

**EFFECTO DEL SISTEMA SILVOPASTORIL
EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO
DE VACAS MAMBÍ EN UNA FINCA LECHERA COMERCIAL**

O. López¹, L. Lamela¹, Tania Sánchez¹ y Magalys Díaz²

¹Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”
Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba
E-mail: OLopez@indio.atenas.inf.cu

²Empresa Genética de Matanzas, Cuba

Se estudió una asociación de *Leucaena leucocephala*, *Panicum maximum* y *Cynodon nlemfuensis* con el objetivo de evaluar el comportamiento productivo de vacas Mambí de primera lactancia en un sistema silvopastoril al cual no se le aplicó ningún fertilizante químico. El trabajo se realizó en una vaquería comercial de 47 ha, de las cuales 42 ha se dedicaron al pastoreo de la asociación y 5 ha a la producción de forraje de caña de azúcar. El área de pastoreo se dividió en 37 cuartones de 1,1 ha cada uno, y el tiempo de reposo fue de 28-35 y 42-66 días para las épocas de lluvia y seca, respectivamente. Se evaluó un total de 123 animales y la carga fue de 1,7 vacas/ha. La leucaena tuvo valores de PB superiores al 25% y los pastos mejorados de 13%; la disponibilidad de MS fue de 3,6 y 3,2 t/ha/rotación para los períodos lluvioso y poco lluvioso, respectivamente. Se encontraron diferencias significativas para el efecto bimestre de producción, cuyos valores fueron para enero-febrero 6,8; marzo-abril 7,3; mayo-junio 7,6; julio-agosto 8,8; septiembre-octubre 8,7 y noviembre-diciembre 7,5 kg/vaca/día; a su vez, el 92% de los animales estudiados tuvieron una condición corporal (CC) entre 3 y 3,5, y en este grupo se situaron las vacas de mayor producción de leche, cuyos valores fueron de 6,5; 8,0; 7,7 y 6,0 kg/vaca/día para la CC de 2,5; 3,0; 3,5 y 4,0, respectivamente. De acuerdo con los resultados, este sistema presenta una alta disponibilidad de MS superior a las 3 t/ha/rotación, con un contenido de PB de 11-25%; los animales de primera lactancia pueden mantener una CC favorable para la producción de leche, que permite valores de 6,8-8,8 kg/vaca/día.

Palabras clave: Condición corporal, producción lechera, sistemas silvopascícolas

An association of *Leucaena leucocephala*, *Panicum maximum* and *Cynodon nlemfuensis* was studied with the objective of evaluating the productive performance of first lactation Mambí cows in a silvopastoral system to which no chemical fertilizer was applied. The work was carried out in a commercial dairy of 47 ha, 42 of which were dedicated to the grazing of the associations and 5 ha to the production of sugarcane forage. The grazing area was divided into 37 paddocks of 1,1 ha each, and the resting time was 28-35 and 42-66 days for the rainy and dry season, respectively. A total of 123 animals was evaluated and the stocking rate was 1,7 cows/ha. *L. leucocephala* had CP values higher than 25%, and the improved pastures had CP values of 13%; DM availability 3,6 and 3,2 t/ha/rotation for the rainy and dry season, respectively. Significant differences were found for the bimonthly effect of production, and the values were: January-February, 6,8; March-April, 7,3; May-June, 7,6; July-August, 8,8; September-October, 8,7; and November-December, 7,5 kg/cow/day; the animals studied had a body condition (BC) between 3 and 3,5, and to this group belonged the cows with the highest milk production, which values were: 6,5; 8,0; 7,7 and 6,0 kg/cow/day for the BC of 2,5; 3,0; 3,5 and 4,0, respectively. According to the results, this system shows a high availability of DM, superior to 3 t/ha/rotation, with a PC content of 11-25%; first lactation animals are able to maintain a BC favorable for milk production, allowing values of 6,8-8,8 kg/cow/day.

Key words: Body condition, milk production, silvopastoral systems

Los sistemas agroforestales tienen el potencial de conservar los recursos naturales a través de la reducción de los daños ocasionados por la variabilidad climática, el control de la erosión de los suelos, el aumento de la calidad del forraje y la disminución en la estacionalidad de su producción, además de promover la biodiversidad vegetal y animal. El resultado neto es una producción ganadera más intensiva y a la vez más sostenible (FAO, 2001).

En la actualidad, la asociación de las especies arbóreas con los pastos mejorados en toda el área de pastoreo es una práctica silvopastoril que ha tenido mucha aceptación por los productores e investigadores. Entre las especies más usadas se encuentra *Leucaena leucocephala* (Combellas, 1998). Estos sistemas se han trabajado bajo condiciones de investigación y existe poco conocimiento de su comportamiento cuando se utilizan en condiciones comerciales.

Por otra parte, el genotipo Mambí de Cuba es una de las razas priorizadas, por la Dirección Nacional de Genética Vacuna del país (DNG, 1999), para la producción de leche. Es por ello que el objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento productivo de vacas Mambí de primera lactancia en un sistema silvopastoril con leucaena bajo condiciones comerciales de producción.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área experimental. El estudio se desarrolló en una lechería comercial (vaquería 066) perteneciente a la Empresa Pecuaria Genética de Matanzas, en el período comprendido de julio del 2000 a junio del 2001, la cual se encuentra situada geográficamente en los 23° de latitud Norte y los 80° 30' de longitud Oeste, a 70 m de altura sobre el nivel de mar, y se ubica en zonas aledañas al poblado de Guanábana, perteneciente al municipio de Matanzas.

Características edáfoclimáticas. El suelo de la vaquería es Pardo con Carbonatos (Academia de Ciencias de Cuba, 1979) y sus características químicas se muestran en la tabla 1. El relieve es ligeramente ondulado.

Tabla 1. Caracterización química del suelo de la unidad.

Indicadores	Media
pH	6,5
MO (%)	4,3
Nt (mg/100g)	280
Ca (%)	10,4
P (ppm)	74
Cu (ppm)	7
Zn (ppm)	6,2
Mg (%)	0,58
Na (ppm)	1 608
K (ppm)	438,3

La temperatura media anual es de 23°C, con una media de 21°C y 27°C en el invierno y el verano, respectivamente. La precipitación media anual es de 1 300 mm, con un promedio de 1 000-1 200 mm en la época de lluvia y de 200-400 mm en la época de seca.

Descripción de la vaquería y su manejo general. Es una vaquería típica de 120 animales, con una capacidad cubierta de 80 vacas y un área total de 47 ha (carga de 1,7 animales/ha), compuesta por 37 cuartos de aproximadamente 1,1 ha cada uno. El ordeño es mecanizado, tipo espina de pescado de cuatro posiciones, y se realiza dos veces al día.

Las especies de pastos mejorados que predominan son *Panicum maximum* cv. Likoni y *Cynodon nlemfuensis* cv. Jamaicano, y como leguminosa *L. leucocephala* cv. Cunningham con 2 años de establecida, una distancia media entre surcos de 5,5 m y una densidad promedio de 10 000 plantas por hectárea.

Características de los animales. En la vaquería se explotan hembras de la raza Mambí (¾ Holstein x ¼ Cebú), que entran a la unidad con 7 ½ meses de gestación y un peso aproximado de 420 kg. Estas vacas tienen una edad promedio de incorporación a la reproducción de 32 meses con 299 kg y un intervalo incorporación-gestación de 200 días; mientras que la edad al primer parto tiene una media de 49 meses.

Alimentos complementarios y suplementarios. Durante todo el año se le dio al grupo de vacas en ordeño 0,460 kg de concentrado/animal/día y 100 g de sales minerales para toda la masa de animales. Además, en los meses de diciembre a abril se

les ofreció una suplementación alimentaria con caña molida (13 kg/animal/día).

Mediciones realizadas en el pastizal

Composición química del suelo. Se realizó un muestreo de suelo y se enviaron muestras al laboratorio para analizar su composición química. Se determinó el pH, el contenido de materia orgánica, el nitrógeno total (Nt) y el contenido de minerales.

Disponibilidad del pasto. Se estimó por el método alternativo propuesto por Martínez, Milera, Remy, Yepes y Hernández (1990), que consiste en la estimación de la disponibilidad de pasto utilizando la altura media del pastizal. Los muestreos se realizaron todos los meses y se tomaron 80 observaciones por cuartón.

Disponibilidad de *L. leucocephala*. Se recolectó manualmente las hojas y los tallos tiernos comestibles, simulando el ramoneo que realizan los animales, en 10 de los árboles establecidos en el cuartón hasta una altura de 2 m.

Composición botánica del pastizal. Se estimó por el método de los pasos descrito por Anon (1980); para ello se dividió el cuartón en dos franjas y se caminó por cada una de ellas. Cada dos pasos el observador clasificó la especie de pasto que coincidía con la punta de su zapato izquierdo. Esta medición se realizó al inicio y al final de cada época del año.

Número de plantas de *L. leucocephala*. El número de plantas se calculó al inicio y al final del experimento, para lo cual se contó la cantidad de plantas existentes en 30 m, en tres surcos de cada cuartón.

Control de malezas. Se realizó el control de las malezas (aroma y marabú) a través de una chapea manual durante el período lluvioso (junio), y posteriormente al corte se le aplicó con una mochila el herbicida en el horario de 7:00-10:00 a.m.

Altura de *L. leucocephala*. Se determinó la altura de las plantas al inicio, a mediados y al final del experimento en el 100% de los cuartones con el empleo de una regla graduada.

Cuando las plantas alcanzaron más de 3,0-3,5 m de altura, se procedió a podar de forma estratégica este árbol en el período poco lluvioso, tomando en consideración que los animales estuvieran en los cuartones y que la

poda se realizara en todas las rotaciones dentro de esa época del año.

Diámetro a la altura del pecho (DAP). Se midió con un pie de rey el diámetro del fuste de la planta (cm) a una altura de 1,30 m, en el 100% de los cuartones, al inicio, a mediados y al final del experimento.

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, proteína bruta, fibra bruta y calcio, que se determinaron por las técnicas descritas por la AOAC (1965); el fósforo por espectrofotometría de absorción atómica y la fibra neutro detergente y la fibra ácido detergente por Goering y Van Soest (1970); mientras que la digestibilidad de la materia orgánica se determinó según el método de Kesting (1978).

Mediciones realizadas a los animales

Condición corporal. Se realizó el monitoreo de la condición corporal (escala 1-5 puntos) de todos los animales, mensualmente, según la metodología descrita por Álvarez (1997).

Estimación del peso vivo. Se realizó a partir de la medición del perímetro torácico de todos los animales, con ayuda de una cinta métrica, según la metodología propuesta por Menéndez (1985). De igual forma, a los terneros se les estimó el peso vivo al nacer.

Cálculo del balance alimentario instantáneo. Se calculó el balance alimentario instantáneo para las vacas en producción en las dos épocas del año, mediante el programa de computación ANALIT, versión 3.0, elaborado por el Instituto de Ciencia Animal (ICA).

Producción de leche. La producción de leche se controló a través de pesajes individuales al 100% de las vacas en ordeño, con una frecuencia mensual; además, diariamente se determinó la producción de leche total. Los porcentajes de grasa se tomaron de los análisis periódicos realizados por el laboratorio de calidad de la leche de la Empresa Pecuaria Genética de Matanzas.

Análisis estadístico. Para el análisis estadístico de la producción de leche se utilizó

el modelo multiplicativo con efecto de curva de lactancia controlada (Menchaca, 1978).

Los datos se adaptan al siguiente modelo:

$$Y_{klmo} = a + b \log_n + c_n + M_k + B_l + P_m + Q_o + e_{klmo}$$

donde:

$$Y_{klmo} = \log Y_{klmo}$$

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

b, c = parámetros de la curva de lactancia.

n = n -ésimo día de lactancia correspondiente a la observación Y_{klmo} -ésima.

$M_k = \log M_k$, efecto de k -ésima condición corporal

$B_l = \log B_l$, efecto de l -ésimo bimestre de producción

$P_m = \log P_m$, efecto de m -ésimo bimestre de parto

$Q_o = \log Q_o$, efecto de o -ésima época de producción

$e_{klmo} = \log e_{klmo}$, error residual normal e independiente distribuido con media cero y varianza σ^2

La producción de grasa en la leche se analizó mediante un diseño de clasificación simple y se utilizó como prueba de comparación de media la dística de Duncan. Para la interpretación de los resultados se empleó el programa Clasificación Simple y Estadígrafos, versión 1.2, elaborado por el ICA.

RESULTADOS

El análisis de la composición química de los alimentos mostró el alto contenido de proteína bruta y calcio en la leucaena (tabla 2), el cual superó al de las gramíneas, representadas por los pastos mejorados (pasto estrella y guinea) y la caña de azúcar.

Los valores de FB, FND, FAD y la celulosa fueron inferiores en la leguminosa; sin embargo, el por ciento de fósforo fue similar y la lignina presentó un ligero incremento con respecto a los restantes alimentos.

La cascarilla de cítrico tuvo un alto contenido de MS y su por ciento de proteína fue favorecido por la adición de la urea.

Tabla 2. Composición bromatológica de los alimentos ofertados durante el estudio (%).

Alimento	MS	PB	FB	Ca	P	DMO	FND	FAD	Lignina	Celulosa
Pastos mejorados	33,2	12,9	31,7	0,6	0,22	58,3	73,3	39,3	4,8	29
Leucaena	26,3	25,6	18,5	1,7	0,16	66	46,5	22,8	7,4	15
Caña de azúcar	26	5,8	24	0,6	0,1	61	61,4	36	5,8	28,5
Cascarilla de cítrico deshidratada + urea	83	12	22	1,7	0,2					
Concentrado	90	11		1,8	0,1		29,2			

La composición botánica del pastizal se muestra en la tabla 3; la especie que predominó en el sistema fue el pasto estrella, seguido por la guinea y los pastos naturales.

El pasto estrella mostró una mejor adaptación, ya que incrementó su población en 8 unidades; la guinea y los pastos naturales

mantuvieron una estabilidad y las leguminosas volubles tendieron a disminuir su población con el pastoreo de los animales.

Las malezas no prosperaron durante el período experimental y se observó una ligera disminución al concluir el año de evaluación.

Tabla 3. Composición botánica del pastizal (%).

Especies	Mayo 2000	Noviembre 2000	Mayo 2001
Leguminosas volubles	7,8	2,6	3,2
Pasto estrella	37,6	36,7	46,0
Guinea	22,0	21,8	23,8
Malezas	8,5	10,1	6,0
Pastos naturales	24,1	28,7	20,6

La altura promedio de las plantas de leucaena en el pastizal no superó los 3,6 m (tabla 4). El diámetro tuvo un incremento de 0,7 cm, como consecuencia del desarrollo de las plantas, y la densidad de árboles por hectárea presentó una ligera disminución (10 585 vs 9 969) en el período analizado.

Tabla 4. Caracterización de *L. leucocephala* en el pastizal.

Indicadores	Mayo 2000	Mayo 2001
Altura (cm)	357	357
Diámetro (cm)	3,6	4,3
Densidad (plantas/ha)	10 585	9 969

En la tabla 5 se muestra la disponibilidad y la oferta de materia seca por animal por día,

en cada bimestre y época del año. Como se puede apreciar, existió una alta disponibilidad de pasto durante todo el año, que tuvo su máximo valor en el bimestre julio-agosto y el mínimo en marzo-abril. Hubo una mayor disponibilidad en la lluvia, aunque en ambas épocas fue alta, con valores por encima de 3 t de MS/ha/rotación.

La oferta de materia seca (kg/animal/día) también fue elevada, pues en todos los bimestres estuvo por encima de 40, y en julio-agosto alcanzó el valor superior (58 kg).

En sentido general, la oferta de materia seca siguió la misma tendencia que la disponibilidad durante el año, lo que se debió a que existió muy poca variación en el promedio de animales por bimestre y/o por época del año.

Tabla 5. Disponibilidad y oferta de materia seca por bimestre del año.

		Disponibilidad (t de MS/ha/rotación)	Oferta de MS (kg/animal/día)
Bimestre	E-F	3,5	52,2
	M-A	2,9	40,9
	M-J	3,1	41,9
	J-A	4,1	58,0
	S-O	3,5	48,6
	N-D	3,2	48,0
Época	Seca	3,2	47,3
	Lluvia	3,6	49,5

Al realizar el balance alimentario, en ambas épocas se encontró que no se pudieron cubrir las necesidades de EM que requerían los animales para los niveles de producción alcanzados durante el año, así como tampoco el P en la época de seca. En la figura 1 se expresa en por ciento el exceso o déficit de nutrimentos con respecto a los requerimientos de los animales.

El análisis de la condición corporal (fig. 2) mostró que hubo diferencias significativas entre los bimestres del año ($P < 0,05$); los de mayor valor fueron marzo-abril y septiembre-octubre y los de menor valor mayo-junio y noviembre-diciembre; los restantes no difirieron de los antes mencionados.

Al analizar la influencia de la condición corporal en la producción de leche (fig. 3), los mejores resultados se obtuvieron cuando la puntuación tuvo valores de 3 ó 3,5. Con estos valores de condición corporal estuvo

representado el 92% de los animales de la unidad.

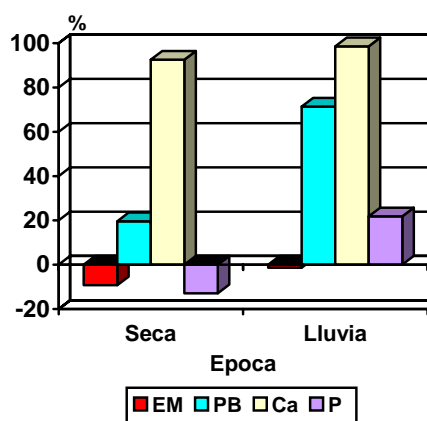
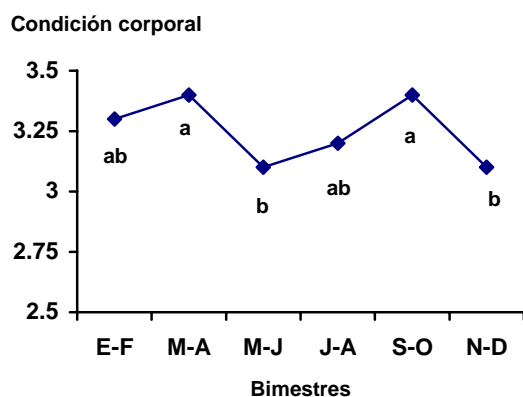


Fig. 1. Balance alimentario para las vacas en producción.

En cuanto a la condición corporal de las vacas (tabla 6), no existieron diferencias significativas y se alcanzaron valores similares para ambos periodos.

Se encontraron diferencias significativas para los efectos bimestres de parto ($P<0,05$) y de producción ($P<0,01$). Los mejores bimestres de producción (fig. 4) fueron julio-agosto y



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

Fig. 2. Comportamiento de la condición corporal promedio de los animales por bimestre del año.

Tabla 6. Efecto de la época en la condición corporal de las vacas al parto.

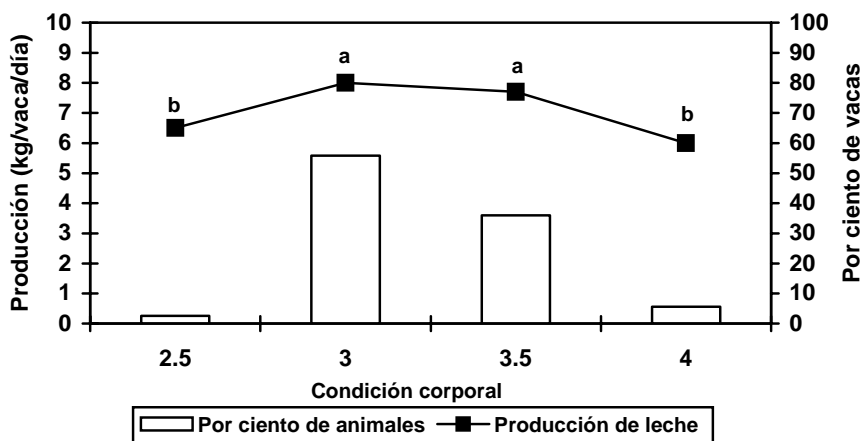
Época de parto	Condición corporal	ES±
Seca	3,3	4,20
Lluvia	3,3	5,37

septiembre-octubre; mientras que el peor fue enero-febrero. Los restantes tuvieron niveles medios de producción.

Los mejores bimestres de parto fueron marzo-abril y mayo-junio, mientras que el resto tuvieron producciones similares entre sí.

El análisis de la producción de leche y el por ciento de grasa (tabla 7) mostró que existieron diferencias significativas ($P<0,001$) para ambas épocas del año. Se observó un incremento en el rendimiento lácteo de 1 kg/vaca/día a favor de la época de lluvia; sin embargo, el contenido de grasa de la leche fue superior en la seca.

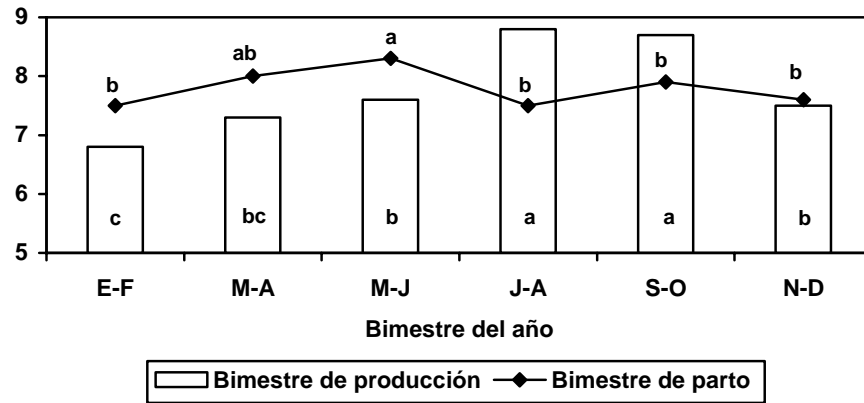
El análisis de varianza demostró que la curva de lactancia tuvo un buen ajuste ($P<0,001$), y además los animales alcanzaron el pico de producción a los 30 días posteriores al parto (fig. 5).



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

Fig. 3. Relación entre la producción de leche y la condición corporal de las vacas en la unidad.

Producción de leche
(kg/vaca/día)



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

Fig. 4. Comportamiento de la producción de leche por bimestre de producción y de parto.

Tabla 7. Influencia de la época en la producción y el por ciento de grasa en la leche.

Época	Producción de leche (kg/vaca/día)	ES±	% de grasa	ES±
Seca	7,3 ^b	0,0116***	3,8 ^a	0,021***
Lluvia	8,3 ^a	0,0116***	3,6 ^b	0,020***

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

*** $P < 0,001$

Producción de leche
(L)

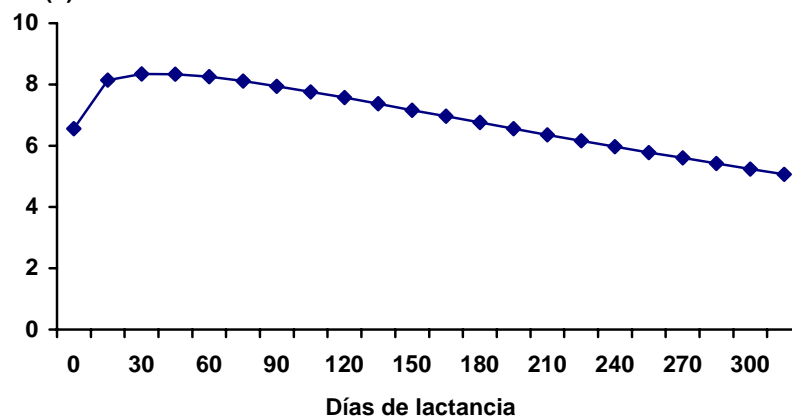


Fig. 5. Curva de lactancia.

DISCUSIÓN

El contenido de proteína bruta de la leucaena (25,6%) fue similar al encontrado por Lamela, Matías y Gómez (1999) y Pinto, Ramírez-Avilés, Ku-Vera, Hernández, Sánchez y Saucedo (2000) en sistemas de bancos de proteína, los cuales señalaron valores entre 22 y 25% para ese indicador.

A su vez los pastos mostraron, en sentido general, valores adecuados de PB (12,9%), similares a los informados por Lamela, Matías, Fung y Valdés (1998) y Gutiérrez, Delgado, Oramas y Cairo (2000) cuando los pastos se encontraban asociados a la leucaena.

La elevada calidad nutricional de los pastos, sobre todo en cuanto a su contenido de PB, probablemente esté motivada por la presencia de la leucaena en el pastizal. Como es conocido, los árboles leguminosos 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 presentes en el sistema (Hernández, 1998).

En el caso de la fibra bruta, la fibra ácido detergente, la fibra neutro detergente y la celulosa, los mayores valores se encontraron en los pastos y la caña de azúcar, y fueron menores en la leucaena.

La fibra bruta de la leucaena fue de 18,5%, similar a lo reportado por Iglesias (1996), Clavero (1998) y Gutiérrez *et al.* (2000), con valores que variaron entre 16 y 22% para este indicador; sin embargo, las gramíneas presentaron un mayor valor de fibra bruta, cuyos contenidos se reportan para las condiciones tropicales entre 28 y 36% (Anon, 2000).

En el caso de la FND y la FAD, los valores fueron normales para los alimentos utilizados, ya que para la FND la literatura señala que en la leucaena el contenido se encuentra entre 27 y 45% y para la FAD entre 19,1 y 24,6% (Pinto *et al.*, 2000; Llamas, Castillo, Sandoval y Bautista, 2001; Pinto-Ruiz, Ramírez-Avilés y Ku-Vera, 2001); en las gramíneas la FND

puede ser superior al 65%, sobre todo en los países de climas cálidos (Alfonso, 1999).

Todo lo anterior sugiere que existe una relación entre la FAD, la FND y la PB, es decir, la variación de uno de estos indicadores influye en los otros (Pezo, Kass, Benavides, Romero y Chávez, 1990).

Con respecto a la FAD y la lignina, tanto los pastos mejorados como la caña mostraron concentraciones similares de estos elementos.

En cuanto al calcio, los mayores valores se encontraron en la leucaena y la cascarilla de cítrico; mientras que las gramíneas mostraron menores concentraciones que las primeras, pero similares entre ellas. Sin embargo, en todos los casos este mineral se encontró dentro de los rangos considerados como normales para estas especies (Combellas, 1998; Gutiérrez *et al.*, 2000). Dichos valores se pueden considerar como adecuados para satisfacer los requerimientos de vacas de mediano potencial lechero cuando consumen estos alimentos en cantidades suficientes (National Research Council, 2001).

El contenido de fósforo en todos los alimentos fue bajo, debido a que su concentración estuvo por debajo de 0,33%, valor recomendado por el National Research Council (2001) para las vacas; ello motivó la necesidad de suplementar con sales minerales para evitar en lo posible el déficit de este mineral, el cual aun así presentó deficiencias en el período poco lluvioso, no así en la época de lluvia en la que se cubrieron las necesidades.

La composición botánica del pastizal mostró que durante el período de evaluación el pasto mejorado se mantuvo por encima del 67% y en un año se incrementó en un 6%, lo que evidenció la persistencia y adaptación de estas especies a las condiciones de explotación de la unidad.

Dentro de las especies mejoradas hubo un predominio, en el pastizal, del pasto estrella con respecto a la guinea. Además, se produjo un incremento del primero al final del período en más de 8 unidades porcentuales. Este

comportamiento pudo estar relacionado con la agresividad del pasto estrella (Paretas y Rivero, 1990) y además con la selección realizada por los animales al pastar, ya que se conoce la preferencia de los rumiantes por los pastos que tienen una mayor proporción hoja:tallo, como la guinea (García-Trujillo, Pérez-Infante, García y Basulto, 1980).

Los pastos naturales tuvieron una proporción media dentro de la composición botánica; al inicio presentaron una tendencia a incrementarse, pero al final disminuyeron ligeramente en el área, lo que pudiera estar influenciado por su estacionalidad o por la invasión del pasto estrella, que aumentó su área cubierta dentro del sistema. En el área de pastoreo predominaron los pastos pertenecientes al género *Dichanthium* (pitilla o jiribilla) y el *Sporobolus indicus* (espartillo).

Las leguminosas volubles (*Neonotonia wightii* y *Teramnus labialis*) aparecieron de forma espontánea en los cuarterones y se desarrollaron debido al reposo en la etapa de establecimiento y a la protección ejercida por los árboles que les sirvieron de tutores a muchas de ellas, protegiéndolas del consumo de los animales. Sin embargo, su población se redujo durante el tiempo de evaluación, lo que pudo deberse a su alto consumo.

Por su parte, las malezas (*Dichrostachys cinerea* y *Acacia farnesiana*) presentaron una población baja y manifestaron el mismo comportamiento que los pastos naturales, aunque en este caso la disminución se debió principalmente a su control a través de la chapea.

El comportamiento de la leucaena evidenció que hubo un aumento en el diámetro del fuste de las plantas, motivado por su desarrollo. Sin embargo, la altura se mantuvo constante debido al efecto ejercido por la poda de los árboles en este indicador morfológico. De igual forma, la densidad de árboles tuvo muy poca variación durante la etapa experimental; solo se constató una ligera reducción, que pudo deberse a la desaparición de las plantas más pequeñas como

consecuencia de un mayor consumo por los animales y/o de la sombra proyectada por los árboles de mayor altura (Pezo e Ibrahim, 1999).

La disponibilidad total de gramíneas y leguminosas durante el año fue alta, con valores superiores a 3 t de MS/ha/rotación para las dos épocas y los seis bimestres, excepto en marzo-abril donde fue menor (2,9 t de MS/ha), aunque se puede considerar elevada para esa época del año (seca), si se compara con la de pastizales de gramíneas sin fertilizar y manejados con cargas parecidas a las del presente trabajo, cuyos valores fueron inferiores a las 2 t de MS/ha/rotación (Guevara, 1999).

Aunque la disponibilidad de pasto, en sentido general, fue alta, se observó un efecto de los distintos bimestres en este indicador, que fue menos marcado para el caso de la época, lo cual se debió a que en el período poco lluvioso disminuyen las precipitaciones, la radiación solar y las temperaturas, factores que influyen en el crecimiento de las plantas (Crespo, Suárez, Ramos y Herrera, 1980).

La oferta total de materia seca en ambas épocas fue elevada, con valores superiores a 47 kg/animal/día, y además tuvo poca variación entre ellas. Este nivel de oferta se encuentra dentro del rango recomendado para los pastos tropicales, donde los animales pueden realizar una buena selección y alcanzar las máximas producciones de leche a base de pasto como único alimento (Stobbs, 1977).

Sin embargo, en pastizales donde esté presente la leucaena con las leguminosas volubles y las gramíneas hojosas, como la guinea, los valores de disponibilidad no requieren pasar de los 25 kg de MS/vaca/día para que se alcancen altos volúmenes de producción de leche (Hernández, Carballo, Mendoza y Fung, 1994).

Por el contrario, entre los bimestres se encontró una mayor variación en cuanto a este indicador; el menor valor fue para el bimestre marzo-abril (40,9 kg de MS/animal/día) y el

mayor para julio-agosto (58 kg de MS/animal/día). A pesar de dicha variación, la oferta de materia seca fue alta para todos los bimestres, pues estuvo por encima de 40 kg de MS/animal/día.

Con la realización del balance alimentario se comprobó que en ambas épocas se cubrieron los requerimientos de PB y calcio de los animales para las producciones alcanzadas, y que existió incluso un exceso de ambos nutrientes en un alto porcentaje.

La elevación de la proteína en la dieta ha estado asociada frecuentemente con una disminución de la eficiencia reproductiva en las vacas lecheras, así como también de su producción de leche (Butler, Calaman y Beam, 1996).

Los excesos de proteína bruta son degradados a amoníaco por los microorganismos ruminales y posteriormente absorbidos y llevados al hígado por la circulación portal, donde es convertido en urea. Este proceso de detoxificación requiere un consumo de energía, la cual es importante en todo momento, pero más crítica en el caso de vacas lecheras de alta producción al inicio de la lactancia. Dicha conversión le cuesta al animal alrededor de 12 kcal/g de nitrógeno (Canfield, Sniffen y Butler, 1990).

Las necesidades de energía metabolizable no fueron cubiertas al 100% en ninguna de las dos épocas. Con respecto a este nutriente hubo un mejor balance en lluvia que en seca, pues en el primer caso se cubrieron las necesidades en un 98,6%; mientras que en el segundo solo fue en un 90,7%.

La deficiencia de energía en la dieta conlleva a una mala utilización de la proteína. Cuando no hay disponibilidad de fuentes fácilmente fermentables en el rumen, los microorganismos degradan las proteínas de las plantas a ácidos grasos volátiles, para de esta forma obtener sus fuentes de energía (Leng, 1991). Este es un proceso sumamente costoso que agrava aún más el balance energético negativo (BEN), debido a la necesidad de eliminar el amoníaco obtenido

en el proceso de desaminación de los aminoácidos, ya que se utilizan 4 moles de ATP para formar cada mol de urea que ha de ser excretado por el riñón.

El fósforo presentó un exceso con respecto a los requerimientos de más de un 20% en la época de lluvia; sin embargo, en la seca tuvo un déficit de un 12,9%.

Además de la importancia que tiene cubrir los requerimientos de Ca y P de una ración, también la relación entre ellos es significativa, pues se ha señalado que debe estar en una proporción 2:1, con preferencia 1,3-1,4:1 (Cappa, 1993).

De acuerdo con lo anterior, esta relación calcio-fósforo encontrada en la dieta de los animales no fue adecuada, pues tuvo una proporción 2,5:1 y 3,5:1 para la lluvia y la seca, respectivamente, aun cuando para ambas épocas la relación Ca:P de los requerimientos fue 1,6:1.

A pesar de esto, se ha podido observar una actividad reproductora normal con relaciones entre 1,5:1 y 5:1. Por tanto, resulta que la relación Ca:P es menos importante que la integración entre ellos (Cappa, 1993).

Teniendo en cuenta lo anterior, es evidente que las mayores dificultades se presentaron en la seca, donde además de la relación 3,5:1 entre el calcio y el fósforo, hubo deficiencias de este último mineral; mientras que el calcio manifestó, al igual que en la lluvia, excesos por encima del 90% con respecto a las necesidades.

Una deficiencia o exceso de estos minerales en la dieta altera la relación calcio-fósforo considerablemente y puede conducir a una hipocalcemia durante el parto. Es importante prevenir este problema metabólico, debido a que posee un efecto negativo en la producción y reproducción de la vaca.

Las vacas que presentan hipocalcemia al parto incrementan doblemente sus posibilidades de retención placentaria y las de metritis en 1,6 veces (Wattiaux, 1998), con relación a las saludables.

El comportamiento de la condición corporal mostró que se encontraron diferencias significativas entre los distintos bimestres del año ($P < 0,05$). Los de mayor CC resultaron ser marzo-abril y septiembre-octubre, con valores de 3,4 para ambos casos; mientras que los bimestres de menor valor fueron mayo-junio y noviembre-diciembre (3,1).

Sin embargo, los resultados del análisis de la CC por época mostraron que los animales mantuvieron el mismo valor de CC durante todo el año, pues en ambas épocas la media fue de 3,3. Esto es una consecuencia del mantenimiento, durante todo el año, de una alta disponibilidad y oferta de materia seca, así como de adecuadas prácticas de manejo.

Las vacas con una CC entre 3 y 3,5 presentaron la mayor producción de leche (8,0 y 7,7 kg/vaca/día, respectivamente); mientras que las de CC 2,5 tuvieron una producción inferior a esta (6,5 kg) y similar a la de las vacas de condición corporal 4 (6 kg).

Esto último evidencia que tanto las vacas sobrecondicionadas (CC igual o mayor que 4) como las que tenían una CC deficiente (menor o igual a 2,5), presentaron una menor capacidad para producir leche que aquellas de CC adecuada (2,5-3,5).

El análisis de la producción de leche por bimestre de producción indicó que los mejores ($P < 0,01$) fueron julio-agosto y septiembre-octubre (8,8 y 8,7 kg/vaca/día, respectivamente), que se corresponden con aquellos meses de mayor disponibilidad de alimentos y oferta de materia seca. Sin embargo, el peor bimestre fue enero-febrero, a pesar de que también tuvo una alta oferta de MS, lo cual pudo deberse a que los animales recibieron caña molida (13 kg/animal/día) en los comederos de las naves de sombra y se restringió el tiempo de pastoreo; además, como se conoce este alimento es de menor calidad que el pasto.

Sin embargo, con respecto al bimestre de parto el mejor fue mayo-junio (8,3 kg/vaca/día), pues en este caso los animales manifestaron su pico de producción de leche

en el bimestre de mayor disponibilidad de alimentos y oferta de materia seca (julio-agosto). En el resto de los bimestres hubo producciones similares, con valores entre 7,5 y 8,0 kg/vaca/día.

Al analizar la influencia de la época en el comportamiento de la producción de leche, se encontró que en la lluvia hubo una mayor producción ($P < 0,001$) con respecto a la seca, con valores de 8,3 y 7,3 kg/vaca/día, respectivamente, lo que se debió a una mayor disponibilidad de pasto, que permite una mejor selección del alimento que consumen los animales (Lamela *et al.*, 1999).

Por el contrario, el contenido de grasa fue significativamente superior en la seca que en la lluvia (3,8 vs 3,6%), lo cual pudo deberse a la variación en la producción de leche entre las dos épocas, pues según García-López y Ponce (1988), independientemente de cualquier otro factor, el volumen de leche que produce una vaca tiene una influencia en su composición química, por lo que existe una relación inversa entre la producción de leche y el porcentaje de grasa.

La curva de lactancia tuvo un ajuste altamente significativo ($P < 0,001$) y además los animales alcanzaron el pico de producción de leche en el primer mes de lactancia, lo que se corresponde con las características productivas de las vacas de primer parto que reciben una alimentación adecuada (Ribas, 1988).

Además, se pudo apreciar que la producción de leche se incrementó hasta alcanzar el pico de producción a los 30 días (8,4 kg/vaca/día) y decreció linealmente con el incremento de los días de lactancia. También hubo una alta persistencia de la lactancia, que es característico de las vacas de esta raza en su primer parto (Schmidt, 1974).

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados, la asociación presentó una alta disponibilidad de materia seca, superior a las 3 t/ha/ rotación en ambas épocas del año, lo que permitió

garantizar una oferta entre 40 y 58 kg de MS/animal/día, con un buen contenido de proteína bruta. Además, los pastos mejorados incrementaron su población en un 6%; mientras que la leucaena mantuvo una alta densidad en el pastizal.

Asimismo, las hembras mantuvieron una condición corporal promedio de 3,3 durante todo el año, que garantizó una producción de leche entre 6,8 y 8,8 kg/vaca/día, con un contenido de grasa de 3,6-3,8%.

REFERENCIAS

- Academia de Ciencias de Cuba. 1979. Clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. La Habana, Cuba. p. 14
- Alfonso, L. 1999. Potencial del guácimo (*Guazuma ulmifolia*) en sistemas silvopastoriles. En: Agroforestería para la producción animal en América Latina. (Eds. M.D. Sánchez y M. Rosales). FAO. Roma, Italia. p. 303
- Alvarez, J.L. 1997. La condición corporal en la hembra bovina. **Rev. Salud Anim.** 19:37
- Anon. 1980. Muestreo de pastos. Taller del IV Seminario Científico de la EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba
- Anon. 2000. Tablas de valor nutritivo y requerimientos para el ganado bovino. **Pastos y Forrajes**. 23 (2):105
- AOAC. 1965. Official methods of analysis. 9th ed. Association of Official Agriculture Chemistry. Washington, D.C.
- Butler, W.R.; Calaman, J.J. & Beam, S.W. 1996. Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. **J. Anim. Sci.** 74:858
- Canfield, R.W.; Sniffen, C.J. & Butler, W.R. 1990. Effects of excess degradable protein on postpartum reproduction and energy balance in dairy cattle. **J. Dairy Sci.** 73:2342
- Cappa, V. 1993. Alimentación y fertilidad en los bovinos (I). **Mundo Ganadero**. 6:45
- Clavero, T. 1998. Condiciones ecológicas para el desarrollo de la Leucaena. En: Alternativa para la alimentación: *Leucaena leucocephala*. (Ed. T. Clavero). Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela. p. 13
- Combellas, Josefina de. 1998. Comportamiento productivo de ovinos que pastorean asociaciones de gramíneas y leguminosas arbustivas. Memorias. III Taller Internacional Silvopastoril "Los Árboles y Arbustos en la Ganadería". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 278
- Crespo, G.; Suárez, J.J.; Ramos, N. & Herrera, R. 1980. Producción y calidad de los pastos y forrajes. Mesa Redonda. Jornada XV Aniversario del ICA. La Habana, Cuba. p. 188
- DNG (Dirección Nacional de Genética). 1999. Análisis de los resultados en rebaños genéticos. MINAGRI. La Habana, Cuba. 50 p.
- FAO. 2001. Protección de los recursos naturales en sistemas ganaderos: los sistemas agroforestales pecuarios en América Latina. FAO, Roma - Embrapa Ganado de Leche, Brasil. 38 p.
- García-López, R. & Ponce, P. 1988. Principales factores que influyen en la composición de la leche. En: Producción de leche a base de pastos tropicales. EDICA. La Habana, Cuba. p. 109
- García-Trujillo, R.; Pérez-Infante, F.; García, F. & Basulto, R. 1980. Velocidad de consumo de algunos pastos tropicales. **Pastos y Forrajes**. 3 (2):297
- Goering, H.K. & Van Soest, P.J. 1970. Forage fibre analysis. Agricultural Handbook No. 379. Agricultural Research Service, US Dept. of Agriculture, Washington D.C.
- Guevara, R. 1999. Contribución al estudio del pastoreo racional con bajos insumos en vaquerías comerciales. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Veterinarias. Universidad Agraria de La Habana, Cuba

- 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 tropical". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 119
- Hernández, D.; Carballo, Mirta; Mendoza, C. & Fung, Carmen. 1994. Estudio del manejo de *Chloris gayana* cv. Callide para la producción de leche. I. Efecto de la oferta diaria de materia seca. **Pastos y Forrajes**. 17 (3):245
- 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 M.Sc. en Pastos y Forrajes. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", Cuba. 85 p.
- Kesting, U. 1978. Über neuere Ergebnisse einer vereinfachten *in vitro*-methode zur Schätzung der Verdaulichkeit der organischen Substanz ohne Pansensaft. 1. Mitteilung S. 491-497. **Arch. Tierernährung**. Bd. 28 Berlin. DDR
- Lamela, L.; Matías, C.; Fung, C. & Valdés, R. 1998. Efecto del banco de proteína en la producción de leche. Memorias. III Taller Internacional Silvopastoril "Los Árboles y Arbustos en la Ganadería". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 228
- Lamela, L.; Matías, C. & Gómez, A. 1999. Producción de leche en un sistema con banco de proteína. **Pastos y Forrajes**. 22 (4):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 & R. Sansoucy). FAO Animal production and health paper No. 86. Rome, Italy. p. 82
- Llamas, E.; Castillo, J.B.; Sandoval, C. & Bautista, F. 2001. Trees forage production and quality analysis with forage potentiality on a quarry soil in Mérida, Yucatán, México. In: Second Congress on Agroforestry and Livestock Production in Latin America. International Symposium on Silvopastoral Systems. (Ed. M. Ibrahim). CATIE. San José, Costa Rica. p. 358
- 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(1): 101
- Menchaca, M.A. 1978. Modelo multiplicativo con efecto de curva de lactancia controlada para el análisis estadístico de experimentos con vacas lecheras. Tesis presentada en opción al grado de Candidato a Dr. en Ciencias. ISCAH. La Habana, Cuba
- Menéndez, A. 1985. Método simple para evaluar hembras lecheras. **Rev. ACPA**. 3:13
- National Research Council. 2001. Water. In: Nutrients requirements of dairy cattle. Seventh Revised Edition. National Academy Press. Washington, D.C. p. 179
- Paretas, J.J. & Rivero, R. 1990. Metodología para la regionalización de gramíneas. En: Ecosistemas y regionalización de pastos en Cuba. (Ed. J.J. Paretas). MINAGRI. La Habana, Cuba. p. 140
- Pezo, D. & Ibrahim, M. 1999. Sistemas silvopastoriles. Módulo de Enseñanza Agroforestal No. 2. CATIE-GTZ Turrialba, Costa Rica. 275 p.
- Pezo, D.; Kass, M.; Benavides, J.E.; Romero, F. & Chávez, C. 1990. Potential of legume tree fodders as animal feed in Central America. In: Shrubs and tree fodders for farm animals. (Ed. C. Devendra). IDRC. Ottawa, Canadá. p. 163
- Pinto, R.; Ramírez-Avilés, L.; Ku-Vera, J.C.; Hernández, A.; Sánchez, F. & Saucedo, H. 2000. Evaluación químico-nutricional y degradabilidad ruminal de especies arbóreas del centro de Chiapas, México. Memorias. IV Taller Internacional Silvopastoril "Los Árboles y

- Arbustos en la Ganadería Tropical". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 47
- Pinto-Ruiz, R.; Ramírez-Avilés, L. & Ku-Vera, J.C. 2001. Nutritional characteristics of forage species in the silvipastures of multiple strata in Chiapas, Mexico. Second Congress on Agroforestry and Livestock Production in Latin America. International Symposium on Silvopastoral Systems. (Ed. M. Ibrahim). CATIE. San José, Costa Rica. p. 396
- Ribas, Miriam. 1988. Lactancias parciales en ganado de leche. EDICA. La Habana, Cuba. 54 p.
- Schmidt, G.H. 1974. Factores que afectan el rendimiento y composición de la leche. En: Biología de la lactación. Editorial Acribia. Zaragoza, España. p. 175
- Stobbs, T.H. 1977. Short-term effects of herbage allowance on milk production, milk composition and grazing time of cows grazing nitrogen-fertilized tropical grass pastures. *J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 17:892
- Wattiaux, M. 1998. Manejando la eficiencia reproductiva del hato. Reproducción y selección genética. En: Guías Técnicas Lecheras. The Babcock Institute for International Dairy Research and Development, University of Wisconsin–Madison. [CD-Rom]

Recibido el 25 de diciembre del 2001

Aceptado el 15 de mayo del 2002