

## Evaluación del arreglo silvopastoril *Leucaena leucocephala* y pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*) para producción de leche en el alto Magdalena

### Evaluation of silvopastoral system *Leucaena leucocephala* - *Cynodon nlemfluensis* grass for dairy production in high area from Magdalena river

Miguel Alfonso Vanegas Rivera<sup>1</sup>; Humberto Romero Huertas<sup>1</sup>; Juan Carlos Arcos Dorado<sup>1</sup>; Fernando Alfonso Jaramillo Gamboa\*<sup>1</sup>; Diego Rosendo Chamorro Viveros<sup>1</sup>; Luis Augusto Ocampo Osorio<sup>1</sup>; Guillermo Carrero Herrán\*<sup>1</sup>; Emilia Riveros Escobar<sup>1</sup>; Luis Felipe Vera Vera<sup>1</sup>; Roberto Mejía Caicedo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>M.V.Z. Investigadores CORPOICA, CRECED, Nataima, Tolima; <sup>2</sup> Propietario Hacienda El Chaco, Tolima. (\*qepd).

Email para correspondencia: [mialvan77@yahoo.com](mailto:mialvan77@yahoo.com)

#### Resumen

Se evaluó el sistema silvopastoril leucaena-pasto estrella con el objetivo de estimar la producción de leche, peso, calidad composicional físico química de la leche, disponibilidad de biomasa forrajera y su calidad nutricional. Además, se indagó si los arreglos silvopastoriles presentan ventajas

económicas de frente a métodos convencionales de manejo. La investigación se realizó en la Hacienda El Chaco, Municipio de Piedras, Tolima, a una altitud de 605, con un suelo de pH 6.55. Se emplearon dos grupos de vacas, cada uno compuesto por cinco animales. El diseño experimental utilizado fue crossover con dos tratamientos (T1: leucaena - pasto estrella y

2 kg de harina de arroz/vaca/día; T2: pastoreo rotacional en pasto india o guinea y suplementación con formula sollapro-40 (1 kg/4 kg de leche). Se encontraron variaciones mínimas ( $P < 0.05$ ) en la producción de leche (14.2 y 14.6 kg/vaca/día para T1 y T2, respectivamente). El cambio de peso promedio de las vacas fue superior en el tratamiento de leucaena más pasto estrella. No se presentaron variaciones en el contenido de sólidos totales en la leche. La aplicación del T1 disminuyó los costos de producción en 69%.

Palabras clave: Pastoreo; sistemas mixtos; ganadería; leguminosas.

### **Abstract.**

In order to estimate milk production, weight, physical and chemical compositional quality of milk, forage biomass availability and nutritional quality was assessed silvopastoral system Leucaena-Estrella grass.

### **Introducción**

El Valle Cálido del Alto Magdalena se caracteriza por presentar tierras de planicies aluviales, precipitaciones entre 700 y 1400

Furthermore, we investigated whether arrangements have economic advantages silvopastoral against treeless pastures. The research was conducted at Hacienda El Chaco, City of Piedras, Tolima, at an altitude of 605, with a soil of pH 6.55. Used two groups of cows, each consisting of five animals. The experimental design was a crossover with two treatments (T1: Leucaena - Estrella grass and 2 kg of rice flour / cow / day, T2: rotational grazing guinea grass and Indian or supplementation formulated sollapro-40 (1 kg / 4 kg milk). Minor variations were found ( $P < 0.05$ ) in milk production (14.2 and 14.6 kg / cow / day for T1 and T2, respectively). The average weight change of the cows was higher in the T1. There were no changes in the total solid content in the milk. T1 implementation of decreased production costs by 69%.

Key words: grazing; mixed system; livestock; legumes

mm al año, distribuidos bimodalmente. El periodo de mayor pluviosidad está comprendido por los meses de abril, mayo, septiembre y octubre y con menor precipitación en julio y agosto. La mayor

parte de la región corresponde a bosque seco tropical y una zona de transición entre el bosque muy seco tropical y el bosque seco tropical. El área presenta una temperatura promedio de 28°C y una humedad relativa entre el 70 y 80%, con brillo solar de 1400 h/año. Presenta paisajes de relieve plano con pendientes hasta del 3% y ondulados con pendientes que varían entre 7 y 25%. La cobertura vegetal es de predominio de pasturas naturales y manejadas, que ocupan una extensión de 1.009.700 ha, ocupadas por una población bovina de 573.822 cabezas (Miranda y Jaramillo 1999).

Los predios ubicados en la microregión norte y sur del Alto Magdalena están dedicados a la agricultura y son manejados bajo el sistema de producción mixto agropecuario. Este sistema de producción se caracteriza por la combinación de la actividad ganadera con la agrícola donde interactúan los diversos componentes del sistema. Se destacan los diferentes tipos de explotación ganadera, los cultivos de arroz, sorgo y frutales, praderas de gramíneas en monocultivo o en asocio con leguminosas herbáceas y arbóreas, bosque y rastrojos,

además de sistemas de manejo del suelo y utilización del agua (Pulido, 1999).

La ganadería bovina es uno de los principales componentes del sistema de producción mixto agropecuario, si se tiene en cuenta lo que representa para el país, dentro del proceso de globalización de la economía, para la producción de leche y carne. Dentro de este sistema de producción predomina la ganadería doble propósito y lechería tropical en la microregión Norte del Alto Magdalena y el doble propósito y cría en el Sur del Alto Magdalena (Pulido, 1999; Chamorro, *et al.* 1998).

Este sistema presenta ventajas comparativas como su ubicación sobre una importante red vial, que facilita la articulación a los centros de consumo y procesadores de leche de la región; además, dispone de alguna maquinaria para el mejoramiento de praderas e infraestructura para la producción, como son cercas eléctricas, corrales y establos.

No obstante, la productividad de los sistemas ganaderos del Valle Cálido del Alto Magdalena está limitada principalmente por

la disminución drástica en la disponibilidad de forraje en las praderas en sequías prolongadas. Por otra parte, el alto grado de deforestación que está asociado con los sistemas tradicionales de manejo de praderas, ha causado alto nivel de degradación de los recursos naturales y pérdidas de la biodiversidad, que amenaza seriamente la sostenibilidad de la producción (Pulido, 1999).

Los arreglos silvopastoriles, en este caso los arreglos de leucaena (*Leucaena leucocephala*) en asocio con pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*), son una alternativa integral para la solución de los limitantes para la producción de leche y carne en agroecosistemas tropicales (Ruiz y Febles, 1987). Este sistema puede proveer una mayor oferta de forrajes de mayor calidad nutritiva (particularmente en épocas críticas), la reducción del efecto negativo del calor sobre el consumo y productividad de los animales, conservación y mejoramiento de la capacidad de los suelos y el mejoramiento general de índices de sostenibilidad de las unidades de producción (Simon, 2000).

El objetivo general de este estudio fue estimar el efecto sobre la productividad (producción y calidad de leche y ganancia de peso), en el tipo de explotación ganadera bovinos doble propósito, mediante la utilización del arreglo silvopastoril leucaena (*Leucaena leucocephala*) y pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) en la Microregion Norte y Sur del Alto Magdalena.

## Materiales y métodos

### Localización

El trabajo se realizó en la Hacienda el Chaco, Municipio de Piedras, en el Departamento del Tolima, a 600 m de altitud, temperatura media de 25°C, humedad relativa del 70%, con una precipitación media anual de 1200 mm repartidos en dos periodos lluviosos y dos periodos secos. Los suelos son de textura franco-arcillo-arenosa, con bajo contenido de materia orgánica y pH de 6.55 (Tabla 1).

**Tabla 1.** Características fisicoquímicas de los suelos de la Hacienda El Chaco, Piedras, Tolima.

Parámetro	Contenido
Textura	FArA
pH	6.55
M.O. (%)	1.35
P (p.p.m.)	27.9
Ca (meq/100 g de suelo)	9.5

### Actividades productivas de la empresa

La empresa está dedicada a la siembra de cultivos comerciales, principalmente el arroz que ocupa la mayor parte del área en la hacienda. Adicionalmente y en extensión de 80 ha se destaca la actividad ganadera, mediante la explotación de bovinos en el sistema doble propósito que pastan en parcelas de angleton climacuna (*Dichantium annulatum*), india o guinea (*Panicum maximum*), pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*), puntero (*Hyparrhenia rufa*), colosuana (*Bothriochloa pertusa*). Algunos potreros poseen cercas vivas de matarratón (*Gliricidia sepium*), destacándose los bancos de proteína de *L. leucocephala* en asocio con pasto india y con pasto estrella para el consumo con acceso directo de los bovinos. Además se

tienen bancos de proteína de matarratón (*G. sepium*), para corte y acarreo. Las vacas en ordeño pueden fluctuar entre 70 y 90, de las cuales la recién paridas durante el primer tercio de la lactancia, pastorean en la parte baja de la finca, cercana a la sala de ordeño, en praderas de angleton climacuna, guinea, estrella y en el arreglo silvopastoril leucaena - pasto estrella - árboles. Estas vacas son ordeñadas dos veces al día.

Las vacas restantes, las cuales tienen lactancias superiores a 100 días se ordeñan una vez por día, pastando en la parte alta de la finca en praderas de angleton climacuna solo, o con bancos de proteína de *Clitoria ternatea*.

Se calcula una capacidad de carga de 2,5 UGG/ha, con periodos de duración de dos

días por potrero y periodos de descanso de 35 días.

Los terneros destetos, terneros de levante, novillos y vacas horras, son suplementados con la soca, y rebrotes del arroz.

Se realizó un análisis financiero usando los registros de insumos y producción de leche en el periodo de un año, además de consideró el valor de la suplementación. Los costos se efectuaron teniendo en cuenta precios del año 2000 con una tasa de cambio de \$2039/US\$, el valor de la leche \$444,00/Kg; los ternero \$1.600,00/Kg; las vaca \$1.200,00/kg y el valor de suplementación (T1) /Kg. Harina de arroz \$335,00; Valor suplementación (T2)/Kg. Solla Pro-40 \$ 558,75.

### Diseño estadístico

Se seleccionaron dos grupos de vacas, cada uno compuesto por cinco animales con características muy homogéneas, en cuanto a número de lactancias, periodo o días de lactancia y tipo racial. Se trabajó un diseño

experimental denominado Crossover o sobrecambio en el cual los grupos se mantuvieron hasta el final del experimento, intercambiándolos de tratamiento cada 14 días, durante 4 veces.

### Tratamientos

Se evaluaron dos tratamientos: T1: *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*) más pasto estrella (*Cynodon mlenfuensis*) y 2 kg de harina de arroz/vaca/día. T2: Pastoreo rotacional en pasto india o guinea (*Panicum maximum*) y suplementación con fórmula SOLLAPRO-40 (1Kg/4kg leche).

Las áreas elegidas para cada tratamientos son de 1,7 ha. El tratamiento T1 corresponde al arreglo silvopastoril leucaena (*Leucaena leucocephala*), pasto estrella (*Cynodon mlenfuensis*) y cuatro especies de árboles intercalados para sombrío, cují o algarrobo (*Prosopis juliflora*), cámbulo o cachimbo (*Erythrina* sp), *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*) y matarratón (*Gliricidia sepium*).

La leucaena es consumida directamente por los animales, estando sembrada por franjas compuestas por seis surcos separados a 1 m e igual distancia entre plantas, lo cual equivale a que cada franja mida cinco metros de ancho, dispuestas de tal manera, que entre una y otra franja existe una separación de 4 mm. Los árboles de sombrío están cada 10 m.

En toda el área predomina como estrato de porte bajo la gramínea pasto Estrella (*Cynodon nlenfuensis*). Para la rotación del ganado se dividió el área en cinco partes, utilizando cerca eléctrica.

El tratamiento T2 es un arreglo silvopastoril donde predomina el pasto india o guinea (y sembrado para sombrío a 10 x 10 m, los árboles cují o algarrobo (*Prosopis juliflora*), el cual además proporciona frutos que son bien consumidos por los animales cuando estos caen al suelo. El forraje de esta especie arbórea no está al alcance de los animales. Esta área también se dividió en cinco áreas con cerca eléctrica.

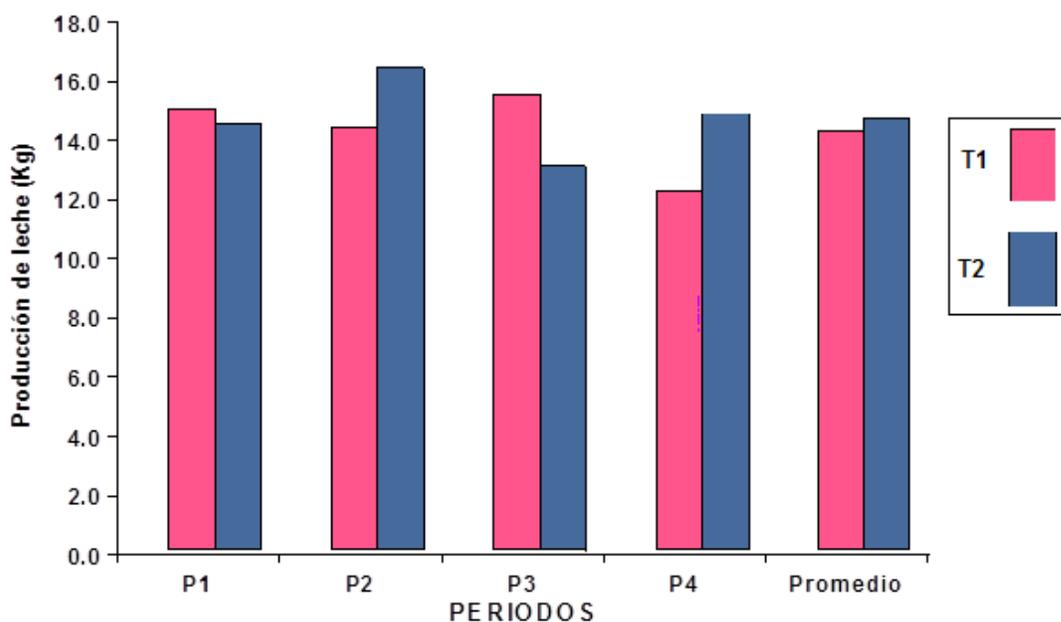
Las vacas permanecieron en cada uno de los tratamientos siete días en cada parcela,

siendo los primeros 7 días (primera parcela) de acostumbramiento o eliminación de residuos del anterior tratamiento y los segundos 7 días (segunda parcela) para toma de datos o información. Culminando de esta manera el primer periodo de 14 días, efectuándose el primer sobrecambio donde las vacas del T1 pasan al T2 y viceversa, ingresando a la tercera parcela (acostumbramiento) y cuarta parcela (datos o información) en cada uno de los tratamientos, realizando el segundo sobrecambio. De esta forma se continua por dos periodos más hasta completar 56 días de experimentación o 4 periodos de 14 días cada uno.

## Resultados

### Producción de leche

Se encontró una mayor producción de leche en el T1 en los periodos uno y tres. En contraste, el T2 fue superior al T1 en los periodos dos y cuatro. Esto se resume en producción similar ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos (14.6 y 14.2 kg/vaca/día para T2 y T1, respectivamente; (Figuras 1 y 2).

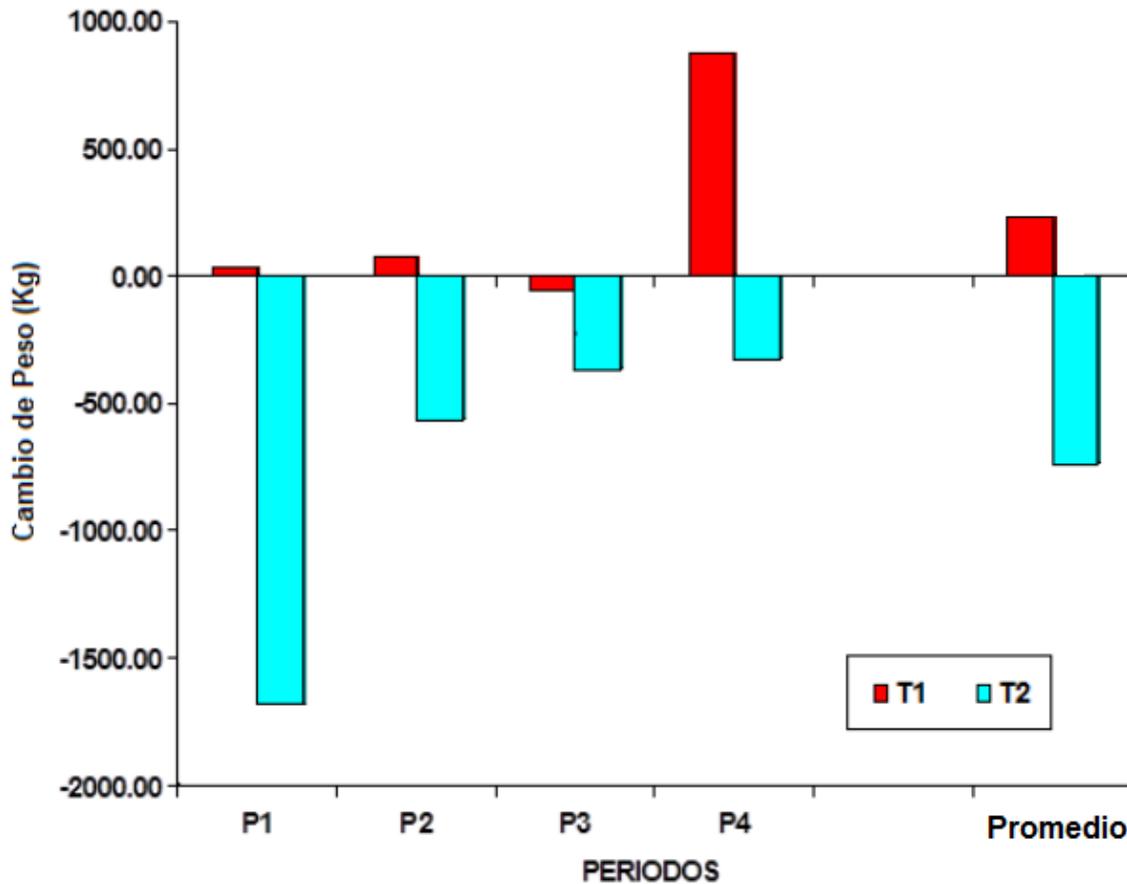


**Figura 1.** Producción de leche/vaca por periodo y tratamiento.

### Peso de las vacas

El cambio de peso promedio por día de las vacas fue significativamente mayor ( $P < 0,05$ ) en T1 (228,57 g/vaca/día) sobre el tratamiento dos (T2), que perdieron 739,39 g/vaca/día. También se encontraron diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ) en la

producción de leche entre periodos. Posiblemente por la baja disponibilidad de forraje (MS) que se presentó en el T2 (figura 2). Este efecto energético se evidenció en ambos grupos de vacas, cuando les correspondía el periodo de pastoreo en el T1.

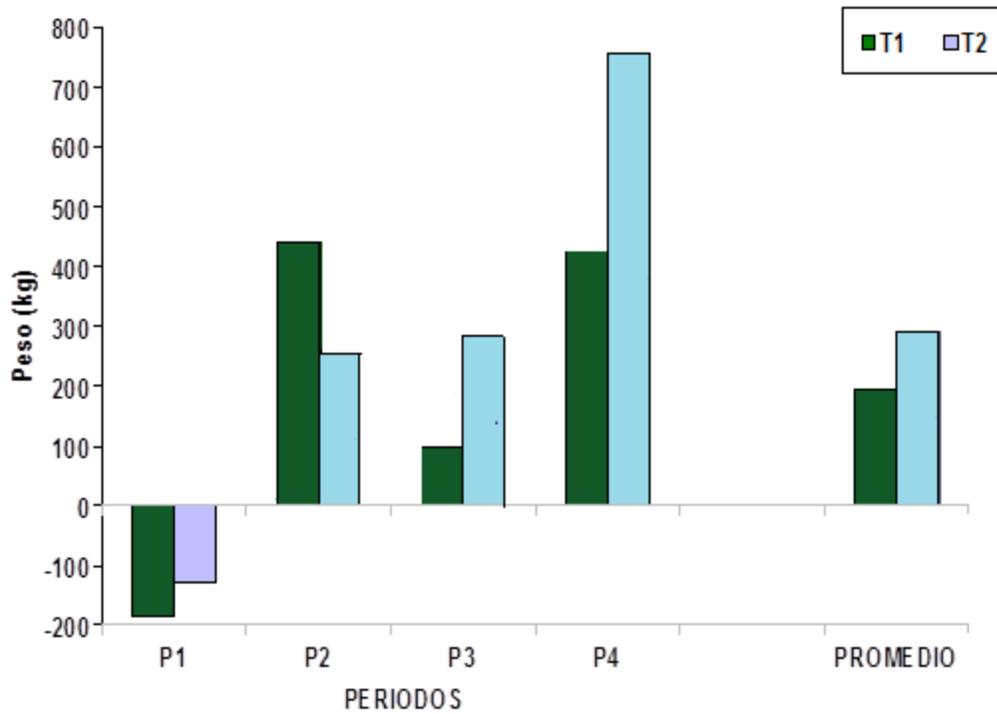


**Figura 2.** Cambio promedio de peso de las vacas/día, por periodo y tratamiento.

**Peso de los terneros**

Se reporta el cambio de peso en los terneros, cuyos aumentos observados, no se puedan atribuir totalmente al efecto de los tratamientos, debido al consumo restringido de leche.. Sin embargo, se puede observar un mayor ( $P < 0.05$ ) aumento de peso en el

T2 (292.9 g/ternero/día), significando un 49% más que el T1 (196.5 g/ternero/día). En contraste, sí se presentaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre periodos, debido a la amplia variación que se presentó especialmente por efecto del tratamiento dos (T2). (Figura 3).



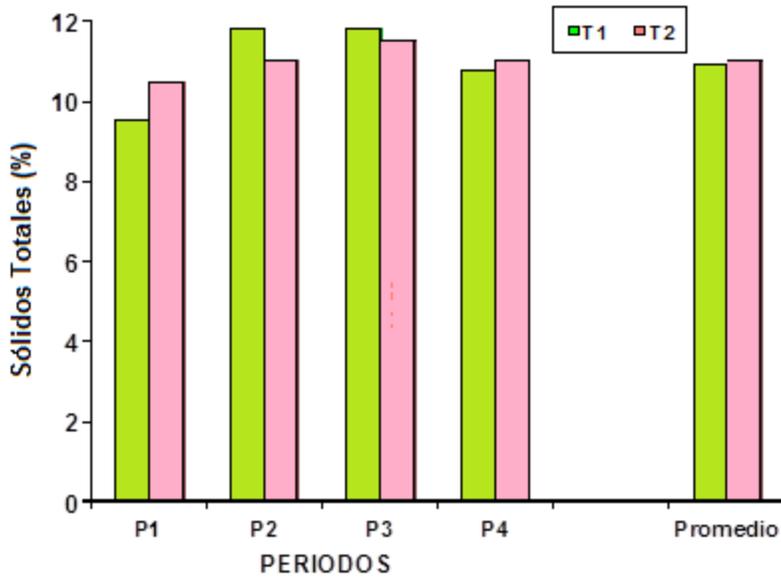
**Figura 3.** Cambio promedio de peso de los terneros/día, por periodo y tratamiento.

**Calidad composicional de la leche**

**Contenido de sólidos totales**

Se presentan ligeras variaciones en el porcentaje de sólidos totales, siendo

superior en el T1 en los periodos dos y tres. Igualmente, mayor efecto por el tratamiento dos (T2) en los periodos uno y cuatro (P1 y P4) (figura 4).

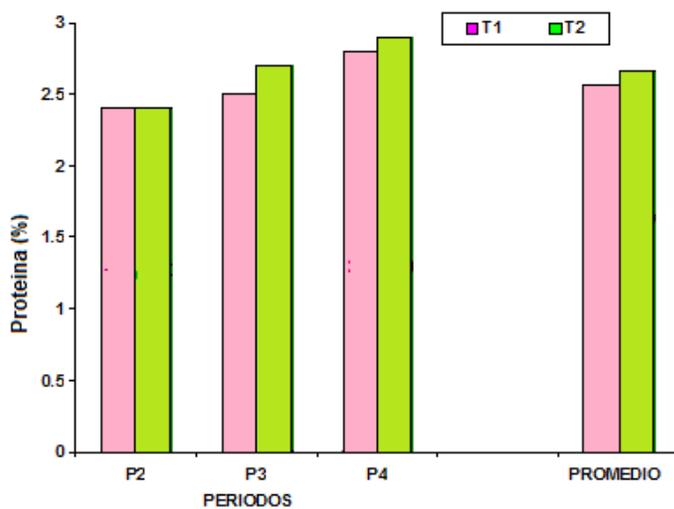


**Figura 4.** Cambio promedio en el porcentaje de sólidos totales en leche, por periodo y tratamiento.

**Contenido de proteína**

El porcentaje promedio de proteína en la leche presenta igualmente una superioridad mínima del T2 sobre el T1 (2,67% y 2,57%, respectivamente). Se observa igualdad en el contenido de este nutriente en el periodo uno

(2,40%), por efecto de ambos tratamientos, pero con superioridad del T2 sobre el T1 en los periodos o sobre cambios dos y tres (Figura 5).

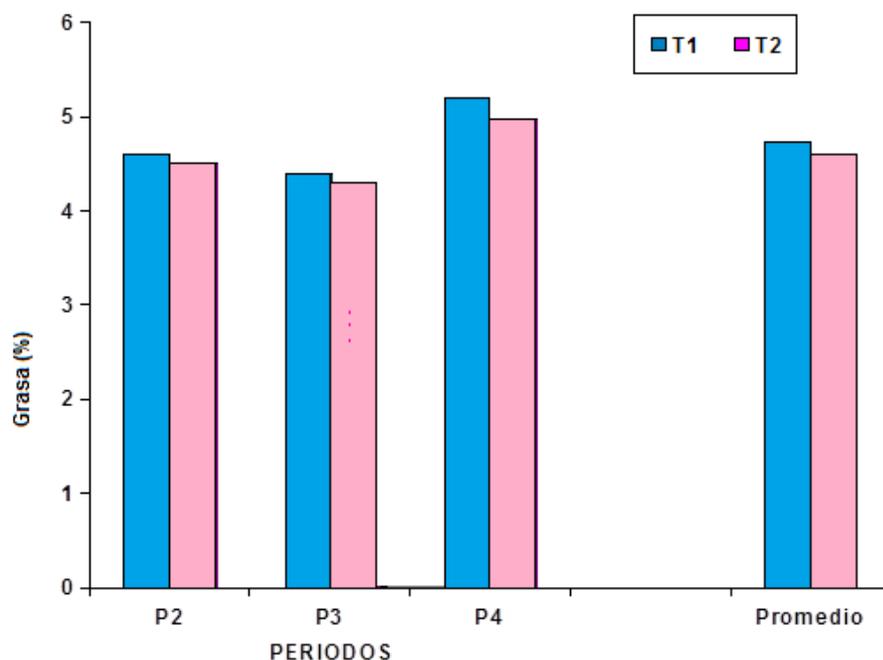


**Figura 5.** Cambio promedio en el porcentaje de proteína en leche, por periodo y tratamiento.

### Contenido de grasa

Llama la atención el mayor contenido de grasa en el T1 que en el T2 (4,73% y 4,6%,

respectivamente), lo cual siempre se presentó en cada uno de los periodos evaluados (figura 6).

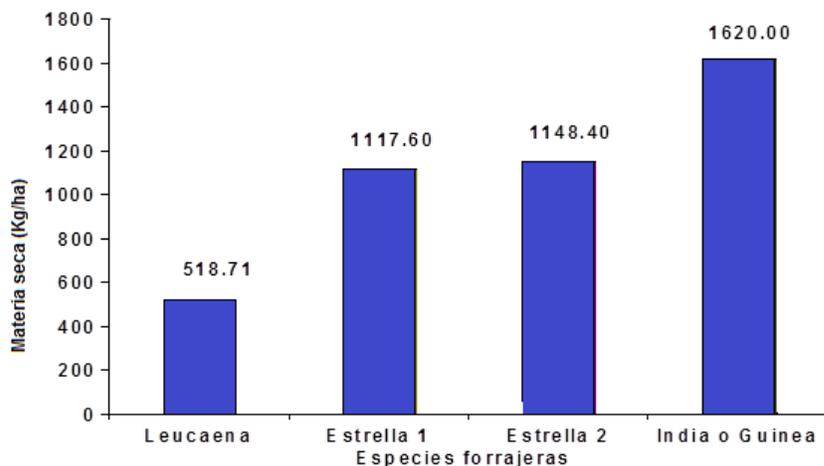


**Figura 6.** Cambio promedio en el porcentaje de grasa en leche, por periodo y tratamiento.

### Disponibilidad de biomasa forrajera en materia seca

La disponibilidad de materia seca en el arreglo silvopastoril leucaena - estrella, es superior en el pasto estrella que crece fuera de los árboles de leucaena (estrella 2), es decir, a libre disposición solar (1148.4 Kg./Ha.), superior en 2.76% al aporte de materia seca por parte del pasto estrella que crece dentro o bajo los árboles de leucaena (estrella 1), (1117.6 Kg./Ha.). En este aspecto el efecto sombra y el aporte de

nitrógeno por parte de la leguminosa leucaena, aunque produce un gran crecimiento del pasto estrella que crece dentro o bajo los árboles, incide en detrimento de la producción de materia seca. No obstante, visto en su conjunto el aporte de materia seca por parte del arreglo silvopastoril leucaena - estrella (2784.71 Kg./Ha.) este supera en 71.9% a la producción de materia seca ofrecida por el pasto India ó Guinea en monocultivo (1620 Kg./Ha.) (figura 7).



**Figura 7.** Producción promedio de materia seca por hectárea de leucaena en asocio con pasto estrella y de pasto india en monocultivo.

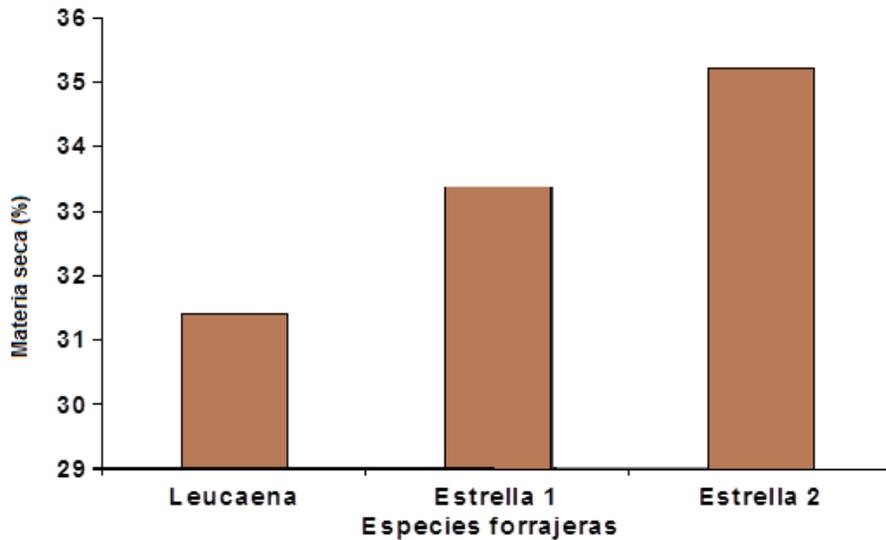
El contenido o porcentaje de materia seca corrobora la menor producción de este componente del forraje, en el pasto estrella que crece dentro o bajo los árboles de leucaena (25.39%), con respecto al contenido de materia seca que es mayor en el pasto estrella que crece fuera o a libre disposición (30.17%), superando a su vez al pasto India o Guinea en monocultivo

#### **Porcentaje de disponibilidad de materia seca en sistemas silvopastoriles**

La disponibilidad de materia seca es mayor en el pasto estrella que crece fuera del sistema o a libre disposición (35.2%), superando al pasto estrella que crece bajo

(27.88% de materia seca). A esto se agrega el porcentaje de MS ofrecido por el estrato medio (*Leucaena leucocephala*), que es el más bajo (22.44%), pero con beneficios favorables en cuanto al aporte de proteína y el efecto sombra que produce. Chamorro *et al* (1998) han reportado los beneficios de las leguminosas para el trópico bajo tolimense.

los árboles (33.4%), siendo más baja la participación como aporte de materia seca la leucaena, con el 31.4%. Estos resultados son los más dicentes y apropiados para los cálculos de producción de leche, conforme al consumo y requerimientos teniendo en cuenta los aportes nutricionales de cada uno de los forrajes ofrecidos (figura 8).



**Figura 8.** Porcentaje de disponibilidad de materia seca/ha en el arreglo silvopastoril leucaena – estrella.

### Resultados técnico-económicos

Considerando únicamente el valor de la suplementación se puede apreciar un menor costo en el tratamiento uno (T1), influenciado por un bajo suministro (2 Kg/vaca/día) y precio económico (\$335,00/Kg) de la harina de arroz, de fácil consecución y gran disponibilidad en la región; sucediendo lo contrario al emplear una suplementación comercial con altos contenidos de proteína (40%), por un mayor consumo (1Kg/4Kg leche) que aumenta los costos (\$558,75/Kg).

Teniendo en cuenta el valor de la suplementación de los últimos 7 días en cada periodo, para el T1 que es de \$93.800 con consumo de 280 Kg; mientras que para el T2 el costo es más elevado (\$307.033), y consumo de 549,5 Kg, lo cual significa un 69,45% más en el costo del T2 sobre el T1.

A pesar de una mayor producción de leche por efecto del T2, (57,5 Kg), esto no compensa el costo de la suplementación empleada, habiendo una diferencia por ingresos a favor del T1 de \$187.703,13 (23,8%).

Al analizar el efecto o impacto económico, se observan valores negativos para la producción de leche y cambio de peso en los terneros, por efecto del T1, pero con valores positivos por el aumento de peso de las vacas. El impacto negativo por consumo de la suplementación es favorable por efecto del T1, debido a un menor suministro de suplementación en este tratamiento (harina de arroz), lo cual se refleja en el costo negativo por la suplementación suministrada en el T2 (\$-213.233,12) con ingresos brutos y marginales a favor del efecto producido por el T1 (\$256.470 y \$469.703,12 respectivamente), representado en \$3.355/vaca/día como ingreso marginal (Tabla 2).

Los resultados de este estudio ratifican las ventajas de los sistemas silvopastoriles reportados por Ruiz. Y Febles (1987) y en el manual de silvopastoreo de Simon (2000).

### **Conclusiones y recomendaciones**

Se presentaron variaciones mínimas en la producción de leche/vaca/día para T1 y T2 siendo estadísticamente no significativas ( $P \leq 005$ ). El cambio de peso promedio por día de las vacas fue favorable por efecto del

tratamiento uno (T1) sobre el tratamiento dos (T2).

No se presentaron variaciones en el contenido de sólidos totales en la leche, aunque se ve una superioridad mínima en el contenido de proteína en leche del T2 sobre el T1 y un efecto superior del porcentaje promedio de grasa del T1 sobre el T2.

Hay una mayor disponibilidad de materia seca en el pasto estrella a libre disposición superando al pasto que crece bajo los árboles; pero menor aporte de proteína en comparación con el pasto bajo árboles, lo cual significa más en proteína/ha, en el sistema silvopastoril.

El gran aporte de proteína por parte del arreglo silvopastoril leucaena - estrella, es suficiente para suplir las necesidades de este nutriente en vacas de alto potencial genético para producir leche, siendo necesario suplir solamente los requerimientos de energía.

La evaluación del consumo de forraje en el sistema silvopastoril leucaena - pasto estrella (T1) en vacas doble propósito, comparado con el consumo de pasto India o Guinea

(*Panicum maximum*) (T2), manejado en praderas como monocultivo, permitió obtener resultados satisfactorios por efecto del T1, al disminuirse los costos en el 69.45%, ocasionados por el empleo de insumos externos costosos, permitiendo ingresos adicionales del 31.26% por concepto del valor por producción de leche. La satisfacción por parte del ganadero en cuanto a los resultados obtenidos, permitió la adopción de esta tecnología,

recomendándose pastorear en leucaena - estrella, solamente a las vacas durante el primer tercio de lactancia y con producciones de leche mínimas entre 10 y 12 Kg por día, suplementándolas con 2 Kg de harina de arroz/vaca/día. Las vacas con producciones menores, ingresarían a las praderas en monocultivo *Panicum maximum* o *Dichanthium anulatum* suministrando 2 Kg de matarratón seco y 1 Kg de harina de arroz/vaca/día.

**Tabla 2.** Resultados financieros del sistema evaluado.

INDICADORES	RESULTADOS			
	T1	T2	Efectos ó	
	Leuc. - Estr.	Guinea	Impactos	%
No. vacas por tratamiento	5	5	0	
Días de evaluación	28	28	0	
Producción leche (kg/vaca/día)	14.2	14.6	-0.4	-2.74
Producción leche (kg/vaca/periodo)	99.4	102.2	-2.8	-2.74
Producción total leche (kg)	1988	2044	-56	-2.74
Ganancia peso ternero (g/día)	392.85	585.7	-192.85	-32.93
Ganancia peso ternero (kg/periodo)	2.75	4.10	-1.35	-32.93
Ganancia peso total terneros (kg)	55.00	82.00	-27	-32.93
Ganancia peso vaca/día (g/vaca/día)	457.1	-1480	1937.1	-130.90
Ganancia peso vaca (kg/periodo)	3.20	-10.36	13.56	-130.90

Ganancia peso total vacas (kg)	64	-207	271.2	-130.90
V/r producción leche (\$)	882,672	907,536	-24864	-2.74
Valor ganancia peso terneros (\$)	87,998	131,197	-43198	-32.93
Valor ganancia peso vacas (\$)	76,793	-248,640	325433	-130.90
Consumo total suplementación (kg)	280	549.5	-269.5	-49.05
Costo suplementación (\$)	93,800	307,033	-213233	-69.45
Ingresos brutos (\$)	1,047,463	790,093	257370	32.60
Ingreso marginal (\$)	953,663	483,060	470604	97.42
Ingreso marginal (\$/vaca/día)	6,812	3,450	3361	97.42

### Referencias bibliográficas

- Chamorro, D. Gallo, J., Arcos J., Vanegas M. 1998. Gramíneas y Leguminosas, consideraciones agrozoóticas para ganaderías del Trópico Bajo, Boletín de investigación, CORPOICA, Regional 6, Centro de Investigación “nataima”, El Espinal, Tolima, Colombia, 181p.
- Miranda, D. y Jaramillo, F. 1999. Escenarios biofísicos y socioeconómicos para la producción bovina en la Microregión Valle Cálido del Alto Magdalena. En memorias segundo seminario técnico “Tecnología para la producción de leche y carne en Sistemas de Producción Bovina del Trópico Bajo Colombiano – Valles Interandinos. Ibagué - Tolima.
- Pulido, J. 1999. Escenarios biofísicos para la producción bovina en los Valles Interandinos de Colombia. En memorias segundo seminario técnico “Tecnología para la producción de leche y carne en Sistemas de Producción Bovina del Trópico Bajo Colombiano – Valles Interandinos. Ibagué - Tolima.
- Ruiz. T. E. y Febles, G. 1987. Leucaena: Una opción para la alimentación bovina en el Trópico y Subtrópico. La Habana, Cuba. 200 p.
- Simón, L. 2000. Manual práctico sobre el silvopastoreo. Consejo de iglesias de Cuba. CIC-DECAP. Departamento de coordinación y asesoría de proyectos. La Habana, Cuba. 21 p.