

## EFFECTO DE UNA ASOCIACIÓN DE LEUCAENA CON GRAMÍNEAS MEJORADAS EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE

Tania Sánchez, L. Lamela y O. López

Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"  
Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba  
E-mail: [tania@indio.atenas.inf.cu](mailto:tania@indio.atenas.inf.cu)

En la Empresa Genética de Matanzas se realizó un experimento, con el objetivo de evaluar el efecto de una asociación de leucaena con gramíneas mejoradas en la producción de leche. *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham se caracterizó por presentar un porcentaje de proteína cruda mayor que las gramíneas mejoradas ( $P < 0,001$ ); sin embargo, no se detectaron diferencias en la composición química entre las épocas del año para ninguna de las dos especies. Por su parte, las gramíneas presentaron niveles de proteína entre 9,5 y 11,5 %. No se encontraron diferencias significativas en los contenidos de Ca y P entre las especies. La disponibilidad de materia seca total fue superior a las 3 t/ha/rotación durante los tres años que duró la explotación, lo que permitió ofertas de materia seca superiores a 45 kg/animal/día, tanto en el período lluvioso como en el poco lluvioso, y una disponibilidad de PB de 3,24 kg/100 PV/día. La mayor producción de leche se obtuvo en el bimestre de producción julio-agosto (10 kg/vaca/día). Por otra parte, se alcanzó una producción por vaca en ordeño de 9,6; 8,7 y 8,6 kg para el primero, el segundo y el tercer año, respectivamente. Con la dieta ofrecida se cubrieron los requerimientos nutricionales de las vacas con más de 7 meses de gestación, pero los animales en ordeño solo pudieron satisfacer sus necesidades de PB, Ca y P, no así el aporte de EM que fue del 87 y 94 % para la seca y la lluvia, respectivamente. La producción por vaca en ordeño varió entre 8,6 y 9,6 kg/vaca/día, con una producción máxima en el bimestre julio-agosto.

**Palabras clave:** Gramíneas, *Leucaena leucocephala*, producción lechera

An experiment was carried out at the Genetic Enterprise of Matanzas, with the objective of evaluating the effect of an association of leucaena with improved grasses on milk production. *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham showed a higher percentage of crude protein than the improved grasses ( $P < 0,001$ ); however, no differences were detected in the chemical composition between the seasons of the year for any of the two species. The grasses showed protein levels of 9,5-11,5 %. No significant differences were found in Ca and P contents between the species. Total dry matter availability was higher than 3 t/ha/rotation during the three years of exploitation, which allowed dry matter offers of more than 45 kg/animal/day, in the rainy season as well as in the dry season, and a CP availability of 3,24 kg/100 LW/day. The highest milk production was obtained in the July-August production period (10 kg/cow/day). On the other hand, there was a production per milking cow of 9,6; 8,7 and 8,6 kg for the first, second and third year, respectively. With the diet of fed, the nutritional requirements of the cows with more than 7 months of pregnancy were covered, but the milking animals could only satisfy their needs of CP, Ca and P, but not the contribution of ME which was 87 and 94 % for the dry and the rainy season, respectively. Production per milking cow varied between 8,6 and 9,6 kg/cow/day, with maximum production in the July-August period.

**Kew words:** Grasses, *Leucaena leucocephala*, milk production

Los suministros de leche y carne en los países en desarrollo deben ser incrementados considerablemente en los próximos 20-

50 años, para lograr satisfacer la demanda de proteína y energía de sus habitantes (Leng y Preston, 2003).

Los rumiantes desempeñan un papel crucial en este sentido, por su capacidad de degradar la fibra presente en los forrajes, debido a la presencia de bacterias celulolíticas a nivel ruminal (Miller, 1979). De ahí la necesidad de maximizar la degradación de la fibra presente en los forrajes y optimizar la función ruminal para lograr altas producciones por animal.

En los últimos años se han realizado numerosas investigaciones acerca de la producción de leche y carne, donde se involucra la utilización de las especies arbóreas como una opción viable para la alimentación de los rumiantes en el trópico.

Según Leng (1997), entre las funciones más importantes de los árboles forrajeros en la nutrición de los rumiantes se deben destacar las siguientes:

1. Son fuentes de biomasa de alta calidad y digestibilidad.
2. Se utilizan como suplemento de nutrientes deficientes en la dieta, lo que permite un mejoramiento del crecimiento microbiano y la digestión de la biomasa celulósica en el rumen.
3. Pueden emplearse como fuentes de proteína que escapa a la degradación del rumen, la cual puede ser degradada en las partes bajas del tracto gastrointestinal y mejorar el nivel de proteína en el animal.
4. Sirven como fuentes de vitaminas y minerales para complementar las deficiencias de la dieta basal.

Los estudios realizados en sistemas sostenibles en el trópico recomiendan el silvopastoreo como una alternativa posible para los productores que dispongan de pocos recursos. En este sentido, en los sistemas silvopastoriles se optimiza la producción de la especie leñosa y de las gramíneas; además, se crea una estructura vegetativa similar a la de las sabanas (Shaver, 2002). Las formas más estudiadas son: banco de proteína, asociación de árboles en toda el área de pastoreo y cercas vivas (Pezo e Ibrahim, 1998).

Entre las especies arbóreas más empleadas en estos sistemas se destaca *Leucaena leucocephala*. Esto se debe a su gran versatilidad, control de la erosión, reforestación, producción de madera y sus derivados, árbol de sombra, fertilizante orgánico y alimento para el ganado.

En Cuba se han realizado numerosas investigaciones para evaluar la influencia de las asociaciones de leucaena con gramíneas en la respuesta productiva de las vacas lecheras. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de una asociación de leucaena con gramíneas mejoradas en la producción de leche en condiciones comerciales.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

**Ubicación del área experimental.** El estudio se desarrolló en la vaquería 66 perteneciente a la Empresa Genética de Matanzas, ubicada geográficamente en los 23° de latitud norte y los 80° 30' de longitud oeste y a 70 m de altura sobre el nivel de mar, la cual se encuentra situada en zonas aledañas al municipio Matanzas, provincia de Matanzas.

**Características edafoclimáticas.** El suelo se clasificó como Pardo con Carbonatos, con un relieve ligeramente ondulado. La temperatura media anual fue de 23°C, con una media de 21 y 27°C en invierno y verano, respectivamente. La precipitación media anual fue de 1 300 mm, con un promedio de 1 000-1 200 mm en el período lluvioso y de 200-400 mm en el poco lluvioso (Academia de Ciencias de Cuba, 1979).

**Descripción de la vaquería y su manejo general.** Se utilizó una lechería típica, con capacidad constructiva para 120 vacas y un área total de 47 ha que permitieron una carga de 1,1 vacas/ha en el primer año y 1,5 vacas/ha para el segundo y el tercer año de explotación, compuesta por 37 cuarterones de 1,1 ha aproximadamente, de los cuales 36 estaban asociados (gramíneas + leucaena) y un cuarterón de monocultivo de pasto estrella.

En la unidad se explota el genotipo Mambí (¾ Holstein x ¼ Cebú). La cantidad de animales durante el período experimental fue de 52, 71 y 70 para el primero, el segundo y el tercer año, respectivamente.

Entre las especies de pasto mejorado predominaron *Panicum maximum* y *Cynodon nlemfuensis*, y como leguminosa *L. leucocephala* cv. Cunningham, con una densidad media de 10 000 plantas por hectárea. El tiempo de ocupación de los cuarterones fue de un día en el período lluvioso

y de 1,5-2 en el poco lluvioso, con lo que se garantizó tiempos de reposo del pasto de 28 a 33 días y 49 a 66 días para las épocas de lluvia y seca, respectivamente.

#### Mediciones realizadas

**Disponibilidad y calidad del pasto.** La disponibilidad del pasto se estimó por el método alternativo propuesto por Martínez, Milera, Remy, Yepes y Hernández (1990), que consiste en determinarla a través de la altura media del pastizal. Los muestreos se realizaron todos los meses y se utilizaron 80 observaciones de ese indicador por cuartón. Paralelamente a los muestreos de disponibilidad, pero con una frecuencia bimestral, se tomaron muestras del pasto (300 g) para estimar su calidad, simulando con la mano la selección que hace el animal en pastoreo.

**Disponibilidad de *L. leucocephala*.** La disponibilidad se estimó en 10 de los árboles establecidos en el cuartón, simulando el ramoneo que realizan los animales a una altura de 2 m, a los cuales se les aplicó la técnica del ordeño de las partes más tiernas de las plantas (hojas y tallos finos). Se tomó una muestra cada 2 meses para determinar la composición bromatológica.

**Análisis de laboratorio.** Después de efectuar cada muestreo se enviaron muestras representativas de pasto al laboratorio para determinar la composición química del alimento. Los indicadores medidos fueron: materia seca (MS), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), calcio (Ca) y fósforo (P), según las técnicas descritas por la AOAC (1965).

**Balance alimentario instantáneo.** Se calculó el balance alimentario instantáneo para las vacas en producción y las gestantes (7 meses) en los períodos poco lluvioso y lluvioso, utilizando el programa de computación Analit en su versión 3.0 elaborado por el Instituto de Ciencia Animal (ICA).

**Peso vivo.** Se estimó el peso vivo de los animales, durante los dos períodos del año, con ayuda de una cinta métrica para determinar el perímetro torácico del 100 % de los animales por el método propuesto por

Menéndez (1985). Los terneros fueron pesados en el momento del parto por la metodología antes descrita.

**Producción de leche.** Se realizó el pesaje mensual de leche al 100 % de los animales en ordeño durante tres años consecutivos, para determinar la producción por vaca en ordeño y la producción anual, y obtener la curva de lactancia.

**Procesamiento de los resultados.** La producción de leche de las vacas se procesó a través de un modelo multiplicativo con efecto de curva de lactancia (Menchaca, 1978), que se basa en la representación algebraica de esta ( $Y_n = a n^b e^{-cn}$ ), según Wood (1969), y se empleó para el análisis de las observaciones el paquete estadístico elaborado por el ICA.

Para el análisis de la producción de leche se empleó el siguiente modelo:

$$Y = a + b \log_n + cn + p_j + d_k + g_l + e_{ijkl}$$

donde:

$$Y_{ijkl} = \log Y_{ijkl}$$

$a = \log A$ , constante común a todas las observaciones

$bc$  = parámetros de la curva de lactancia según la representación algebraica de Wood (1969)

$n$  =  $n$ -ésimo día de lactancia correspondientes a la observación  $Y_{ijkl}$  ésima

$p = \log p_j$ , efecto de  $j$ -ésimo bimestre de parto

$d_k = \log d_k$ , efecto  $k$ -ésimo bimestre de producción

$g_l = \log g_l$ , efecto de  $l$ -ésimo año

$h_m = \log h_m$ , efecto de  $m$ -ésima época del año

$e_{ijklm}$  = error experimental

La composición química se analizó mediante un diseño de clasificación simple y se utilizó como prueba de comparación de media la dócima de Duncan. Para la interpretación de los resultados se utilizó el programa Clasificación simple y Estadígrafos, versión 1.2, elaborado por el ICA.

## RESULTADOS

La composición química de *L. leucocephala* y de las gramíneas aparece en la figura 1; no se hallaron diferencias significativas en el contenido de proteína bruta dentro de las especies, tanto para el período lluvioso como para el poco lluvioso.

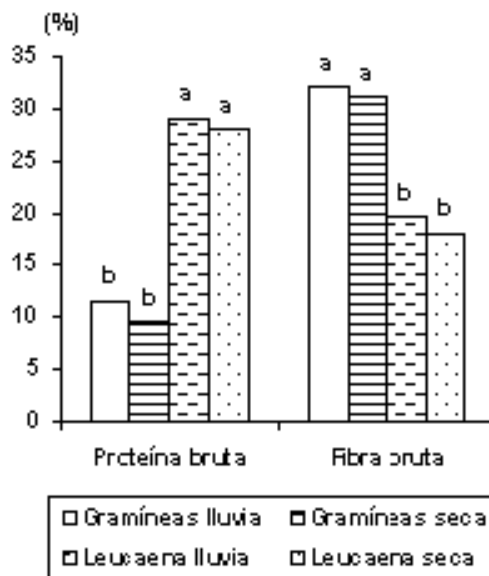
Al analizar el contenido de fibra bruta se observaron diferencias significativas entre las gramíneas y la leucaena en los períodos lluvioso y poco lluvioso ( $P < 0,001$ ); sin embargo, no se detectaron diferencias dentro de una misma especie.

En la figura 2 se puede apreciar que no existieron diferencias significativas entre las especies para el contenido de calcio y de fósforo, cuyos valores se encontraron entre 0,9 y 1,4 %, y 0,14 y 0,19 %, respectivamente.

El análisis de la composición química del resto de los alimentos ofrecidos en la unidad durante el período experimental aparece en la tabla 1, donde se puede apreciar que la caña de azúcar presentó un bajo porcentaje de proteína bruta; de igual forma, los valores proteicos del pienso fueron bajos (11 %).

En la tabla 2 se muestra la disponibilidad total de las gramíneas y la leguminosa durante los tres años que duró la evaluación; tanto en la lluvia como en la seca se logró entre 2,9 y 4,7 t de MS/ha/rotación. En todo momento se observó una mayor disponibilidad en el período lluvioso con respecto al no lluvioso, tanto en las gramíneas como en la leucaena. La disponibilidad total de los dos primeros años fue superior a la obtenida en el tercer año, influenciado por la altura que alcanzaron las plantas de leucaena en este período, lo que provocó una disminución de la biomasa comestible accesible a los animales.

En la tabla 3 se puede observar la oferta de materia seca para los períodos lluvioso y poco lluvioso durante el tiempo que duró el experimento, que en todos los casos fue superior a los 40 kg de MS/vaca/día, con un promedio de 69,34 y 50,46 kg de MS/vaca/día para las épocas de lluvia y seca, respectivamente.



a,b Valores con superíndices diferentes difieren a  $P < 0,05$  (Duncan, 1955)

Fig. 1. Contenido de PB y FB de las gramíneas y la leucaena según el período del año.

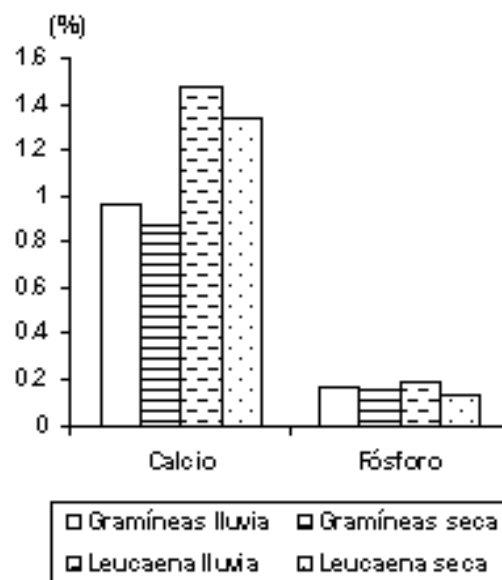


Fig. 2. Contenido de Ca y P de las gramíneas y la leucaena según el período del año.

Tabla 1. Composición química de otros alimentos ofrecidos durante el período experimental (%).

Alimento	MS	PB	FB	Ca	P
Caña de azúcar	25,9	5,8	24,0	0,6	0,1
Pienso	93,5	11,0	-	1,8	0,1

Tabla 2. Disponibilidad de materia seca por época del año (t MS/ha/rotación).

Época	Gramínea	Leucaena	Total
Lluvia 98	3,5	1,2	4,7
Lluvia 99	3,2	1,4	4,6
Lluvia 00	3,3	0,4	3,7
<b>Media</b>	<b>3,3</b>	<b>1,0</b>	<b>4,3</b>
Seca98-99	2,5	0,8	3,3
Seca 99-00	2,5	0,8	3,3
Seca 00-01	2,7	0,3	2,9
<b>Media</b>	<b>2,6</b>	<b>0,6</b>	<b>3,2</b>

En la tabla 4 aparece el rendimiento de material comestible y leñoso de *L. leucocephala* podada a 1 m de altura durante el período seco. Después de efectuada la

poda se obtuvo una disponibilidad de materia seca superior a las 4 t/ha, que no era accesible al animal, y con esta labor se incrementó la oferta de PB.

Tabla 3. Oferta de materia seca (kg de MS/animal/día).

Épocas	Gramínea	Leucaena	Total
Lluvia 98	67,31	23,07	90,39
Lluvia 99	45,07	19,72	64,79
Lluvia 00	47,14	5,71	52,86
<b>Media</b>	<b>53,17</b>	<b>16,17</b>	<b>69,34</b>
Seca 98-99	48,08	15,38	63,46
Seca 99-00	35,21	11,27	46,48
Seca 00-01	38,57	4,29	41,43
<b>Media</b>	<b>40,62</b>	<b>10,31</b>	<b>50,46</b>

Por su parte, la caña de azúcar mostró un rendimiento de 16,1 t de MS/ha (fig. 3), lo que representa, teniendo en consideración las 4 ha que posee la unidad, una producción en el período poco lluvioso de 64,4 t de MS, que puede garantizar ofertas de este forraje de hasta 5 kg de MS/animal/día (20 kg de MV/vaca/día).

Tabla 4. Rendimiento de material comestible y leñoso de *L. leucocephala* podada a 1 m de altura.

Indicadores	Año 2	Año 3
Material comestible (kg de MS/planta)	0,516	0,377
Material comestible (t de MS/ha)	5,4	4,0
PB (kg de MS/ha)	162	120
Material no comestible (kg de MS/planta)	2,5	2,0
Material no comestible (t de MS/ha)	2,6	2,1

Los valores de consumo del alimento voluminoso en el período poco lluvioso fueron bajos, aunque se suministró en cantidades suficientes para garantizar la ingestión de los animales, debido a que la oferta fue entre un 10 y 15 % superior al consumo. Por su parte, el consumo de pienso fue bajo y se suministró en la misma cantidad durante todo el año (tabla 5).

La tabla 6 muestra el efecto del bimestre de producción y el de parto en la producción de leche. En el caso del bimestre de parto no se apreciaron diferencias significativas durante las dos épocas; sin embargo, el bimestre de producción influyó en la

producción de leche ( $P<0,01$ ). El mejor bimestre fue julio-agosto, seguido de enero-febrero, marzo-abril, mayo-junio y septiembre-octubre; la menor producción de leche se halló en noviembre-diciembre.

La producción por vaca en ordeño (fig. 4) fue mayor en el primer año y difirió significativamente ( $P<0,05$ ) de los dos restantes. Es válido destacar que con el incremento de la carga (1,1-1,5 vacas/ha) disminuyó la producción de leche por vaca en ordeño; mientras la producción de leche por vacas totales tuvo valores similares durante los tres años que duró la etapa experimental.

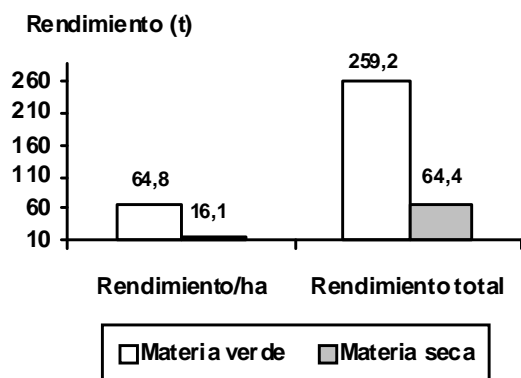


Fig. 3. Rendimiento del área de caña en base húmeda y seca.

Tabla 5. Consumo de alimentos adicionales al pasto, ofrecidos en el período poco lluvioso.

Alimento	Momento	kg/vaca/día <sup>1</sup>	kg MS/vaca/día
Caña molida	Diciembre a mayo	12,3	3,2
Pienso	Enero a diciembre	0,484	0,454

<sup>1</sup> base húmeda

Tabla 6. Efecto del bimestre de parto y de producción en los rendimientos lecheros.

Indicadores	kg/vaca/día	ES ±
<b>Bimestre de parto</b>		
E-F	9,0	0,015
M-A	9,1	0,013
M-J	9,0	0,013
J-A	8,5	0,016
S-O	9,1	0,016
N-D	8,9	0,013
<b>Bimestre de producción</b>		
E-F	8,6 <sup>b</sup>	0,066
M-A	9,0 <sup>b</sup>	0,066
M-J	9,2 <sup>b</sup>	0,067
J-A	10,0 <sup>a</sup>	0,066
S-O	8,9 <sup>b</sup>	0,067
N-D	8,0 <sup>c</sup>	0,067

a,b,c Valores con superíndices no comunes difieren a  $P < 0,01$

## DISCUSIÓN

Las gramíneas presentaron un contenido aceptable de proteína bruta (9,5-10 %),

El balance alimentario permitió comprobar que en lluvia se cubrieron los requerimientos de los animales en cuanto a PB, Ca y P para los niveles de producción alcanzados; no ocurrió de igual forma para la EM (94,10 %). Similar tendencia se encontró en el período de seca, donde los alimentos ofrecidos cubrieron los requerimientos de ese indicador solo en un 87,32 % (tabla 7).

El balance alimentario realizado a las vacas de 7 meses de gestación permitió comprobar que en las épocas de lluvia y seca se cubrieron los requerimientos de los animales en EM, PB, Ca y P (tabla 8).

equivalente a los informados cuando se emplean niveles de fertilización entre 150 y 300 kg de N/ha/año (Pereira, Lamela y Ripoll, 1990), aunque en este estudio no se utilizó ningún tipo de fertilizante químico (fig. 1).

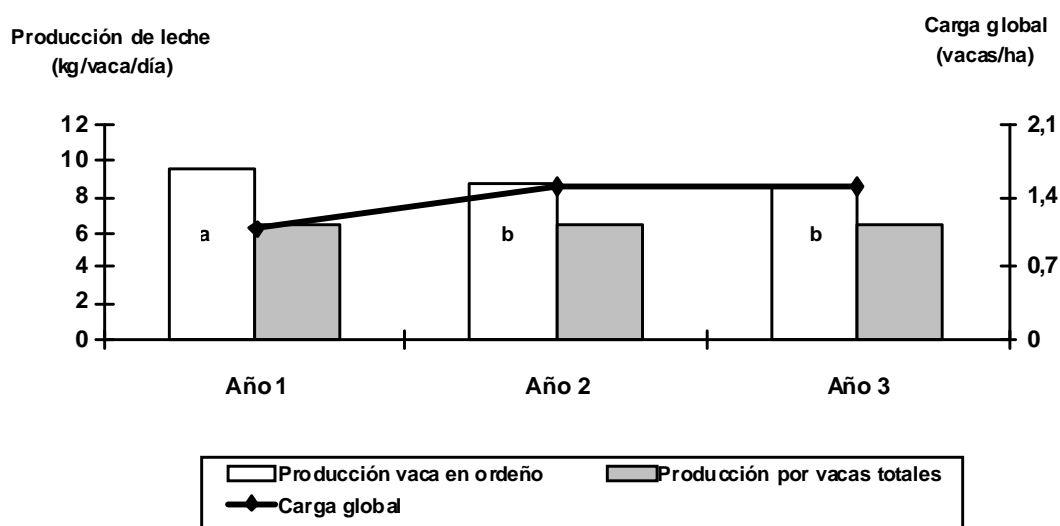
Esta mejoría en la composición química se debió a la presencia de los árboles leguminosos, que tienen la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico al suelo a través de la simbiosis con los rizobios presentes en este, que a su vez es aprovechado por las gramíneas que se hallan en el sistema (Hernández, 1998).

En sentido general, las leguminosas tropicales son capaces de fijar el nitrógeno atmosférico en cantidades de hasta 150 y 300 kg de N/ha anualmente, lo cual favorece su empleo para mejorar la calidad de los pastos.

El aumento de las sustancias nitrogenadas en las gramíneas en sistemas asociados con especies arbóreas también puede ser una medida de la adaptación de estas plantas a la reducción de la luz como producto de la sombra proyectada por los árboles, que influye en el fisiologismo de las plantas; bajo estas condiciones muestran un

menor contenido de FB y mayor de PB cuando se comparan con sistemas en los cuales no existe la especie arbórea, donde

los rayos solares inciden directamente sobre el pasto (Pentón, 2000).



a,b Valores con superíndices diferentes difieren a  $P < 0,05$  (Duncan, 1955)

Fig. 4. Producción de leche por vaca en ordeño y carga global.

Tabla 7. Balance alimentario retrospectivo para vacas en producción de leche.

Alimentos	Consumo (kg de MS)	EM (Mcal)	PB (g)	Ca (g)	P (g)
* Período poco lluvioso					
Pasto	4,85	9,7	664	24,7	22,8
Pienso	0,48	1,4	60	1,8	2,2
Caña de azúcar	3,22	6,8	83	1,1	0,2
Leucaena	2,80	3,0	575	64,5	7,0
Sal mineral	0,068	-	-	10,0	8,5
Aporte total	11,41	24,1	1 382	102,1	40,7
Requerimiento		27,6	1 160	58,9	37,5
Diferencia		-3,4	221	43,2	3,2
** Período lluvioso					
Pasto	11,07	23,9	1 528	65,3	31,0
Pienso	0,48	1,4	60	1,8	2,2
Leucaena	1,5	3,4	308	34,5	3,8
Sal mineral	0,068	-	-	10,0	8,5
Aporte total	13,118	28,7	1 896	111,6	45,5
Requerimiento		30,5	1 348	67,8	41,9
Diferencia		-1,9	548	43,8	3,5

\*Peso vivo 447 kg, Producción de leche: 8,3 kg/vaca/día, % de grasa: 3,8

\*\*Peso vivo 469 kg, Producción de leche: 10,3 kg/vaca/día, % de grasa: 3,6

Tabla 8. Balance retrospectivo para vacas de 7 meses de gestación.

Alimentos	Consumo (kg de MS)	EM (Mcal)	PB (g)	Ca (g)	P (g)
* Período poco lluvioso					
Pasto	4,50	9,3	437	27,0	10,8
Pienso	0,43	1,2	53	1,6	1,9
Caña de azúcar	3,22	6,8	84	1,9	0,3
Leucaena	2,00	4,5	410	46,0	5,0
Sal mineral	0,07	0	0	10,1	8,5
Aporte total	10,22	21,8	984	86,7	26,6
Requerimiento		20,0	774	39,9	25,4
Diferencia		1,8	210	46,8	1,2
** Período lluvioso					
Pasto	8,56	18,0	959	68,5	19,7
Pienso	0,43	1,2	53	1,6	1,9
Sal mineral	0,07	0,0	0	10,1	8,5
Leucaena	1,20	2,7	246	27,6	3,0
Aporte total	10,26	21,9	1 258	107,8	33,1
Requerimiento		20,5	793	41,0	26,2
Diferencia		1,4	465	66,9	6,9

\* Ganancia media diaria = 500 g, peso vivo = 422 kg

\*\* Ganancia media diaria = 500 g, peso vivo = 442 kg

Por su parte, *L. leucocephala* se destacó por su elevado contenido de proteína bruta. En sentido general, los valores hallados fueron superiores al 20 % y están dentro de los informados con anterioridad por Gutiérrez, Delgado, Oramas y Cairo (2000).

A su vez la fibra bruta es un indicador de la calidad del pasto, ya que cuando se incrementa obedece a un aumento de las partes menos digeribles de la planta. Los valores de FB encontrados en las gramíneas (32,8 y 31,9 %) coinciden con los informados por Iglesias (1998) al estudiar un sistema asociado de leucaena para la ceba de machos. Por otro lado, los valores de este indicador en la leucaena fueron semejantes a los obtenidos por Iglesias (1996) en un sistema asociado de guinea y leucaena para la ceba de toros (16 %).

Los contenidos de calcio y fósforo de la leucaena (fig. 2) se hallaron dentro del rango de valores reportados para esta especie (Shelton y Brewbaker, 1994); similar comportamiento se detectó en las gramíneas (Anon, 2000).

En ambas especies los valores de fósforo no superaron el 0,22 %; ello condicionó la necesidad de una suplementación con este mineral a los animales, si se tiene en

consideración la importancia de este nutriente en la reproducción de las vacas y en el metabolismo.

Por otra parte, la carencia de P en las dietas constituye un problema para la nutrición adecuada de los animales, debido a su bajo contenido en los pastos tropicales, lo cual se acentúa en los suelos deficientes en este mineral (Rolo, 1999).

Los niveles de este nutriente en la dieta de las vacas lecheras fueron de 0,26-0,32 %, lo cual coincide con los recomendados para esta categoría animal (0,33 %), debido a la suplementación empleada en el presente estudio.

El análisis de la composición química (tabla 1) de la caña de azúcar ofrecida en la unidad durante el período poco lluvioso, mostró que los contenidos de PB, FB, Ca y P son similares a los reportados en las tablas de valor nutritivo para este alimento (Anon, 2000); mientras que el pienso se caracterizó por tener un nivel de proteína bruta inferior al 16 %, valor recomendado para este alimento en vacas lecheras.

La disponibilidad total de las gramíneas y la leguminosa (tabla 2) durante la evaluación fue superior a las 3 t de MS/ha/rotación; sin embargo, se apreció un efecto de la época



del año en este indicador. Similar comportamiento se informó en Cuba por Iglesias (1998) y Lamela, Matías y Gómez (1999) para diferentes sistemas silvopastoriles, en los que se obtuvieron las mayores disponibilidades de pasto en el período lluvioso. En esta época del año las precipitaciones son mayores, al igual que la temperatura y la radiación solar, lo cual favorece el crecimiento de los pastos.

A pesar de lo antes expuesto, los valores de disponibilidad de las gramíneas y la leucaena fueron altos, si se toma en consideración que permitieron una oferta de materia seca superior a los 40 kg/animal/día durante todo el año, lo cual posibilitó la selección de los animales y poder cubrir sus requerimientos nutritivos (tabla 3).

Estos niveles de oferta de materia seca se hallan dentro de los valores óptimos para que no decline la producción de leche, que se encuentra según la literatura para los pastos tropicales entre 35 y 55 kg de MS/animal/día (Stobbs, 1978).

Está demostrado que con la inclusión de la leucaena se mejora el valor nutricional de la dieta, debido a su alto contenido de proteína bruta. El valor de la disponibilidad de este nutrimento fue de 3,22 kg de PB/100 kg de PV/día (tabla 4), semejante al alcanzado por Iglesias (1996) en sistemas asociados de guinea y leucaena (3,18 kg de PB/100 kg de PV/día).

Después de realizar la poda se obtuvieron entre 0,377 y 0,500 kg de material comestible por planta, el cual se utilizó para incrementar la disponibilidad de materia seca en el período de más escasez de alimento y compensar la disminución de los rendimientos de la leucaena a causa del incremento de la altura (tabla 4); con esto se elevó el contenido de proteína bruta de la dieta de los animales en pastoreo, debido a que se lograron entre 120 y 160 kg de PB/ha.

Por otra parte, el rendimiento del área de la caña de azúcar pudo garantizar, en el período poco lluvioso, una oferta superior al consumo real de este alimento durante esta época del año, que fue de 3,2 kg de MS/animal/día.

La caña se suministró para cubrir los requerimientos de materia seca y de energía de los animales en el período poco lluvioso, debido a que este forraje no pierde su valor

nutricional con el incremento de la madurez; de ahí la importancia de ser utilizada como suplemento en la época de escasez de alimento.

Los valores de consumo de caña en el período poco lluvioso fueron inferiores al reportado en condiciones de investigación en banco de proteína con leucaena, que fue de 4,1 kg de MS/vaca/día (Lamela et al., 1999).

El pienso se ofreció durante todo el año, pero en bajas cantidades (0,454 kg de MS/animal/día), y constituyó un estímulo en el momento del ordeño para favorecer la producción de leche. Además debió tener un efecto aditivo para estimular el consumo de MS como consecuencia de los bajos niveles empleados, los cuales pueden favorecer la flora microbiana del rumen.

El bimestre de parto no influyó en la producción de leche (tabla 6), debido a que se garantizaron ofertas de materia seca superiores a los 45 kg/animal/día, es decir, que los animales gestantes pudieron satisfacer sus demandas nutricionales.

Se garantizó un alimento de alta calidad, que conjuntamente con la oferta de materia seca del pasto influyó en la respuesta productiva de los animales. En estas asociaciones se maximiza la capacidad de selección de los animales, los cuales consumen un mayor porcentaje de hojas y a su vez una dieta de mayor valor nutritivo, lo que se manifiesta en los resultados productivos alcanzados.

El mejor bimestre de producción de leche coincidió con el período lluvioso, época en la cual se producen los mayores rendimientos de materia seca, lo que permite una mayor oferta por animal por día y a su vez posibilita una mayor selección de los animales con relación al período poco lluvioso, en el cual se hace necesario suministrar alimentos voluminosos de menor calidad (caña de azúcar molida).

La producción individual presentó un mejor comportamiento en el primer año con respecto al resto (fig. 4), como consecuencia del aumento moderado de la carga, aunque estos valores son superiores a los informados por García-Trujillo (1983) para pastos no fertilizados o pastos naturales (6,0 y 7,0 kg/día).

Dichos valores son superiores a lo reportado en sistemas silvopastoriles para el

genotipo Siboney por Reinoso (2000), el cual encontró un rendimiento lechero entre 7,09 y 7,99 kg/día, con el empleo de la suplementación a razón de 1 kg de concentrado/vaca/día ó 1 kg de melaza/vaca/día; sin embargo, son inferiores a lo informado en la Empresa Genética de Matanzas para ese genotipo (9,7 kg/vaca/día) en la década del 80 (Anon, 1985).

Esta empresa, para lograr tales resultados productivos, empleó pastos mejorados y fertilizados, suplementación con concentrados, mieles y ensilajes, y en ocasiones se aplicó riego, condiciones muy diferentes a las del sistema empleado en el presente estudio, en el cual se obtuvieron 9,6; 8,7 y 8,6 kg/vaca en ordeño/día durante los tres años de la etapa experimental (fig. 4).

La producción por vacas totales mantuvo valores similares durante los tres años (6,3; 6,4 y 6,3 kg/día para el primero, el segundo y el tercer año, respectivamente). Esta fue superior a la alcanzada por el ICA con el empleo de la hierba elefante Cuba CT-115 (2,10; 1,82; 2,30; 3,42; 3,02 y 3,60 para el primero, segundo, tercero, cuarto, quinto y sexto año, respectivamente). Es válido destacar que el rebaño de ese experimento estaba formado por un 80 % de vacas Siboney y otros cruces del Cebú y un 20 % de vacas Holstein; la carga empleada fue de 2,14-2,65 UGM/ha (Martínez, Ruiz, Ribas, Febles, Sierra, Crespo, Herrera, Rodríguez, Galindo, Valenciaga, Delgado, Gutiérrez, Marrero y Plaza, 2000).

Esto demostró que la respuesta productiva de los animales depende, en gran medida, de la calidad nutritiva de la dieta ofrecida, del genotipo de los animales empleados y de las condiciones específicas de la investigación.

Por otra parte, con los alimentos ofrecidos no se cubrieron los requerimientos de EM para los niveles de producción de leche alcanzados. Las mayores deficiencias se presentaron en el período poco lluvioso.

En este sentido, la deficiencia de energía en la dieta conlleva a una mala utilización de la proteína. Cuando no hay disponibilidad de energía en forma de ATP para los microorganismos del rumen, ellos degradan las proteínas de las plantas a ácidos grasos volátiles y de esta forma es utilizada ineficientemente para el crecimiento

microbiano (Leng, 1991). Esta situación se agrava por la necesidad de eliminar el  $\text{NH}_3$  obtenido de la degradación de las proteínas, el cual se elimina del organismo a través de la formación de la urea, proceso sumamente costoso para la economía del animal (4 ATP/mol urea).

Durante el período analizado las gramíneas siempre ocuparon el mayor porcentaje en la dieta de los animales, e incluso en los meses que se distribuyó alimento voluminoso el pasto representó el 46,89 y 87,19 % del total de alimento ofrecido para los períodos poco lluvioso y lluvioso, respectivamente; mientras que la leucaena alcanzó los mayores valores de inclusión en el período poco lluvioso (21,98 %), lo que demuestra una vez más la importancia de la utilización de esta especie en la dieta de los rumiantes en el período de más escasez de alimento, para cubrir el déficit de nutrientes que se produce a causa de la estacionalidad de los pastos.

Es válido destacar que estos niveles de inclusión de la leucaena en la dieta de las vacas se encuentran dentro de los valores aceptables para que no se produzcan efectos tóxicos, debido a la ingestión de mimosina (30 %); además, la variedad utilizada en el presente trabajo fue la Cunningham, la cual presenta un bajo contenido de ese aminoácido.

El consumo de caña de azúcar representó el 29,74 % de la dieta en base fresca, lo que demostró que en este sistema se realizó una baja utilización de la caña, debido a que durante el período poco lluvioso hubo una disponibilidad de pasto suficiente para que los animales pudieran seleccionar este alimento y cosechar como mínimo 4,85 kg de MS/animal/día, aunque se redujera el tiempo de pastoreo.

Con los alimentos ofrecidos se cubrieron los requerimientos de los animales gestantes, debido a que estos están por debajo de las necesidades nutricionales para la producción de leche (López, Lamela y Sánchez, 2003).

El pasto siempre ocupó el mayor porcentaje en la dieta de las vacas gestantes, y aun en los meses que se suministró alimento voluminoso, constituyó el 45,79 y 83,91 % del total de alimento en los períodos poco lluvioso y lluvioso, respectivamente, similar a lo ofrecido a las vacas en

producción de leche; por otra parte, la leucaena alcanzó los mayores valores de inclusión en la dieta en el período poco lluvioso (18,92 %).

El consumo de caña de azúcar representó el 30,46 % de la dieta en base fresca, lo que corrobora que en este sistema se realizó una baja utilización de esta por las vacas en el último tercio de la gestación.

Debe señalarse que el consumo de materia seca de los animales gestantes fue inferior al realizado por las vacas en producción, debido al incremento en peso del feto en el último tercio de la gestación, con lo cual disminuye la capacidad de llenado del rumen.

### CONCLUSIONES

Con la dieta ofrecida se cubrieron los requerimientos nutricionales de las vacas con más de 7 meses de gestación, pero los animales en ordeño solo pudieron satisfacer sus necesidades de PB, Ca y P; no así el aporte de la EM que fue del 87 y 94 % para la seca y la lluvia, respectivamente. La producción por vaca en ordeño fue de 8,6-9,6 kg/vaca/día, con una producción máxima en el bimestre julio-agosto.

### REFERENCIAS

- Academia de Ciencias de Cuba. 1979. Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Instituto de Geografía-ACC. Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía. La Habana, Cuba. p. VI. 1.1
- Anon. 1985. Y se hizo con pequeños agricultores. Genética de Matanzas 1970-1985. Editorial José Martí, La Habana. p. 115
- Anon. 2000. Tablas de valor nutritivo y requerimientos para el ganado bovino. **Pastos y Forrajes**. 23:105
- AOAC. 1965. Official methods of analysis. 9<sup>th</sup> ed. Association of Official Agricultural Chemistry. Washington, D.C.
- García-Trujillo, R. 1983. Potencial y utilización de los pastos tropicales para la producción de leche. En: Los Pastos en Cuba. Tomo II. Utilización. EDICA. La Habana, Cuba. p. 248
- Gutiérrez, Odilia; Delgado, Denia; Oramas, A. & Cairo, J. 2000. Consumo y selección animal de vacas en pastoreo de gramíneas con o sin bancos de proteína. Memorias. IV Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 119
- Hernández, Marta. 1998. El uso de los árboles como mejoradores del suelo y de la productividad de las gramíneas forrajeras. **Pastos y Forrajes**. 21:283
- Iglesias, J.M. 1996. La utilización de la *Leucaena leucocephala* en un contexto silvopastoril para la producción bovina. Tesis presentada en opción al título de Master en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 85 p.
- Iglesias, J.M. 1998. Uso de un sistema de árboles en potreros para la ceba de toros de diferentes tipos raciales. **Pastos y Forrajes**. 21:257
- Lamela, L.; Matías, C. & Gómez, A. 1999. Producción de leche en un sistema con banco de proteína. **Pastos y Forrajes**. 22:339
- Leng, R.A. 1991. Feeding strategies for improving milk production of dairy animals managed by small-farmers in the tropics. In: Feeding dairy cows in the tropics. (Eds. A. Speedy and R. Sansoucy). Proceedings of the FAO Expert Consultation held in Bangkok, Thailand. p. 82
- Leng, R.A. 1997. Tree foliage in ruminant nutrition. FAO Animal production and health paper, 139. Roma, 100 p.
- Leng, R.A. & Preston, T.R. 2003. Diagnóstico general y tendencias en relación con la ganadería y el medio ambiente. En: Memorias del Taller Internacional "Ganadería, desarrollo sostenible y medio ambiente". (Ed. F. Funes-Monzote). Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. La Habana, Cuba. p. 10
- López, O.; Lamela, L. & Sánchez, Tania. 2003. Diagnóstico de la eficiencia reproductiva de los rebaños lecheros y factores que la afectan. **Pastos y Forrajes**. 26:1
- Martínez, J.; Milera, Milagros; Remy, V.; Yepes, I. & Hernández, J. 1990. Un método ágil para estimar la disponibilidad de pasto en una vaquería comercial. **Pastos y Forrajes**. 13:101

- Martínez, R.; Ruiz, T.; Ribas, Miriam; Febles, G.; Sierra, Damaris; Crespo, G.; Herrera, R.; Rodríguez, Idalmis; Galindo, Juana; Valenciaga, Nurys; Delgado, Denia; Gutiérrez, Odilia; Marrero, Dolores & Plaza, J. 2000. Informe. Proyecto 00826. "Utilización de la hierba elefante Cuba. CT-115 para la integración de un sistema de producción de leche rentable y ecológicamente sostenible con pastoreo todo el año". ICA. La Habana, Cuba. 34 p. (Mimeo)
- Menchaca, M. 1978. Modelo multiplicativo. Efecto de curva de lactancia controlado para el análisis estadístico de experimentos con vacas lecheras. Tesis presentada en opción al grado de Candidato a Dr. en Ciencias. ICA-ISCAH. La Habana, Cuba
- Menéndez, A. 1985. Método simple para evaluar hembras lecheras. **ACPA**. 3:13
- Miller, W.J. 1979. Fiber utilization and requirements of dairy cattle. In: Dairy cattle feeding and nutrition. Animal feeding and nutrition, A series of monographs. (Ed. T.J. Cunha). Academic Press, Florida, USA. p. 213
- Pentón, Gertrudis. 2000. Tolerancia del *Panicum maximum* cv. *Likoni* a la sombra en condiciones controladas. **Pastos y Forrajes**. 23:79
- Pereira, E.; Lamela, L. & Ripoll, J.L. 1990. Evaluación de pastos para la producción de leche. Guinea (Likoni y común) y pasto estrella cv. Tocumen. **Pastos y Forrajes**. 13:67
- Pezo, D. & Ibrahim, M. 1998. Sistemas Silvopastoriles. Colección de Módulos Agroforestales No. 2. CATIE. Turrialba, Costa Rica. p. 15
- Reinoso, M. 2000. Contribución al conocimiento del potencial lechero y reproductivo de sistemas de pastoreo arborizados empleando vacas Siboney de Cuba. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Universidad Central "Marta Abreu". Santa Clara, Cuba. 99 p.
- Rolo, R. 1999. Relación nutrición-fertilidad en la hembra bovina. Memorias. II Congreso Nacional de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Colegio de Médicos Veterinarios de Honduras. Honduras.
- Shaver, P. 2002. Fire and silvopasture. **USDA National Agroforestry Center. Inside agroforestry**. Fall 2002, p. 1
- Shelton, H.M. & Brewbaker, J.L. 1994. *Leucaena leucocephala* the most widely used forage tree legumes. In: Forage tree legumes in tropical agriculture. (Eds. R.C. Gutteridge & H.M. Shelton). CAB International. Wallingford, UK. p. 15
- Stobbs, T.H. 1978. Milk production, milk composition, rate of milking and grazing behaviour of dairy cows grazing two tropical grass pastures under a leader and follower system. **Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.** 18:5
- Wood, P.D.P. 1969. Factors affecting the shape of the lactation curve in cattle. **Anim. Prod.** 11:307

Recibido el 25 de octubre del 2002

Aceptado el 14 de marzo del 2003