

# **Experiencias en un sistema silvopastoril de *Leucaena leucocephala*-*Cynodon plectostachyus*-*Prosopis juliflora* en el Valle del Cauca, Colombia**

**Liliana Mahecha\*, Mauricio Rosales\*, Carlos Hernando Molina\*\* y Enrique José Molina\*\***

CIPAV\* - Reserva Natural El Hatico\*\*

Carrera 35A Oeste # 3B66, Cali, Colombia. A. A: 20591.

Tel: (57) (2) 5542309, 5542294. Fax: (57) (2) 5542300

Dirección electrónica: cipav@cipav.org.co

## **I. INTRODUCCIÓN**

En Colombia el uso de sistemas silvopastoriles en la producción ganadera ha tenido un gran auge en los últimos años. Sin embargo, aún falta información y documentación a largo plazo, que permita aumentar los conocimientos sobre las interacciones entre los componentes árbol-pasto-suelo-animal. Esta información es necesaria para generar puntos de intervención del hombre para el manejo del sistema, que garanticen su mayor eficiencia y sostenibilidad.

La Reserva Natural El Hatico, consciente que 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 las demanda de la población y garantice la protección de los recursos naturales y el medio ambiente; y de la importancia de la investigación de los sistemas silvopastoriles como una alternativa para lograrlo, inició en 1993 la siembra de *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*) asociada a pasto Estrella (*Cynodon plectostachyus*) y Algarrobo (*Prosopis juliflora*). En este sistema silvopastoril, se ha implementado un programa de investigación

en colaboración con la fundación CIPAV, que comprende tres fases: análisis del sistema con énfasis en el componente suelo, análisis del sistema con énfasis en el componente animal (en curso) y en la tercera fase proyectada para finales de este año, se evaluarán todos sus componentes de forma integral, incluyendo los flujos de energía. El propósito de este artículo, es exponer la experiencia en el establecimiento y manejo del sistema, así como aportes de las dos fases de investigación llevadas a cabo en el sistema.

## II. UBICACION

La reserva natural El Hatico, es una finca comercial que debido a su contribución al desarrollo sostenible y a la conservación del ecosistema del valle geográfico del río Cauca, así como sus aportes a las actividades de educación e investigación, ha sido reconocida como reserva natural privada por la Red Nacional de Reservas de la Sociedad Civil, avalada por el Ministerio Colombiano del Medio Ambiente.

La reserva natural El Hatico, se encuentra 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.s.n.m. La precipitación promedio anual es de 750 mm y está distribuida bimodalmente (marzo-mayo y octubre-noviembre). La temperatura promedio es de 24°C, la humedad relativa de 75% y la evaporación promedio es de 1825 mm/año. El Hatico está en una zona agroecológica denominada por Holdridge (1978) como Bosque Seco Tropical.

## III. ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DEL SISTEMA

Para el establecimiento del sistema silvopastoril, se aprovechó la existencia de árboles de Algarrobo con más de 15 años de plantados. La *Leucaena* se sembró inicialmente por semilla sin inocular (6 kg/ha), mezclada con 600 gr (el 10%) de semilla de sorgo (planta utilizada como marcador de surco para facilitar los primeros controles de maleza) empleando una sembradora convencional de grano fino. De esta forma, se logró el primer pastoreo a los 6 meses después de la siembra. En establecimientos posteriores se ha utilizado semilla inoculada con la cepa CIAT 1967, logrando reducir el primer pastoreo a 3 meses. La distancia utilizada entre surcos de *Leucaena* es de 1m y entre plantas no existe una distancia constante debido a que se depositan aproximadamente 15

semillas/metro lineal de surco, pretendiendo obtener de 3-6 plantas/metro lineal, luego de realizar las labores de control de malezas. Los surcos se trazan en dirección oriente-occidente. La siembra de la gramínea, pasto Estrella, se realiza 30 días después de la siembra de la *Leucaena*, utilizando 3 toneladas de material vegetativo (estolones/ha). Se utiliza riego posterior a la siembra de la *Leucaena* y de la Estrella. La siembra de la *Leucaena* se realiza en la época seca para que coincida la época de lluvias con la siembra de la gramínea. El control de malezas se hace mecánicamente con una cultivadora, seguido de control manual a los 15 y 45 días respectivamente. Una vez establecido el sistema, las únicas prácticas de manejo que se realizan son el riego por gravedad en época de sequía (4 riegos/año) y la poda (1,4 podas/año). En este sistema se ha logrado reducir el riego en el pasto Estrella en un 20% comparado con las praderas de Estrella a plena exposición del sol.

Los potreros son pastoreados durante 1 día (cada potrero es de 4000 metros cuadrados limitado por cerca eléctrica) por vacas de alta producción en un número que oscila entre 65-70 animales y sometidos a un repaso durante el día siguiente por 35 vacas secas.

#### **IV. EVALUACION DE LA RELACION PLANTA-SUELO EN EL SISTEMA SILVOPASTORIL**

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la asociación *Leucaena* y/o Algarrobo con pasto Estrella sobre la composición química del suelo y la influencia indirecta en la cantidad y calidad de forraje total producido (Estrella, *Leucaena* y Algarrobo). En este trabajo (Ramírez, 1997), se determinó la producción de biomasa y el contenido de proteína, de los forrajes, se cuantificó la reducción en el uso de urea por efecto de la implementación de los sistemas silvopastoriles, se evaluaron los cambios en la composición química del suelo (N total, P, C, Ca, K, Na) y se estudió el aporte de materia orgánica dentro del sistema silvopastoril.

Se investigaron los siguientes sistemas silvopastoriles: pasto Estrella + *Leucaena* + Algarrobo; el sistema pasto Estrella + Algarrobo y el monocultivo de pasto Estrella como control. En estos sistemas se evaluó la producción de biomasa. Para el Estrella, se utilizaron áreas de muestreo de 20 m<sup>2</sup> (5 x 4) ubicadas dentro de parcelas experimentales de 8000 m<sup>2</sup> (40

x 200), según recomendaciones de Rodríguez (1985). La productividad de la legumbre de Algarrobo, se midió recolectando el total de frutos en dos árboles adultos. Esta recolección se realizó plateando totalmente la gotera del árbol y cosechando desde el suelo las legumbres caídas como consecuencia de su madurez fisiológica. De cada muestreo, se obtuvo una submuestra que fue utilizada para la determinación del porcentaje de materia seca, proteína cruda (PC) y fibra detergente neutra (FDN). Se utilizó material proveniente de dos muestreos. Los cambios en la composición química del suelo se evaluaron en la mitad de la gotera del árbol (Algarrobo), en el límite de la gotera del árbol y a 5 m del límite de la gotera del árbol, para la asociación pasto Estrella + *Leucaena* + Algarrobo y en el límite de la gotera del árbol y a 5 m del límite de la gotera del árbol para la asociación pasto Estrella + Algarrobo, y se compararon con el monocultivo. En todos los casos se evaluaron tres profundidades: de 0-10 cm, 10-20 cm y de 20-30 cm. En la medición del aporte de la materia orgánica al sistema silvopastoril se cuantificó, la cantidad de material residual de podas aportado por la *Leucaena* en las mismas unidades de muestreo utilizadas en la producción de forraje verde. El estiércol que dejan los bovinos después de pastorear las áreas de muestreo se tomó en áreas de 20 m<sup>2</sup>, diferentes a las empleadas en la productividad de forraje y seleccionadas al azar dentro de dichas parcelas. El aporte de materia orgánica por el forraje de Algarrobo, se midió utilizando bandejas de anejo ubicadas en parejas bajo el área de influencia de la gotera del árbol, recolectando 1m<sup>2</sup> según recomendaciones de Duvigneaud (1981).

Se lograron producciones totales de forraje (Materia seca) de 39.3 t/ha/año en el sistema pasto Estrella + *Leucaena* + Algarrobo (33.4, 5.6 y 0.3 respectivamente), 38.9 en el sistema pasto Estrella + Algarrobo (38.3 y 0,6 respectivamente) y 23,2 t/ha/año en el monocultivo de gramínea (Cuadro 1). Esta mayor producción de biomasa de los sistemas silvopastoriles respecto al monocultivo se atribuye a un mayor aprovechamiento del espacio vertical, tanto aéreo como subterráneo que supone una mayor captación de nutrientes y energía (Benavides, 1983); en este caso, el Algarrobo aporta legumbres, la *Leucaena* en un segundo estrato aporta forraje al igual que la gramínea en el primer estrato.

La inclusión de leguminosas influyó positivamente en la producción de pasto Estrella, 24,6 y 32,7% superior en los sistemas pasto Estrella + *Leucaena* + Algarrobo y pasto Estrella + Algarrobo sobre el monocultivo, respectivamente. La mayor producción del Estrella del primer sistema, se atribuye a la utilización de fertilización nitrogenada (400kg urea/ha/año) (Cuadro 1).

En cuanto a la composición química, los contenidos de proteína cruda de la gramínea, encontrados en el monocultivo (11,2%) fueron inferiores a los de los tratamientos con presencia de leguminosas, 14,5 % para el sistema pasto Estrella + *Leucaena* + Algarrobo y 13,95% para el de pasto Estrella + Algarrobo. Vale la pena resaltar que la gramínea asociada a las leguminosas Algarrobo y *Leucaena* sin urea, alcanzó contenidos de proteína similares a la gramínea asociada con Algarrobo y 400 kg/ha/año de fertilización nitrogenada (cuadro 1). Esto evidencia las bondades de estas leguminosas en la fijación de nitrógeno atmosférico y en el aporte de materia orgánica como se verá más adelante.

Con respecto a la composición química del suelo, en el monocultivo se presentó el menor contenido de nitrógeno frente a los tratamientos que contaron con la presencia de árboles leguminosos, para las profundidades de 0-10 y 10-20 cm. Esto se explica en parte, gracias al aporte de material orgánico en forma de hojarasca y residuos de poda que se generan en un estrato arbustivo *Leucaena* y/o arbóreo (Algarrobo), y a la sombra generada por estas especies que posiblemente hace que la mineralización de la reserva orgánica del suelo sea más lenta que la ocurrida en praderas a plena exposición del sol (Ramírez, 1997). Sin embargo, a profundidades de 20-30 cm se encontró un mayor contenido de N en el monocultivo, lo que se explicó por las pérdidas que por lixiviación hacen llegar hasta allí el N que se adiciona sobre la superficie en forma de urea. Se esperaba que para las profundidades de 10-20 y 20-30 cm, todos los suelos bajo el efecto de leguminosas, presentaran valores altos de N pero no fue así, posiblemente como consecuencia de los altos niveles de extracción que para este elemento realiza la gramínea, si se tiene en cuenta que bajo estos tratamientos se obtuvieron los mejores rendimientos de forraje y que el pasto Estrella es exigente en nitrógeno. También hubo una tendencia a un mayor contenido de nitrógeno en la mitad de la gotera del árbol.

**Cuadro 1: Producción de materia seca comestible/ha/año y contenido de PC y FDN de los sistemas evaluados.**

Tratamientos	Úrea (kg)	Estrella MS/ha/año	<i>Leucaena</i> MS/ha/año	<i>Algarrobo</i> MS/ha/año	MS total /ha/año	% PC del Estrella
Estrella, <i>Leucaena</i> , 0 Algarrobo		33,5	5,6	0,3	39,4	14,5
<i>Estrella</i> + Algarrobo	400	38,3	0	0,6	38,9	13,9
<i>Estrella</i>	400	23,2	0	0	23,2	11,2

Los contenidos de carbono y materia orgánica presentaron la misma tendencia que el nitrógeno, los mayores contenidos se encontraron en presencia de leguminosas para los perfiles 0-10 y 10-20 cm. Los mejores contenidos de fósforo se encontraron en las asociaciones que contaron con la presencia de leguminosas en todas las profundidades, posiblemente como consecuencia de los mayores contenidos de materia orgánica en el perfil edáfico del suelo, que a su vez aumenta el poder tampón en la solución del suelo, posibilitando que el P se ligue en forma de humatos y pueda estar disponible para la gramínea asociada. También, se debe considerar que algunas plantas movilizan P a través de los aminoácidos excretados por las raíces y que actúan como quelantes, ya sea por micorrizas o por bacterias de la rizosfera (situación que puede presentarse en los tratamientos con leguminosas) (Primavesi, 1984). El Ca, Mg y Na presentaron una tendencia similar al P.

Los aportes de materia orgánica (correspondientes a podas, excretas, hojarasca y residuos de pastoreo) de las asociaciones de pasto *Estrella* + *Leucaena* + *Algarrobo* y *Estrella* + *Algarrobo* fueron mayores (149,4 y 137 t/ha/año) que el monocultivo (26,5 t/ha/año), implicando un mayor reciclaje de minerales al suelo (1518 y 1301 k/ha/año frente a 913 k/ha/año, respectivamente). Los elementos que mayor reciclaje presentaron en estos sistemas fueron el N, Ca, P y Mg. Esto muestra la ventaja que representa el manejo de gramíneas acompañadas con árboles y/o arbustos leguminosos ya que una fracción representativa de los nutrientes extraídos de la solución edáfica son retomados a ella mediante hojarasca y los residuos de pastoreo o podas, sobre la superficie.

De esta primera fase podemos concluir que la inclusión de los árboles y/o arbustos leguminosos en praderas de pasto Estrella, tuvo un efecto positivo sobre la composición química del suelo (N, C, materia orgánica, P, Ca, Mg y K) gracias a un mayor aporte de materia orgánica al sistema y por ende a un mayor reciclaje de nutrientes. Todo esto repercute en una mayor producción y calidad nutritiva del forraje de la gramínea adicionado a una mayor disponibilidad de material forrajero total consumible en el sistema.

#### **V. EVALUACION DE LA INTERRELACION PLANTA-ANIMAL EN EL SISTEMA SILVOPASTORIL**

La segunda fase de la investigación tiene como objetivo estudiar la dinámica del sistema en términos de la relación árbol-gramínea-animal. Se está evaluando en esta fase, la disponibilidad anual de biomasa de cada especie forrajera, la variación anual de la calidad de los forrajes (composición química, digestibilidad *in vitro* y fermentabilidad), consumo voluntario, comportamiento animal (diurno y nocturno) y producción de leche. Se proyectaron 8 mediciones (cada 42 días). Se cuenta con cuatro potreros experimentales de 4000 m<sup>2</sup> c/u. Dentro de cada potrero se están evaluando las asociaciones: pasto Estrella + *Leucaena* y Pasto Estrella + Algarrobo.

El consumo voluntario, el comportamiento animal y la producción de leche se mide en vacas lecheras de la raza colombiana Lucerna en el primer tercio de lactancia; se cuenta con un número de animales de 65-70 en cada período de ocupación. El consumo voluntario se estima por el método agronómico descrito por Giraldo (1996), como la diferencia entre la disponibilidad de cada forraje en el potrero antes y después del pastoreo. Para compensar las limitaciones de este método, se compara con las observaciones de comportamiento referentes al porcentaje del tiempo que el animal pasa comiendo cada forraje. Para medir el comportamiento, se observan 2 vacas del lote experimental por 5 minutos con intervalos de 10 minutos durante 8 horas diurnas y 11 nocturnas (dos días para cada medición) que permanecen en los potreros. Se mide el tiempo que el animal pasa en pastoreo, ramoneo, rumia y descanso. Además, durante 12 horas diurnas y nocturnas (en ordeño y en potrero), se determinan el número de veces en que los animales orinan, defecan y toman agua. La producción de leche se mide diariamente durante 8 días del muestreo.

La disponibilidad de forraje de cada especie se mide antes y después del pastoreo con el método de Doble Muestreo (Haydock y Shaw, 1975). Para los análisis de valor nutritivo se toma una muestra de 300 gr de cada especie de cada asociación y se determina en el laboratorio contenidos de proteína cruda, digestibilidad *in vitro* de materia seca, fibra detergente neutra y ácida, fermentabilidad, Ca, y P.

Los resultados iniciales (7 mediciones realizadas hasta el momento de 8 que contempla el proyecto), muestran un efecto de la época del año en la disponibilidad de materia seca de los forrajes en los potreros experimentales. En las épocas secas la disponibilidad de todos los forrajes ha disminuido (siendo aún más drástico por el efecto del fenómeno de El Niño) haciéndose necesaria la aplicación de riego en los potreros con el fin de estimular la recuperación de los forrajes para el pastoreo siguiente. En épocas de lluvias (dependiendo de la intensidad), ha existido variación en la disponibilidad de la gramínea; las lluvias moderadas han favorecido el desarrollo forrajero en el siguiente pastoreo, mientras que el exceso de agua y pisoteo por parte de los animales producto de las lluvias fuertes, han influido negativamente en la disponibilidad de la gramínea del siguiente pastoreo. La *Leucaena* por el contrario, ante el exceso de lluvias (noviembre) y el daño del pasto por el pisoteo de los animales en condiciones de humedad, es consumida en una proporción mayor a la normal; este mayor consumo sumado a una mayor altura de los arbustos repercute en una mayor disponibilidad de *Leucaena* para el pastoreo siguiente. Se ha podido observar también un efecto benéfico de la poda manual de la *Leucaena* (actividad de manejo del sistema realizada a 1 m de altura) sobre la producción de forraje de los árboles, Hernández *et al.* (1986), atribuyen este hecho a la activación que ocurre del crecimiento de las yemas en el tallo por debajo de la altura de poda. Sin embargo, la *Leucaena* incrementa muy rápido su altura después de la poda, lo que dificulta el consumo normal de los animales, razón por la cual se recomienda realizarla a una altura inferior que permita que los rebrotes inicien más abajo y se retarde así la siguiente poda.

En el Cuadro 2, se presentan los promedios de forraje disponible (MS/ha) durante las mediciones realizadas hasta ahora. En general, se ha observado una tendencia a una mayor disponibilidad de forraje en el Estrella asociado a *Leucaena*, que en la asociada a Algarrobo (Cuadro 2), esta



situación se invierte cuando la *Leucaena* sobrepasa los 1.50m de altura (diciembre), volviendo a establecerse una vez se realiza la poda, esto conlleva a pensar en un posible efecto negativo de la mayor proporción de sombra sobre la disponibilidad de la gramínea, tal como lo menciona Giraldo (1994).

**Cuadro 2. Disponibilidad promedia de forraje aprovechable (MS/ha/año).**

Período	Estrella asociado a <i>Leucaena</i>	Estrella asociado a algarrobo	<i>Leucaena</i>
JULIO	2.2	2.1	0.2
AGOSTO	2.7	1.8	0.3
OCTUBRE	3.8	3.0	0.5
NOVIEMBRE	4.9	3.6	0.6
DICIEMBRE	2.7	2.8	0.7
FEBRERO	2.8	2.7	0.2
MARZO	3.1	3.0	0.7

En el cuadro 3, se presentan datos iniciales sobre los consumos de materia seca/animal/día, para cada uno de los forrajes disponibles en el sistema. Es necesario aclarar que aunque el Algarrobo aporta legumbres muy apetecidas y consumidas por los animales, no se estimó el consumo de éstas en las parcelas experimentales. La producción promedia, se midió en árboles de potreros no experimentales, durante las dos cosechas del año, encontrándose producciones promedias de 0.4 t legumbres/ha (10 árboles/ha), siendo similares a las encontradas por Ramírez (1997) de 0.355 t/ha y superiores a las reportadas por Santos *et al.*, 1996 de 0.184 t/ha.

En cuanto al consumo de los forrajes, se ha presentado una tendencia de aumento en el consumo al aumentar la disponibilidad. En el caso de *Leucaena*, en diciembre, cuando se presentó la mayor disponibilidad, su consumo disminuyó con respecto a la anterior rotación, esto debido a que la altura de los arbustos sobrepasaba los límites de utilización de los animales.

Los resultados expuestos en el cuadro 3, muestran el efecto de la época del año sobre el consumo, al afectar la disponibilidad de forraje y comportamiento animal. Aún faltan los datos de calidad del forraje.

Es importante anotar que aunque el consumo máximo de *Leucaena* estimado hasta ahora, ha sido del 28% de la dieta forrajera, no se han presentado síntomas de toxicidad.

**Cuadro 3. Consumo de materia seca kg/animal/d**

PERIODO	Estrella asociado a <i>Leucaena</i>	Estrella asociado a Algarrobo	<i>Leucaena</i>	Consumo de <i>Leucaena</i> como % de la dieta forrajera
JULIO*	5,8	2,1	1,1	12
AGOSTO*	5,7	1,0	1,1	14
OCTUBRE*	7,9	2,4	2,1	17
NOVIEMBRE*	10,0	2,6	2,9	19
DICIEMBRE**	4,3	1,8	2,4	28
FEBRERO**	4,9	1,2	0,96	14
MARZO**	5,3	2,1	1,9	21

\*Las vacas fueron suplementadas con 1.65 k de arroz/mogolla y 1.5 k de gallinaza=2.52 k MS/an/d

\*\* Las vacas fueron suplementadas con 1.65 k de arroz/mogolla, 1.5 k de gallinaza y 1 k. de melaza=3.32 k MS/an/d.

Aunque los datos de comportamiento no se tienen procesados todavía, las observaciones iniciales, muestran una tendencia (tanto diurna como nocturna) a pastorear más el Estrella asociada a *Leucaena* que el asociado a Algarrobo, este espacio lo destinan normalmente para echarse por lo que se produce mucho desperdicio por aplastamiento y contaminación con heces.

Con respecto al efecto de las lluvias en el comportamiento animal, se ha observado que en los días en las que las lluvias han sido fuertes, hay un cese de actividades de consumo de forraje por parte del animal, buscando los árboles como refugio. Esto contribuye a un mayor desperdicio de forraje de Estrella asociado a Algarrobo y a una disminución en general de pastoreo de la gramínea en el potrero (en ambas asociaciones) por encontrarse mojada y embarrada, llevando a un incremento de ramoneo de *Leucaena*. En períodos de cosecha de Algarrobo (octubre y marzo), los animales tienden a permanecer mayor porcentaje de tiempo debajo de los árboles, buscando las legumbres y dedicando menos tiempo del acostumbrado a pastoreo del Estrella que está asociada a la *Leucaena*.

Se ha encontrado que los animales dedican mayor tiempo a rumia-descanso durante la noche que en el día y esta actividad la realizan principalmente debajo de los árboles de Algarrobo, por la mayor protección que les brindan contra el sol y el mayor espacio disponible para echarse (existe un comportamiento grupal a echarse).

En el momento faltan procesar los datos de comportamiento y realizar los análisis químicos del forraje con el fin de poder analizar si el comportamiento, consumo y producción de leche varían con base en la calidad y/o cantidad de forraje disponible a través del año.

Algunos beneficios que han sido observados en el sistema incluyen la disminución de la incidencia de intoxicaciones por nitritos y ácido cianhídrico (Uribe, 1988; comunicación personal), bienestar animal y el incremento en la biodiversidad (un estudio de la caracterización de la avifauna presente en siete agroecosistemas en la Reserva, muestra diferencias importantes, siendo el sistema silvopastoril de pasto Estrella-*Leucaena*-Algarrobo y otras especies arbóreas, uno de los más diversos con 46 especies (Cárdenas, 1998)).

## VI. CONCLUSIONES

La asociación del pasto Estrella con leguminosas arbustivas (*Leucaena*) y/o arbóreas (Algarrobo), representa una mejora de las condiciones del suelo, lo que se traduce en una mayor producción y calidad de forraje. Existe una dinámica anual en la disponibilidad de forraje del sistema, lo que repercute en el comportamiento y consumo animal. Esta variación observada en la disponibilidad y calidad de forraje dará las pautas para una correcta suplementación a través del año y para establecer normas de manejo adecuadas para el sistema.

## VII. REFERENCIAS

- BENAVIDES, 1983. Investigación en árboles forrajeros. En: Curso corto intensivo sobre técnicas agroforestales con énfasis en la medición de parámetros biológicos y socioeconómicos. Turrialba Costa Rica. CATIE.
- DUVIGNEAUD, P. 1981. La síntesis ecológica. Editorial Alhambra. Madrid. 310 p.
- GIRALDO, L.A. 1994. Elementos de evaluación integral en sistemas silvopastoriles. En: Seminario sobre agroforestería una alternativa alimenticia para rumiantes en el trópico. Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá.
- GIRALDO, L.A. 1996. Metodología para estimar el consumo bajo pastoreo. Documento de trabajo, curso de profundización y Nutrición. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. 13 p.

- HAYDOCK, K; SHAW, N. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Aust. J. Exp. Agric & Animal Husb.* 15:665-670.
- HERNANDEZ, C.A., ALFONSO, A., DUQUENSE, P. 1986. *Revista pastos y Forrajes* 9:79, Cuba.
- HOLDRIDGE, L.R. 1978. *Ecología basada en zonas de vida*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA): Serie de libros y materiales educativos No. 34.
- PRIMAVESI, A. 1984. *Manejo ecológico del suelo: La agricultura en regiones tropicales*. 5a edición. Editorial El Ateneo, buenos Aires, Argentina.
- RAMÍREZ, H. 1997. Evaluación de dos sistemas silvopastoril es integrados por *Cynodon plectostachyus*, *Leucaena leucocephala* y *Prosopis juliflora*. En: Seminario Internacional de Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. CIPAV. Cali.
- RODRIGUEZ, R.A. 1985. Producción de biomasa de Poró gigante (*E. Poeppigiana*) y King grass (*Pennisetum purpureum* \* *P. thypoides*) intercalados, en función de la densidad de siembra y la frecuencia de poda del Poró. Tesis Mg Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 70 p.
- SANTOS, L.D.; BERNAL, C.A.; DUARTE, J.H. 1997. Introducción a la evaluación de la producción de Algarrobo (*Prosopis juliflora*) en áreas de bosque seco tropical, Alto Magdalena, Cundinamarca, Colombia. En: Seminario Internacional de Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. CIPAV. Cali.