 2. Disponibilidad de cada forraje por épocas climáticas (tMS/ha/período)**

FORRAJE / EPOCA	Seca	Moderada precipitación	Abundante precipitación
<i>C. plectostachyus</i>	2.5 a	3.2 b	3.3 b
<i>L. leucocephala</i>	0.38a	0.61 b	0.59 b

\* Promedios con una misma letra en la misma fila no difieren estadísticamente

seco, dificultó su recuperación. Los períodos posteriores a la poda también fueron secos (julio y agosto). Caso similar se presentó en febrero al haberse realizado la poda en el período seco de enero. En la baja disponibilidad de *L. Leucocephala* en febrero también incidió que las plantas no contaron con un período de recuperación adecuado luego de la poda ya que esta actividad se realizó tardíamente. De esta forma, la información obtenida de *L. leucocephala* en febrero no corresponde al período de descanso normal de la evaluación, razón por la cual los datos obtenidos no se consideraron en los análisis estadísticos. La disponibilidad de vainas de *P. juliflora* fue de 0.4 t MS/ha/año, similar a las 0.355 t MS/ha/año encontradas en la misma explotación (Ramírez, 1997).

**Calidad nutritiva del forraje.** La calidad de los forrajes dependió de la intensidad de la precipitación y del tipo de forraje. En *C. plectostachyus* hubo diferencia significativa entre los períodos del año para todas las variables, excepto Ca y P (Cuadro 3). Se encontró composición similar tanto en la época de sequía (julio, agosto, diciembre y febrero) como en la de abundantes precipitaciones (noviembre y mayo); mientras que en

los períodos de moderadas precipitaciones la calidad incrementó significativamente ( $P < 0.05$ ) (Cuadro 4).

El contenido promedio de proteína del *C. plectostachyus* en el sistema silvopastoril (12%) fue superior a los contenidos reportados en monocultivo: 10.30 (Laredo, 1985), 11.2 (Ramírez, 1997) o 9 (González et al., 1996) y en todos los períodos estuvo por encima del 7%, nivel crítico por debajo del cual se presentan limitaciones en el consumo (Minson y Milford, 1967). De igual manera, la DIVMS promedio de *C. plectostachyus* (64.7%) fue superior al 45% (González et al., 1996) y 44.3% (Ramos et al., 1995) reportados en monocultivo con cortes cada 42 días. También fue superior al promedio reportado, 55.4%, en gran número de gramíneas tropicales en monocultivo (Minson y Wilson, 1980). Esto podría indicar que *C. plectostachyus* manejado en sistemas silvopastoriles mantiene alta digestibilidad con pastoreos cada 42 días. Además, se encontró efecto significativo del tipo de asociación sobre la calidad nutritiva siendo superior en el pasto asociado con los árboles de *P. juliflora* que en el asociado con los arbustos de *L. Leucocephala*, con diferencias significativas en todas las variables excepto en el P (12.9

**CUADRO 3. Calidad de los forrajes a través del año**

Período	<i>Cynodon plectostachyus</i>						<i>Leucaena leucocephala</i>						
	PC%	FDA %	DIVMS %	EM Mcal/kg	Ca %	P %	PC%	FDA %	DIVMS %	EM Mcal/kg	Ca %	P %	Taninos %
jul.	12.2ac	35.8 bc	64.5ac	2.4a	0.36a	0.36a	26.8a	14.5a	68.5a	2.5 a	1.1a	0.21a	5.1a
ago.	12.4ad	34.8bd	65.3ac	2.4a	0.38a	0.33a	25.9a	14.2a	68.6a	2.5 a	1.6a	0.18a	4.0 a
oct.	13.4 a	33.9 b	66.4a	2.4a	0.38a	0.35a	27.5a	13.5a	69.4a	2.5 a	1.4a	0.21a	2.6 a
nov.	11.8ab	35.7 bc	64.7ac	2.4a	0.34a	0.31a	24.8a	15.1a	67.8a	2.5 a	1.0a	0.19a	6.0 a
dic.	10.2 b	38.5 a	62.1b	2.3b	0.35a	0.34a	27 a	12.9a	70.1a	2.6 a	1.2a	0.19a	5.1a
feb.	11.9ac	36.3 acd	65.0ac	2.4a	0.36a	0.26a							
mar.	12.6ac	34.4 bd	65.6ac	2.4a	0.36a	0.33a	26.3a	13.1a	69.8a	2.6 a	1.2a	0.18a	6.0a
may.	11.3bcd	37.3 ac	64.1bc	2.3b	0.37a	0.29a	25.5a	15.3a	68.5a	2.5 a	0.8a	0.2a	4.7 a
<b>Prom.</b>	<b>12</b>	<b>35.8</b>	<b>64.7</b>	<b>2.36</b>	<b>0.36</b>	<b>0.32</b>	<b>26.3</b>	<b>14.1</b>	<b>68.9</b>	<b>2.5</b>	<b>1.2</b>	<b>0.19</b>	<b>4.8</b>

\* Promedios con la misma letra en la misma columna no difieren estadísticamente

**CUADRO 4. Calidad del *Cynodon plectostachyus* por épocas climáticas**

Período	PC%	FDA%	DIVMS%	EM Mcal/kg	Ca%	P%
Sequía	11.7 a	36.4 a	64.2 a	2.34 a	0.36 a	0.32 a
Moderada precipitación	13.0 b	34.1 b	66.0 b	2.5 b	0.37 a	0.34 a
Abundante precipitación	11.6 a	36.5 a	64.4 a	2.35 a	0.36 a	0.31 a

\* Promedios con la misma letra en la misma columna no difieren estadísticamente

y 11.1 % de PC, 35.5 y 36.2% de FDA, 65.4 y 64% DIVMS, 2.4 y 2.3 kcal EM/kg., 0.38 y 0.35 % Ca, 0.33 y 0.32 % P, respectivamente). El mayor porcentaje de la sombra de los árboles se ha relacionado con el mayor contenido de proteína en el pasto asociado (Gertrudis y Blanco, 1997), pero con una mayor proporción de FDA (Giraldo y Vélez, 1994). Posiblemente en este trabajo se encontró mayor proporción de FDA en *C. plectostachyus* asociado con los arbustos de *L. leucocephala*, a causa de la alta radiación combinada con alta iluminación (17.7 MJ/m<sup>2</sup>y 6.3 h de brillo solar, informe de la estación meteorológica situada a 1km). La mayor intensidad de luz, acompañada por aumento de temperatura, incrementa el nivel de carbohidratos estructurales, debido a la tasa transpiratoria mayor (Deinum, 1966). Este efecto se apreció en un estudio realizado sobre la incidencia de la intensidad de luz en pastizales de *Panicum maximum*, en donde se sometieron las plantas a diferentes intensidades de luz (11, 26, 42, 60, 75 y 100% de luz natural) con alta radiación promedio diaria (19.15 Mj/m<sup>2</sup> y 7.14 horas de luz diaria). Las mayores intensidades de luz bajo alta radiación ocasionaron el aumento en los componentes de la pared celular (Fleischer *et al.*, 1984).

*L. leucocephala* fue más estable en las variables de calidad (Cuadro 3). No se presentaron diferencias significativas a través del año, incluso en el contenido de taninos, cuyo rango (3-6%) se considera normal en la especie, suficiente para prevenir la degradación excesiva de la proteína en el rumen, sin sobreprotegerla de la digestión en el intestino delgado (Shelton y Jones, 1995). No obstante, valdría la pena profundizar en la variación del contenido de taninos de la *L. leucocephala* a través del año y hacer énfasis en el tipo de taninos presentes.

El sistema silvopastoril ofreció 4.3 t de proteína/ha/año, 70222 Mcal de EM/ha/año, 142.33 kg de MS de Ca/ha/año y 88.81 kg MS de P/ha/año. Estas cantidades son superiores a las encontradas en el monocultivo de *C. plectostachyus*: 2.5 t de proteína/ha/año, 56.876 Mcal de EM/ha/año, 83.2 kg de MS de Ca/ha/año y 74 kg de P/ha/año (Ramírez, 1997). En general, el sistema silvopastoril ofreció un *C. plectostachyus* de buena calidad en pastoreos cada 42 días y una *L. leucocephala* que presentó gran estabilidad en biomasa y calidad a través del año.

### Comportamiento animal en el sistema

**Tiempo de consumo de vainas de *Prosopis juliflora*, pastoreo y ramoneo.** Se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre cosechas del año en el tiempo dedicado a consumo de vainas de *P.*

*juliflora* (marzo > octubre). En marzo, el período de pastoreo coincidió con la cosecha, mientras que en octubre ya había iniciado, por lo tanto se supone que en marzo la disponibilidad de vainas fue mayor. Sin embargo, no se cuantificó la disponibilidad por cosecha. En el tiempo dedicado al pastoreo y ramoneo también se encontraron diferencias significativas entre períodos. La calidad y disponibilidad del forraje se han mencionado como determinantes del comportamiento de consumo en pastoreo (Márquez *et al.*, 1983). El ramoneo de *L. leucocephala* se correlacionó significativamente con la digestibilidad y con la disponibilidad del forraje ( $r = 0.74$  y  $0.70$ , respectivamente  $P < 0.05$ ) al igual que el pastoreo del *C. plectostachyus* asociado con *L. leucocephala* ( $r = 0.80$  y  $0.40$ , respectivamente.  $P < 0.05$ ). Sin embargo, el pastoreo de *C. plectostachyus* asociado a los árboles de *P. juliflora* no estuvo correlacionado con la digestibilidad ( $r = 0.03$ ) y la disponibilidad sólo explicó el 58% de la variación encontrada ( $r = 0.76$ ,  $R^2 = 58\%$ ,  $P < 0.05$ ). El espacio debajo de los árboles de *P. juliflora* lo prefieren los animales para echarse a rumiar, descansar y protegerse de la radiación y la lluvia. Esto lleva a mayor deposición de excretas y mayor aplastamiento del pasto lo que condiciona el tiempo que dedican los animales a pastorearlo.

El manejo de la poda, el estado del tiempo y la suplementación afectaron el tiempo dedicado al pastoreo y ramoneo. En el cuadro 5, se presenta el tiempo que los animales dedicaron a estas actividades, 76% lo emplearon en pastoreo (4.8 h) y 24% en ramoneo (1.5 h). Sin embargo, en julio y febrero, que fueron meses secos y con baja disponibilidad de pasto, la relación pastoreo:ramoneo (82.3-17.7% y 81-16%, respectivamente, Cuadro 6) se amplió con relación al promedio del año. Posiblemente como producto de baja disponibilidad de *L. leucocephala* que había en el potrero por la realización de la poda durante la sequía. Sería conveniente considerar su realización durante el período de lluvias. En contraste, durante diciembre y mayo, la relación se hizo más estrecha (65.1-34.9 y 65.8-34.2%, respectivamente). En diciembre, que fue un período seco, hubo buena disponibilidad y calidad de *L. leucocephala* y baja disponibilidad y calidad de *C. plectostachyus*. Esto pudo estimular el mayor ramoneo aunque se observó dificultad en los animales para aprovechar la parte superior de los arbustos debido a que la altura sobrepasaba los 1.80 m. Mientras que en mayo, las fuertes lluvias que cayeron durante parte del día y casi toda la noche, pudieron incidir en que los animales mermaran el pastoreo e incrementaran el ramoneo. Observaciones de campo sugieren que los animales merman el tiempo de consumo de pasto cuando está embarrado. En esta situación *L.*

CUADRO 5. Tiempo dedicado a pastoreo y ramoneo en el sistema silvopastoril (en horas)

Periodo	Pastoreo pasto asociado con <i>L. leucocephala</i>		Total	Pastoreo pasto asociado con <i>P. juliflora</i>		Total	Total pastoreo		Ramoneo		Total Ramoneo + pastoreo		Total	Vainas	
	D	N		D	N		D	N	D	N	D	N			
jul.	1.5	2.2	3.7	0.9	0.6	1.5	5.2	bd	0.6	0.5	1.1	bd	3	3.3	6.3
ago.	2.3	1.2	3.5	0.6	0.47	1.1	4.6	cd	0.51	0.84	1.35	bd	3.41	2.51	6
oct.	3.2	1.5	4.7	0.8	1	1.8	6.5	a	0.7	1.2	1.9	a	4.7	3.7	8.4
nov.	2.4	1.3	3.7	0.6	1	1.6	5.3	b	0.6	0.7	1.3	bd	3.6	3	6.6
dic.	1.9	0.8	2.7	0.6	0.9	1.5	4.2	c	0.8	1.4	2.2	a	3.3	3.1	6.4
feb.	2.1	1	3.1	0.8	0.8	1.6	4.7	bd	0.4	0.5	0.9	b	3.3	2.3	5.6
mar.	2.3	1.1	3.4	0.58	0.95	1.53	4.93	bd	0.68	1.2	1.88	ac	3.56	3.2	6.8
may.	1.5	0.52	2	0.28	0.4	0.68	2.68	e	0.55	0.89	1.44	cd	2.3	1.8	4.1

\* D= día y N= noche \*\*promedios con la misma letra en la misma columna no difieren estadísticamente

CUADRO 6. Relación entre pastoreo y ramoneo a través del año

PERIODO	jul.	ago.	oct.	nov.	dic.	feb.	mar.	may.
Tiempo en horas dedicado a consumo de forraje	6.2	6	8.2	6.6	6.3	5.7	6.7	4.1
Porcentaje de tiempo dedicado a pastoreo	82.3	78.4	78	79.1	65.1	81	73.2	65.8
Porcentaje de tiempo dedicado a ramoneo	17.7	21.6	22	20.9	34.9	16	26.8	34.2

*leucocephala* representa una opción nutritiva dentro del sistema. En cuanto a la suplementación, se encontró un efecto significativo de la introducción de melaza sobre el tiempo de pastoreo y ramoneo. En promedio los animales pastorearon 5.4 horas cuando no se incluyó melaza en la dieta y 4.2 horas cuando se incluyó. Mientras que el ramoneo fue de 1.3 y 1.7 horas, respectivamente.

En las actividades de pastoreo y ramoneo, además de las diferencias entre períodos, se encontraron diferencias entre momentos de realizarlas (Cuadro 5). En promedio, los animales dedicaron mayor tiempo al pastoreo diurno (59%) ( $P < 0.05$ ). Sin embargo, Senra *et al.* (1994) mencionan un pastoreo diurno del 63% mientras que Hernández *et al.* (1995) registran 66%. En el ramoneo, los animales consumieron *L. leucocephala* principalmente en la noche (61%) cuando ya habían ingerido gran parte del pasto y éste empezaba a disminuir en el potrero. Sin embargo, esta actividad se puede incrementar durante el día cuando el pasto se encuentra mojado o embarrado después de un aguacero.

**Rumia, descanso y otras actividades.** Los animales gastaron en promedio 6.9 horas rumiando distribuidas en períodos uniformes de aproximadamente 1 hora (Cuadro 7). Se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre períodos del año, en octubre (lluvias moderadas) rumiaron menos (5.3h); mientras que en diciembre y mayo la actividad se incrementó significativamente (7.6 h). Las observaciones de campo no mostraron un patrón consistente en cuanto a la posición de hacer la rumia, parada o echada y parece que este hábito depende de cada animal. Los animales rumiaron menos en el día (39%) que en la noche (61%), cuando la actividad se confunde con el descanso. El tiempo dedicado por los animales a descansar también fue diferente significativamente entre períodos a favor de la noche cuando los animales dedican gran parte a dormir. Las actividades de consumo las realizan en las primeras horas de la noche y de forma esporádica en la madrugada. Octubre y marzo fueron los períodos en los que los animales descansaron menos y principalmente en el día. Esto pudo ser ocasionado por la mayor actividad de consumo (ramoneo+pastoreo+consumo de vainas de *Prosopis juliflora*) que tuvieron

CUADRO 7. Tiempo dedicado a la rumia al descanso y a otras actividades (en horas)

Períodos	Rumia			Descanso			Otras actividades		
	Día	Noche	Total	Día	Noche	Total	Día	Noche	Total
jul.	3	4.5	7.5c	1.7	2.4	4.1 bc	0.86	0.31	1.1a
ago.	2.5	4.1	6.6 b	2	3.6	5.6 ac	0.49	0.29	0.9 bc
oct.	1.9	3.4	5.3 d	0.7	2.7	3.4 b	0.5	0.7	1.2 a
nov.	2.6	4.4	7.0 bc	1.9	3	4.9 abc	0.41	0.06	0.5 d
dic.	3.1	4.6	7.6 c	1.8	2.7	4.5 bc	0.35	0.12	0.5 d
feb.	2.8	4.3	7.1 bc	2	3.4	5.4 abc	0.43	0.5	0.9 bc
mar.	2.4	4.1	6.5 b	1	2.9	3.9 bc	0.64	0.25	0.89 c
may.	3.1	4.5	7.6 ac	2.8	4	6.8 a	0.27	0.19	0.4 d
Promedio	2.7	4.2	6.9	1.7	3.1	4.8	0.5	0.3	0.8

\* Promedios con la misma letra en la misma columna no difieren estadísticamente

los animales en el sistema, en donde la disponibilidad de vainas de *P. juliflora* desempeñó papel importante. En mayo los animales descansaron más. Se observó gran incidencia de las lluvias fuertes sobre el comportamiento de los animales. Existe información que muestra que los animales disminuyen el tiempo dedicado a comer cuando ocurren fuertes precipitaciones (Godier *et al.*, 1991).

El tiempo que gastaron tomando agua, orinando, defecando, en juego y caminando fue diferente ( $P < 0.05$ ) entre períodos pero no se encontró una explicación clara. Es necesario mencionar que en áreas pequeñas como las que se manejaron en este trabajo, los animales no realizaron una labor de caminata intensa en búsqueda de forraje, primero porque estaba distribuido por todos lados del sistema tanto horizontal como verticalmente y segundo porque el ganado fue muy constante en las actividades de consumo. Es decir, va comiendo a medida que camina.

En cuanto a la frecuencia en orinar, defecar y beber agua, se encontraron diferencias significativas entre períodos para las primeras dos variables pero no para beber agua ( $P < 0.05$ ). Los animales orinaron con mayor frecuencia durante los períodos de lluvias (promedio 11.6 veces) con diferencias significativas respecto a los períodos de sequía (9.5 veces); orinaron y defecaron más en el día que en la noche (5.8 y 4.8 veces, respectivamente). Se ha reportado que la frecuencia en orinar se afecta por cambios en el contenido de humedad de las plantas (Márquez *et al.*, 1983). La mayor ingestión de agua proveniente del forraje puede hacer que los líquidos corporales se diluyan y no se secrete hormona antiurética por el sistema supraóptico hipofisiario. En

estas condiciones, el agua no es resorbida por los túbulos distales y colectores y se eliminan grandes volúmenes de orina diluida (Guyton, 1982). Esta diferencia también puede ser explicada por mayor concentración de la orina en la sequía. De acuerdo con Cunningham (1994), la excreción de los desechos concentrados conserva el agua corporal y ayuda a prevenir la deshidratación.

En la frecuencia en defecar, también se encontraron diferencias significativas entre períodos con un promedio de 12.1 veces. Los animales defecaron más ( $P < 0.05$ ) durante el día (6.9 veces). La deposición de excretas fue realizada en mayor proporción dentro del potrero. El 73.6% de las veces que orinaron y el 81% de las que defecaron, lo realizaron dentro del potrero y el resto de veces lo hicieron en el camino hacia el ordeño y en la sala de ordeño. Esto implica que hubo alta reincorporación de nutrientes en los potreros.

Más de la mitad de las veces los animales ingirieron agua en la sala de ordeño (54.1%). Llama la atención la poca frecuencia con que acudieron a los bebederos en el potrero. El agua que pasa por los potreros es del río Amaime, que en su recorrido atraviesa por un ingenio azucarero; mientras que el agua de la sala es de acueducto. La calidad del agua podría estar marcando este comportamiento. Es por lo tanto importante que los animales dispongan de un sitio de fácil acceso para consumo de agua en el establo, para evitar la competencia entre ellos antes de salir para los potreros.

**Consumo de forraje.** El consumo promedio de forraje fue de 9.5 kg MS/animal/día, conformado por 7.7 kg de *C. plectostachyus* y 1.8 kg de *L. leucocephala* (Cuadro 8).



CUADRO 8. Consumo diario de materia seca de los forrajes (kg de MS/animal/d)

Períodos / Forraje	jul.	ago.	oct.	nov.	dic.	feb.	mar.	may	Promedio
<i>C. plectostachyus</i> con <i>L. leucocephala</i>	5.8	5.7	7.9	10	4.3	4.9	5.3	4	5.98
<i>C. plectostachyus</i> con <i>P. juliflora</i>	2.1	1	2.4	2.6	1.8	1.2	2.1	0.5	1.7
<i>L. leucocephala</i>	1.1	1.1	2.1	2.9	2.5	1	1.9	1.7	1.8

Existieron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre períodos del año. En noviembre los animales consumieron más forraje. Sin embargo, no se descarta la posibilidad de sobreestimación dadas las dificultades en la medición del rechazo tanto de *C. plectostachyus* como de *L. leucocephala*. Estas dificultades las ocasionó la lluvia durante gran parte del día. Sin embargo, en mayo que también fue período de abundante precipitación, las mediciones se realizaron antes de que empezara a llover. Octubre y marzo pasarían a ser los períodos en que los animales consumieron más forraje, en estos períodos hubo buena disponibilidad y calidad del forraje. Estas dos variables explicaron el 64% del consumo de *C. plectostachyus* que estaba asociado con *L. leucocephala* y el 84% del consumo de *L. leucocephala*. Mientras que el consumo del *C. plectostachyus* asociado con *P. juliflora*, sólo estuvo explicado por la disponibilidad del forraje en 55%. Los resultados corroboraron lo encontrado en comportamiento e indicaron que en silvopastoreo, existen otros factores, además de la digestibilidad y la calidad, que afectan el consumo. En este sentido se observó que el estado del tiempo durante el pastoreo fue un factor que influyó en las diferencias encontradas entre períodos. Mayo fue un período de lluvias fuertes durante parte del día y gran parte de la noche. En este período se encontró la menor inclusión de *C. plectostachyus* en la dieta forrajera y la mayor de *L. leucocephala* (72.4 y 27.6%, respectivamente).

En el consumo de *L. leucocephala*, también incidió la altura. Las estimaciones de consumo indican que durante los períodos que las plantas alcanzaron 1.80 m (diciembre y mayo) se encontró el mayor rechazo en los potreros. Estos resultados sugieren realizar la poda

a menos de un metro con el fin de espaciar su frecuencia y aumentar el aprovechamiento por parte de los animales. Sin embargo, no sólo la altura de *L. leucocephala* afectó el consumo del forraje, también la baja disponibilidad en los potreros fue un factor determinante durante julio, agosto y febrero. En estos períodos el consumo estimado de *L. leucocephala* fue bajo (1.1, 1.1 y 0.96 kg MS/animal/día, respectivamente) comparado con el promedio obtenido en la evaluación (1.8 kg MS/animal/día).

La melaza también incidió en los resultados. Hubo diferencias significativas en el porcentaje de inclusión de pasto y leguminosa en la dieta forrajera entre períodos. Cuando no se incluyó melaza, el pasto representó en promedio el 84.5% de la dieta, mientras que cuando se incluyó, el porcentaje bajó a 77.5%. En el caso de *L. leucocephala*, su inclusión varió en promedio de 15.5% cuando no se incluyó melaza a 22.6% cuando se incluyó (Cuadro 9) y no se presentaron síntomas de intoxicación. El consumo de materia seca total en la evaluación estuvo entre 1.9 y 3% (sin considerar el consumo de noviembre) Datos similares han sido registrados por Chávez *et al* (1980) en vacas en pastoreo (3%). En cuanto al efecto del tipo de asociación, se encontró mayor consumo en el pasto asociado con *L. leucocephala* que en el asociado a los árboles de *P. juliflora*. Aunque en este último se encontró mayor digestibilidad (64 y 65.4%, respectivamente). De acuerdo con las observaciones de comportamiento el olor a estiércol podría ser factor determinante en estos resultados.

**Producción de leche.** La producción de leche promedia, corregida por edad y etapa de la lactancia, fue de 11.0 l/vaca/d (Cuadro 10), resultado superior a

CUADRO 9. Porcentajes de Inclusión de *Cynodon plectostachyus* y *Leucaena leucocephala* en la dieta forrajera

	jul.	ago.	oct.	nov.	Prom. sin melaza	dic.	feb.	mar.	may.	Prom. con melaza
<i>C. plectostachyus</i>	87.8	85.9	83.1	81.8	84.7a	71.3	86.4	79.5	72.6	77.5b
<i>L. leucocephala</i>	12.2	14.1	16.9	18.2	15.4a	28.7	13.6	20.5	27.4	22.6b

\* Promedios con la misma letra en la misma fila no difieren estadísticamente

CUADRO 10. Estimación del balance de proteína:energía por período

Período	Consumo (kg MS/anim/d)	EM (Mj)	PB (g)	Producción de Leche (l/vaca/d)	Observación
jul.	11.52	113-	1545.7 +	9.8	Sin melaza
ago.	10.22	102.1-	1382.5 +	9.8	Sin melaza
oct.	15.13	171.8+	2232.8 +	10.8	Sin melaza
nov.	14.25	148.2 +	2015.3 +	11.1	Sin melaza
dic.	11.87	124 +	1603 +	12.3	Con melaza
feb.	10.38	107.2 -	1290 +	11.1	Con melaza
mar.	12.92	160.9 +	1747 +	11.8	Con melaza
may.	9.47	96.8 -	1245.1 +	11.4	Con melaza
Requerimientos*	13.5	120	1066	13	

\* Requerimientos para una vaca de 500 kilos de peso vivo

\*\* El consumo de MS incluye la suplementación

CUADRO 11. Comparaciones planeadas de la producción de leche por épocas climáticas con y sin melaza (l/vaca/d)

PERIODOS	SIN MELAZA	CON MELAZA
SEQUIA	9.8 a	11.7 a
LLUVIAS MODERADAS	10.8 b	11.8 a
LLUVIAS ABUNDANTES	11.1 b	11.4 a

\* Promedios iguales en la misma columna no difieren significativamente

los encontrados por Suárez *et al.* (1988), de 8.03 litros de leche/vaca/d, en vacas Pardo Suizo, en pastoreo de *Digitaria decumbes*, acceso a 2 horas diarias a un banco de *L.leucocephala*, pero sin suplementación adicional y a los reportados por Ruiz *et al.* (1999) de 9.0 l/vaca/d con vacas Holstein en un sistema silvopastoril de *L.leucocephala* asociada en el 100 % del área y suplementación de 196 g/litro de leche producido en ambas estaciones climáticas. Al respecto, es necesario tener en cuenta que los resultados en producción de leche en sistemas silvopastoriles son variados y dependen de factores como el potencial lechero de los animales empleados, la disponibilidad y tipo de pastos y el uso o no de concentrados. Aunque también es necesario considerar que en la mayoría de los casos las producciones superan a las obtenidas en monocultivo.

La producción de leche obtenida a través del año varió significativamente ( $P < 0.05$ ) entre períodos. Hubo efecto significativo de la inclusión de melaza en la suplementación (10.3 vs 11.6 litros/vaca/d promedio sin y con melaza, respectivamente). La presencia de un carbohidrato soluble rápidamente fermentable, como la melaza, se traduce en mejor digestión de los carbohidratos estructurales de la dieta (Díaz, 1991) y la

relación acetato:propionato se hace más estrecha con mayor eficiencia de la utilización de la energía por parte del animal y por consiguiente en su productividad (Owen, 1990).

Las diferencias en producción de leche, entre los períodos en los que se incluyó o no melaza posiblemente estuvieron dadas por un desbalance proteína:energía (Cuadro 10), aunque sólo fue significativo cuando no se utilizó melaza en la dieta. Las comparaciones entre períodos secos y lluviosos indicaron que cuando se utilizó melaza no hubo diferencias significativas en la producción de leche entre épocas climáticas. Mientras que cuando no se incluyó sí se presentaron (Cuadro 11). Lascano (1995) reporta que las vacas suplementadas con leguminosas arbustivas, podrían presentar pérdida de amonio ruminal por deficiencia de energía para la síntesis de proteína microbiana, afectándose el balance de nutrientes para la producción de leche. Los desbalances se pudieron ocasionar por baja disponibilidad de forraje (julio, agosto y febrero) o por limitaciones en el consumo a causa de la lluvia (mayo). Sería conveniente manejar una suplementación energética, especialmente durante las épocas que escasea el pasto o cuando el estado del tiempo afecta su consumo, con el fin de evitar desbalances nutricionales.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su reconocimiento a la familia Molina y de forma especial a Carlos Hernando y Enrique José Molina por su apoyo en la investigación. De igual forma agradecen a la Universidad Nacional de Colombia y a la International Foundation For Science "IFS" beca

B/2785 por la financiación de la investigación, a Carlos Lascano y Nelmy Narváez en el Centro Internacional de Agricultura Tropical por su colaboración en la realización de los análisis de laboratorio, a Fernando Uribe como productor participante en la investigación y a Jaime Eduardo Muñoz por su asesoría estadística

## BIBLIOGRAFIA

- AROSEMA, E. 1981. Efecto de varios niveles de fertilización nitrogenada en el rendimiento y la composición química del pasto Estrella Africana *Cynodon plectostachyus*. Tesis de pregrado. Universidad de Panamá. 98 p.
- BURLEY, J. y SPEEDY, A. 1998. Investigación Agroforestal - Perspectivas Globales. En: Conferencia Electrónica de la FAO-CIPAV sobre Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica. Artículo No.3.
- CUNNINGHAM, J. 1994. Fisiología veterinaria. Interamericana Mc Graw-Hill. 715 p.
- CHAPMAN, H.D. and PRATT, P.F. 1961. Methods of analysis for soils plants and water. University of California. p 56-65.
- CHAVEZ, A.; GONZALEZ, M.; y FIERRO, L. 1980. Consumo voluntario de forraje en vacas gestantes durante la época de sequía. Técnica Pecuaria en México. Suplemento 7:99.
- DEIUNUM, B. 1966. Influence of climatological factors on the chemical composition and feeding value of herbage. In: International Grassland Congress (10, 1966). Finland. Proceeding. Helsinki Finland. 415 p.
- DIAZ, T. 1991. Nutrición proteica y energética en rumiantes. En: curso sobre avances en nutrición animal 2, Centro de Investigaciones Agropecuarias, Tibaitatá. p 83-111.
- FLEISCHER, J.; MASUDA, Y.; y GOTTO, I. 1984. The effect of light intensity on the productivity and nutritive value of green panic (*Panicum maximum*). En: Resúmenes CIAT.
- GERTRUDIS, P. y BLANCO, F. 1997. Influencia de la sombra de los árboles en la composición química y el rendimiento de los pastos. Pastos y forrajes 20:101-110.
- GIRALDO, L. 1996. Metodología para estimar el consumo bajo pastoreo. Medellín, Universidad Nacional. 13 p.
- \_\_\_\_\_ y VELEZ, G. 1994. El componente animal en los sistemas silvopastoriles. Industria y Producción Agropecuaria 1 (3): 27-31. AZOODEA. Medellín.
- GODIER, S.; MEDINA, J.M.; BRUSCHWING, G.; y WAELPUT, J.J. 1991. Comportamiento alimenticio de un rebaño de cabras al pastoreo en una finca tradicional de la región sur de Honduras. En: Seminario Centroamericano de Agroforestería y Rumiantes Menores.
- GONZALEZ, M.; VAN HEURCK, L.; ROMERO, F.; PEZO, D.; y ARGEL, P. 1996. Producción de leche en pasturas de estrella africana (*Cynodon nilemfuensis*) solo y asociado con *Arachis pintoi* o *Desmodium ovalifolium*. Pasturas Tropicales 18 (1): 2-12.
- GUYTON, A. 1982. Tratado de Fisiología Médica. 5 ed. Interamericana. 1159 p.
- HAYDOCK, K. and SHAW, N. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. Aust. J. Exp. Agric. & Animal. Husb. 15: 665-670.
- HERNANDEZ, D.; CARBALLO, M.; y GARCIA-TRUJILLO, R. 1995. Efecto del tiempo de estancia en Guinea Likoni pastoreada con vacas lecheras. I. horas de pastoreo. Pastos y Forrajes 18: 163-170.
- LAREDO, M. 1985. Tabla de contenido nutricional de pastos y forrajes de Colombia. Bogotá: Instituto Colombiano Agropecuario.
- LASCANO, C.E. 1995. Calidad nutritiva y utilización de *Cratylia argentea*. En: Taller de *Cratylia*, Brasil. D.F. Brasil. 26 p.
- MARQUEZ, J.; VILLALOBOS, J.; y CHAVEZ, A. 1983. Hábitos de comportamiento del ganado bovino en un matorral de gobernadora (*Larrea tridentata*). Tesis Escuela Superior de Zootecnia, U.A.C.H. Chihuahua, México.
- MINSON, D. y MILFORD, R. 1967. The voluntary intake and digestibility of diets containing different proportions of legume and mature pangola grass (*Digitaria decumbens*). Austr. J. Exp. Agric. Anim. Husb. (A.C.T) 7: 546-551.
- \_\_\_\_\_ y WILSON, J. 1980. Comparative digestibility of tropical grasses. En: Intern. Grassl. Congr. 11, Quesland, Australia. Proc. 719 p.
- MURPHY, J. and RILEY, J.P. 1962. A modified single solution for the determination of phosphate in natural waters. Anal-Chim. Acta. 27:31-36.
- OWEN, A. 1990. La fermentación de los carbohidratos en el rumen y sus implicaciones para la vaca lechera. En: Curso Nacional de Ganado de Leche, 2, Pasto 6 -13 noviembre, 1990.
- PRESTON, T. y LENG, R. 1990. El control del consumo alimenticio en los rumiantes. En: Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: aspectos básicos y aplicados al nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. 2ª versión en español. 121p.
- RAMIREZ, H. 1997. Evaluación de dos sistemas silvopastoriles integrados por *Cynodon plectostachyus*, *Leucaena leucocephala* y *Prosopis juliflora*. En: Seminario Internacional de Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. CIPAV. Cali.
- RAMOS, J.; MENDOZA, G.; ARANDA, F.; GARCIA, C.; y BARCENA, R. 1995. Two systems for evaluating the nitrogen content of *Cynodon plectostachyus*: metabolizable and digestible crude protein systems. Revista de la Universidad de Zulia, facultad de Agronomía. 12 (2): 209-220.
- RUIZ, T.; FEBLES, G.; CASTILLO, E.; JORDAN, H.; GALINDO, J.; CHONGO, B.; DELGADO, D.; MEJÍAS, R.; CRESPO, G. 1999. Tecnología de producción animal a partir de estudios básicos y

aplicados para la explotación de *Leucaena leucocephala* asociada con pastos en el 100 % del área de la unidad ganadera. Resumen presentado al proceso de selección del Congreso Internacional de Agroforestería. CIPAV, Octubre 1999.

SADEGHIAN, S.; RIVERA, J.; y GÓMEZ, M. 1998. Impacto de sistemas de ganadería sobre las características físicas, químicas y biológicas de suelos en los Andes de Colombia. En: Conferencia electrónica de la FAO-CIPAV sobre agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Artículo No.6.

SALINAS, G. y GRACIA, R. 1985. Métodos químicos para el análisis de suelos ácidos y plantas forrajeras. Centro Internacional de Agricultura Tropical. CIAT. 83 p.

SANCHEZ, M. 1998. Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en Latinoamérica tropical. En: Conferencia Electrónica de la FAO-CIPAV sobre Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica. Artículo No.1.

SARRIA, P.; GOMEZ, M; RODRIGUEZ, L.; MOLINA, C.; y MURGUEITIO, E. 1994. Pruebas de campo en el trópico con el uso de biomasa para sistemas integrados y sostenibles de producción animal CIPAV, Colombia. 39 p.

SCHNEICHEL, M.; LASCANO, C.; and WENIGER. 1988. Quantitative and qualitative intake of steers grazing native grasslands supplemented with a legume pasture in the eastern plains of Colombia. J. Anim. Breed. Genet. 105 : 154-159.

SENRA, A.; UGARTE, J.; DIALLO, M.; y GALINDO, J. 1994. Hábito de pastoreo de vacas Holstein durante la época de lluvia con diferentes números de cuarterones de pasto estrella (*Cynodon nilemtuensis*) con fertilización. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 28: 273-280.

SHELTON, H. and JONES, J. 1995. Opportunities and limitations in *Leucaena*. p 16-23. In: Shelton, C.M. Piggan and J. Brewbaker (eds.). *Leucaena-Opportunities and Limitations*.

SUAREZ, S.; RUBIO, J.; FRANCO, C., VERA, R.; PIZARRO, E.; AMEZQUITA, M. 1988. Ecotipos de *Leucaena leucocephala* para la zona cafetera y su efecto en la producción de leche de vacas en pastoreo. Cenicafé 39(1): 3-14.

TERRILL, T.H.; ROWAN, A.M.; DOUGLAS, G.B.; and BARRY, T.N.. 1992. Determination of extractable and bound condensed tannin concentration in forage plants, protein concentrate meals and cereal grains. J. Sci. Food Agric. 58:321-329.

TILLEY, J. and TERRY, K. 1960. A two stages techniques for the in vitro digestion of forage crops. J. Brit. Grassland Soc. 18(2):131-163.

VAN SOEST, P.J. and WINE, R.H. 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. The determination of plant cell-wall constituents. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 50:50.