

ARTÍCULO CIENTÍFICO

Influencia de la suplementación con concentrado en la producción de leche de vacas Holstein x Cebú en silvopastoreo

Influence of the supplementation with concentrate feed on the milk production of Holstein x Zebu cows under silvopastoral conditions

O. López, L. Lamela, I. L. Montejo y Tania Sánchez

*Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey,
Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, Ministerio de Educación Superior
Central España Republicana, 44280, Perico, Matanzas, Cuba
Correo electrónico: olopez@ihatuey.cu*

RESUMEN: La investigación se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de la suplementación con concentrado en la producción y la calidad de la leche de vacas mestizas Holstein x Cebú en silvopastoreo. Se utilizaron ocho animales que pastorearon en una asociación de guinea (*Panicum maximum*) y leucaena (*Leucaena leucocephala*), en un diseño Switch Back, con dos tratamientos: SS (sin suplementación) y CS (0,5 kg de concentrado por kilogramo de leche producido a partir del octavo). Se midió la disponibilidad del pasto y de la leucaena, y se estimó la composición química de los alimentos. En los animales se monitoreó la condición corporal (CC), se midió la producción de leche y se determinaron las concentraciones de grasa, proteína, lactosa, sólidos totales (ST) y sólidos no grasos (SNG). La disponibilidad de pasto fue 6,4 t de MS/ha/rotación, lo que, unido al ramoneo de la leucaena, permitió ofertas superiores a 100 kg de MS/animal/día. La PB de la guinea fue de 11,4 % y en la leucaena, de 25,2 %. La producción de leche del tratamiento CS fue similar a la del control (9,7 y 9,8 kg/animal/día, respectivamente), al igual que la composición de la leche (grasa, proteína, lactosa, ST y SNG) y la CC de las vacas (2,70 para ambos tratamientos). Los datos sugieren que la suplementación con concentrado en vacas lecheras Holstein x Cebú, manejadas en una asociación de guinea y leucaena con elevada oferta de forraje, no incrementa la producción de leche ni mejora su calidad nutricional.

Palabras clave: condición corporal, *Leucaena leucocephala*, *Panicum maximum*

ABSTRACT: The study was conducted in order to evaluate the effect of the supplementation with concentrate feed on the milk production and quality of crossbred Holstein x Zebu cows under silvopastoral system conditions. Eight animals that grazed in an association of Guinea grass (*Panicum maximum*) and leucaena (*Leucaena leucocephala*) were used, in a Switch Back design, with two treatments: SS (without supplementation) and CS (0,5 kg of concentrate feed per kilogram of milk produced from the eighth kilogram). The pasture and leucaena availability was measured and the chemical composition of the feedstuffs was estimated. In the animals, the body condition (BC) was monitored, the milk production was measured and the concentrations of fat, protein, lactose, total solids (TS) and non fatty solids (NFS) were determined. The pasture availability was 6,4 t DM/ha/rotation, which, together with the browsing of leucaena, allowed offers higher than 100 kg DM/animal/day. The CP of the Guinea grass was 11,4 % and in the case of leucaena, 25,2 %. The milk production of treatment CS was similar to that of the control (9,7 and 9,8 kg/animal/day, respectively), just like the milk composition (fat, protein, lactose, TS and NFS) and the BC of the cows (2,70 for both treatments). The data suggest that the supplementation with concentrate feed in Holstein x Zebu dairy cows, managed in an association of Guinea grass and leucaena with high forage offer, does not increase the milk production or improve its nutritional quality.

Key words: body condition, *Leucaena leucocephala*, *Panicum maximum*

INTRODUCCIÓN

La población mundial llegó en el año 2011 a 7 000 millones de personas y se estima que para el año 2050 llegue a 9 550 millones (United Nations Population Fund, 2013). Por ello, se debe producir alrededor de un 70 % más de alimento con respecto al presente, a la vez que se combatan el hambre y la pobreza, se usen de forma más eficiente los escasos recursos naturales y los sistemas de producción se adapten al cambio climático. Esto implica que la producción anual de cereales tenga que crecer en casi 1 000 millones de toneladas; la de carne, en más de 200 millones; mientras que la producción de leche se debería duplicar durante dicho periodo (ONU, 2004).

Actualmente, la mayoría de los sistemas ganaderos de los países tropicales se desarrolla en condiciones de monocultivo de pastos, debido a conceptos y tecnologías heredados de la Revolución Verde, lo cual ha generado problemas ambientales como la degradación del suelo, la contaminación de las aguas y la emisión de gases con efecto invernadero (Navas, 2007). Estas condiciones determinan, a mediano y largo plazo, un efecto negativo en los indicadores productivos y económicos de los rebaños.

En Cuba, durante las dos últimas décadas, ha ocurrido un deterioro progresivo en los rebaños bovinos, lo que ha provocado una disminución apreciable en la masa de animales, así como el detrimento de sus principales indicadores productivos, reproductivos y económicos (Oficina Nacional de Estadísticas e Información de Cuba, 2013).

Por tanto, para lograr el desarrollo de una ganadería más eficiente y sostenible, es necesario implementar sistemas resilientes al cambio climático, que garanticen la alimentación del ganado a base de pastos y forrajes (herbáceos y arbóreos) adaptados a las condiciones edafoclimáticas de cada localidad y capaces de cubrir los requerimientos de los animales a partir de las propias potencialidades nutritivas, así como que contribuyan a reducir al mínimo la emisión de gases de efecto invernadero y la utilización de combustibles fósiles en el sector pecuario (Senra *et al.*, 2013).

En tal sentido, los sistemas silvopastoriles con un manejo integrado y racional permiten incrementar la producción sostenible de cada uno de sus componentes y, por ende, aumentar y diversificar el rendimiento del sistema en su conjunto. Además, garantizan la reducción del uso de insumos en las fincas agropecuarias (Souza *et al.*, 2010) y el aumento de la producción y la calidad de los forrajes (Sánchez *et al.*, 2011, López *et al.*,

2012), y minimizan el desbalance en la producción de alimentos entre el periodo lluvioso y el poco lluvioso.

En estos sistemas la suplementación de las vacas con grandes cantidades de concentrado no constituye una práctica ventajosa, debido al incremento de los costos por concepto de alimentación (Benavides, 1994). Sin embargo, las dietas con concentrado permiten aumentar el consumo de materia seca (MS) y la producción de ácidos grasos de cadena corta (AGCC) en el rumen (Van Ackeren *et al.*, 2009). Por ello su uso en la dieta de vacas lecheras en silvopastoreo pudiera mejorar el balance y la utilización de la energía contenida en esta, y, en consecuencia, optimizar la producción y/o la calidad de la leche.

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la suplementación con concentrado en la producción y la calidad de la leche de vacas mestizas Holstein x Cebú, manejadas en una asociación de *Panicum maximum* y *Leucaena leucocephala*.

Metodología experimental

Ubicación. El estudio se realizó en áreas de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, del municipio Perico –provincia de Matanzas, Cuba–, situada entre los 22° 48' 7" de latitud Norte y los 81° 2' de longitud Oeste, a 19,01 msnm.

Características edafoclimáticas. El suelo del área experimental se clasifica como Ferralítico Rojo (Hernández *et al.*, 2006), con relieve llano. Las características químicas se muestran en la tabla 1.

El clima es cálido tropical (Centro del Clima-Instituto de Meteorología, 2013), con una temperatura y humedad relativa promedio anual de 24,4 °C y 82,6 %, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 1 300 mm. Los valores de las variables climatológicas en el periodo experimental se presentan en la tabla 2.

Tabla 1. Composición química del suelo en el sistema.

Indicador	Media
Nitrógeno total (%)	0,26
Fósforo (ppm)	77,4
Calcio (cmol/kg)	2,88
Magnesio (cmol/kg)	0,25
PH	6,7
Materia orgánica (%)	4,5

Tabla 2. Comportamiento de las variables climatológicas en el periodo experimental.

Variable	Mes		
	Marzo	Abril	Mayo
Temperatura media (°C)	22,8	23,8	25,1
Humedad relativa promedio (%)	74	71	82
Precipitación acumulada (mm)	15,3	167,0	298,7
Evaporación total en 24 h (mm)	6,8	7,5	5,7

Descripción del área experimental y del manejo. Se utilizó un área de pastoreo de 10 ha, dividida en 9 cuarteones de aproximadamente 1,1 ha cada uno. Se manejaron 12 animales con un peso promedio de 486 kg, lo que significó una carga de 1,2 UGM/ha. El tiempo de estancia fue de 5 días y el de reposo, de 40 días.

La especie de pasto predominante fue *P. maximum* cv. Likoni, asociada con la leñosa *L. leucocephala* cv. Cunningham, con más de 15 años de establecida y sembrada inicialmente con una densidad de 555 plantas/ha (6 m entre surcos y 3 m entre plantas).

Tratamientos y diseño. Se utilizaron ocho vacas en un diseño Switch Back para comparar dos tratamientos: control (sin suplementación, SS) y suplementación (0,5 kg de concentrado por kilogramo de leche producido a partir del octavo, CS). Los periodos experimentales comprendieron 14 días de adaptación y 7 días de toma de muestras para cada tratamiento.

Características de los animales. Las vacas estaban clínicamente sanas; tenían una edad de 7,1 (\pm 1,8) años, un peso de 474,5 (\pm 44,4) kg, 3 (\pm 1) lactancias como promedio.

Mediciones en el pastizal

Altura y diámetro de *L. leucocephala*. Se seleccionaron diez árboles representativos de cada cuartón y se midió la altura individual de cada uno con una cinta métrica. El diámetro del fuste se estimó con un pie de rey a 1,3 m sobre el suelo.

Número de plantas de *L. leucocephala*. Se contó la cantidad de plantas de leucaena en tres surcos característicos de cada cuartón, se halló el promedio entre ellos y el valor se multiplicó por la cantidad de surcos en el cuartón.

Disponibilidad de poda en *L. leucocephala*. La disponibilidad de poda en la leucaena se estimó en cinco plantas representativas de cada cuartón, cortadas o podadas, con una altura superior a 3,5 m.

Para ello se separó de forma manual el material comestible del no comestible y se pesaron ambas fracciones. A partir de los valores promedio se calculó el rendimiento de follaje por hectárea, para lo cual se consideró la densidad de plantas y el número de árboles que se podaban por día, de forma escalonada, según la metodología descrita por Iglesias (2003).

Disponibilidad de ramoneo en *L. leucocephala*. Para estimar la disponibilidad de ramoneo en la leucaena se recolectaron manualmente las hojas y los tallos tiernos comestibles (hasta aproximadamente 3 mm de diámetro) en 10 de los árboles establecidos en el cuartón, simulando el ramoneo que realizan los animales hasta una altura de 2 m (Lamela, 1998).

Disponibilidad de pasto. La disponibilidad de pasto se estimó por el método alternativo propuesto por Martínez *et al.* (1990). Los muestreos se realizaron a la entrada y a la salida de los animales de cada cuartón, y se efectuaron 80 observaciones por hectárea.

Análisis químico proximal. Cada dos días, durante la semana en que se realizó el muestreo en los animales, se envió al laboratorio una muestra homogénea de 300 g de follaje proveniente de la poda y el ramoneo de la leucaena; así como 300 g de pasto, cosechado según la metodología propuesta por Herrera (2006). Se midieron los siguientes indicadores: MS, ceniza, proteína bruta (PB) y calcio, según las técnicas descritas por la AOAC (1995); y el fósforo, por el método colorimétrico, con la utilización de un espectrofotómetro UV/V. Las fracciones fibrosas –fibra neutra detergente (FND), fibra ácida detergente (FAD)– y la lignina se analizaron mediante los procedimientos referidos por Goering y Van Soest (1970).

Composición florística del pastizal. La composición florística del pastizal se estimó por el método de los pasos, descrito por Anon (1980). Los datos se presentan en la tabla 3.

Mediciones en los animales

Condición corporal. Semanalmente se monitoreó la condición corporal (CC) en una escala de 1 a 5 puntos, según la metodología descrita por Álvarez (1997).

Estimación del peso vivo. El peso vivo se estimó a partir de la medición del perímetro torácico de los animales, con una cinta métrica, según la metodología propuesta por Álvarez (2005).

Cálculo del balance alimentario instantáneo. El balance alimentario se calculó en ambos tratamientos, mediante el programa de computación CALRAC® –versión 1.0 de 1996–, elaborado por el Instituto de Ciencia Animal (ICA).

Producción y calidad de la leche. La producción de leche se controló dos veces al día (5:00 a. m. y 3:00 p. m.), durante una semana, a través de pesajes individuales realizados al 100 % de las vacas en experimentación. Se determinó la producción de leche total, y además se tomaron muestras para determinar el porcentaje de grasa, la proteína, la lactosa, los sólidos totales y los sólidos no grasos, por el método infrarrojo (FIL-141: B, 1997), con la utilización del MilkoScan 104 A/S Foss Electric.

Análisis estadístico. Para el análisis estadístico de la producción de leche se utilizó el modelo lineal general, perteneciente al paquete estadístico SPSS® versión 11.5 para Windows XP.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 4 se presentan los resultados del comportamiento de la leucaena en el sistema. El

tamaño de los árboles superó los 8 m de altura, lo que, unido a su densidad (420 plantas/ha), permitió obtener un rendimiento de follaje de 1,1 t de MS/ha; este se encuentra en el rango de lo informado por Sánchez (2007) en un sistema con 5 000 plantas/ha, pero en el segundo y el tercer año de explotación (1,4 y 1,0 t MS/ha, respectivamente). Es conveniente destacar que la densidad en esta investigación fue menor que la informada por Iglesias (2003) en esa misma área de pastoreo (555 árboles/ha); ello denota que la continua actividad pecuaria en el sistema (alrededor de 15 años) ha influido en el deterioro del componente leñoso, lo que redundó en la pérdida de más de 1 300 árboles de leucaena durante ese periodo.

La disponibilidad de la gramínea durante el periodo de evaluación (tabla 5) fue de 6,5 t de MS/ha/rotación, similar a la informada por Sánchez *et al.* (2010). Ello se debió, en parte, a que el sistema estuvo sometido a un periodo de reposo previo al inicio del experimento –aproximadamente 60 días–. Además, el comportamiento de las variables climatológicas (tabla 2) también favoreció el crecimiento de los pastos.

El alto valor de la disponibilidad de pasto, unido a la moderada carga, permitió ofertas superiores a los 100 kg de MS/vaca/día. Sin embargo, la disponibilidad de follaje para ramoneo fue baja, debido a la elevada altura de la leucaena; de ahí la necesidad de realizar la poda diaria de algunas plantas para incrementar la oferta de biomasa comestible de la leguminosa arbórea.

Cuando se complementó la oferta de follaje para ramoneo con el aportado a través de la poda,

Tabla 3. Composición florística del área de pastoreo.

Composición	Porcentaje
Pastos mejorados	85,6
Leguminosas volubles	1,6
Pastos naturales	12,3
Plantas arvenses	0,5

Tabla 4. Comportamiento de la leucaena en el sistema.

Indicador	Media
Altura (m)	8,2
Diámetro del fuste (cm)	10,7
Densidad (plantas/ha)	420
Rendimiento en follaje (t de MS/ha)	1,1

Tabla 5. Disponibilidad y oferta de MS de *P. maximum* y *L. leucocephala*.

Actividad	Disponibilidad (kg de MS/ha/rotación)	Oferta (kg de MS/animal/día)
Pastoreo	6 463,0	107,8
Ramoneo	12,6	0,21
Poda	127,0	2,1
Total	6 501,0	110,1

se puso a disposición de los animales 2,3 kg de MS/animal/día, valor similar al informado por Sánchez (2007). Este se encuentra en el rango referido por Funes y Jordán (1987), a partir del cual se puede lograr un consumo de 1,9 kg de MS/animal/día; así como en el nivel señalado por Mahecha *et al.* (2004) para que se logre un consumo de leucaena entre 1,5 y 2,0 kg de MS/animal/día.

Según estos últimos autores, más del 80 % del consumo de la leucaena se explica por la disponibilidad y/o la oferta de forraje a los animales y por la digestibilidad de este. Por otra parte, también se puede inferir que el consumo neto de leucaena aumenta en la misma medida que se incrementa la oferta y el consumo de pasto; mientras que el consumo de leucaena, en relación con la dieta total, se incrementa cuando disminuye la oferta y el consumo de la gramínea. Teniendo en cuenta estos resultados, se puede suponer que en el presente estudio los animales hayan realizado un alto consumo, tanto de pasto como de leucaena.

En la tabla 6 se presenta la composición química de los alimentos que formaron parte de la dieta. El contenido de proteína bruta de la gramínea fue similar al informado para *P. maximum* (11,4 %) en un sistema silvopastoril con alta densidad de leucaena (Barros *et al.*, 2012); sin embargo, superó los valores alcanzados en sistemas con gramíneas mejoradas (7,1-8,5 %) sin fertilizar (Iglesias, 2003), e incluso los de algunas gramíneas mejoradas y fertilizadas (Pereira *et al.*, 1990; Cáceres *et al.*, 2006). También

fue superior al obtenido por Lamela *et al.* (2009) en *Cynodon nlemfuensis* (9,5 %) asociado con leucaena.

En este sentido, Alonso (2011) planteó que en una asociación de *L. leucocephala* con *P. maximum* el contenido en PB del pasto tendió a aumentar, incluso con el incremento del tiempo de explotación del sistema. Esto se debe a que la leñosa, con su capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico al suelo, contribuye al incremento de la calidad de los pastos que se encuentran asociados a los árboles (Treydte *et al.*, 2007), lo cual se evidenció en este estudio, que fue realizado en un sistema con más de 15 años de explotación.

El aumento de las sustancias nitrogenadas en las gramíneas asociadas con especies arbóreas también puede ser una medida de la adaptación de estas plantas a la reducción de la luz por efecto de la sombra proyectada por los árboles, lo cual influye en su fisiologismo (Ørskov, 2005).

La leucaena mostró un alto contenido de proteína bruta, con un valor similar al informado por Galindo *et al.* (2005), Sánchez *et al.* (2010) y López *et al.* (2012), y superior al reportado por Pedraza *et al.* (2012). A su vez, el contenido de proteína del concentrado (16,4 %) fue similar al informado para este alimento por Gutiérrez (2012).

No hubo diferencias significativas en la producción de leche entre las vacas que consumieron pasto y follaje de leucaena (9,8 kg/vaca/día) y las que, además, se suplementaron con concentrado (9,7 kg/vaca/día). Ello se pudo deber a la elevada

Tabla 6. Composición bromatológica de los alimentos de la dieta.

Composición química (%) ^A	Alimento		
	<i>P. maximum</i>	<i>L. leucocephala</i>	Concentrado
MS	30,5	31,1	89,2
MO	84,8	91,8	91,9
Ceniza	15,2	8,2	8,1
PB	11,5	25,2	16,4
FND	70,2	52,9	29,6
FAD	34,2	28,5	6,4
Hemicelulosa	36,0	24,4	23,2
Celulosa	28,6	12,7	5,0
Lignina	5,6	15,8	1,4
Ca	0,67	1,19	0,73
P	0,26	0,29	0,57

^AValores analizados. Todos los valores, excepto la MS, están expresados con base en el porciento de MS.

oferta de MS en el sistema, especialmente de pasto, que garantizó una eficiente selección de las partes más nutritivas de las plantas por los animales (Hernández *et al.*, 1992). En el caso de la guinea, esto se evidencia aun más por su hábito de crecimiento erecto y su adecuada relación hoja-tallo, lo cual potencia el tamaño del bocado y aumenta la velocidad de consumo, en comparación con otras gramíneas tropicales (García-Trujillo *et al.*, 1980).

Por otra parte, la adecuada calidad nutricional de la dieta (12,9 % de PB) y su digestibilidad *in vitro* de la MS, que según López *et al.* (2014) puede ser superior a los 640 g/kg de MS, garantizan un elevado aporte de nitrógeno al rumen; el cual, con una apropiada contribución en EM, permite un aporte de proteína microbiana al intestino delgado suficiente para producir, según el balance alimentario, alrededor de 10 kg de leche por animal por día en vacas de mediano potencial.

Por ello, cuando el contenido de PB de la dieta es elevado y/o el aporte es superior a los requerimientos nutricionales de las vacas lecheras –preferentemente al inicio de la lactancia–, se estimula la producción de leche aun cuando la EM de la dieta no sea suficiente, ya que esta se garantiza a expensas de las reservas corporales de los animales, con la consiguiente pérdida paulatina de la condición corporal.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Razz *et al.* (2004), en Venezuela, con vacas de doble propósito en pastoreo de guinea, las cuales

tenían acceso a un banco de proteína de leucaena durante una hora diaria. Las vacas suplementadas con 1-2 kg de concentrado lograron producciones de leche similares a las del tratamiento sin concentrado (9,1 y 9,6 kg/vaca/día, respectivamente).

El contenido de grasa de la leche (fig. 1) fue similar para los dos grupos en experimentación, independientemente de la dieta consumida; igual comportamiento se pudo observar en la proteína, la lactosa, los sólidos totales y los sólidos no grasos.

Asimismo, el porcentaje de grasa (4,0-4,1) fue similar al informado por Hernández y Ponce (2004) en vacas mestizas Holstein x Cebú manejadas en una asociación de *C. nlemfuensis* y *L. leucocephala*, y se corresponde con el de los animales de este genotipo en sistemas a base de pastos mejorados (Ponce, 2009).

Por otra parte, el contenido de proteína de la leche (3,2 %) también fue similar al señalado por Hernández y Ponce (2004), tanto para vacas mestizas Holstein x Cebú, como para vacas Siboney; pero fue superior al alcanzado con esos mismos genotipos en pastoreo de gramíneas mejoradas en monocultivo (3,0 %). No obstante, en general, el incremento en el nivel de proteína cruda de la dieta afecta más el volumen de producción que el propio contenido proteínico de la leche (Acosta, 2001).

La analogía en los valores de los SNG (8,6 % en ambos tratamientos) y los ST (12,7 y 12,8 % para CS y SS, respectivamente) entre ambos tratamientos constituye un comportamiento lógico, debido

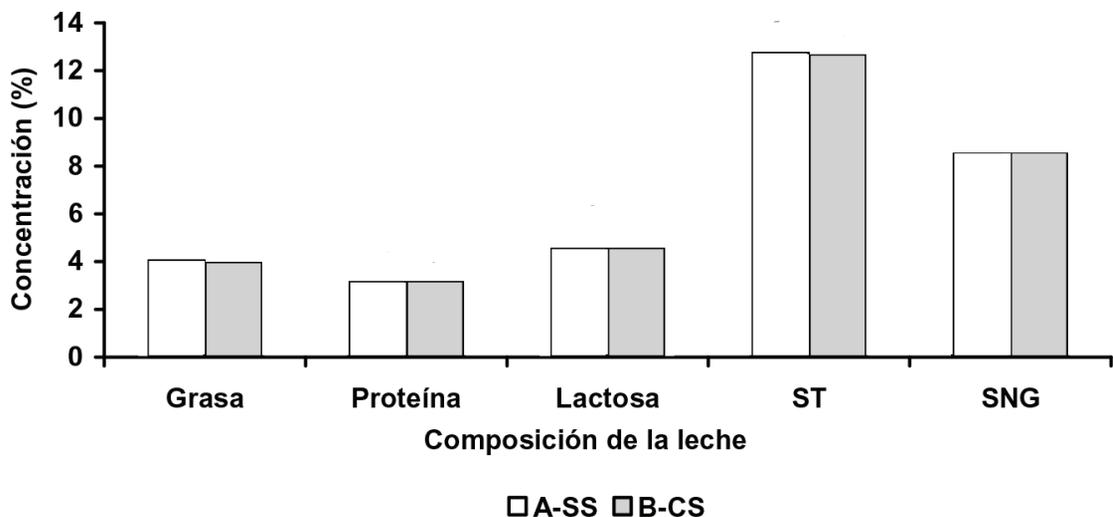


Figura 1. Efecto de la suplementación con concentrado en los componentes de la leche

a la semejanza de los valores de proteína, grasa y lactosa.

La proporción proteína:grasa de la leche fue de 0,8 en los dos tratamientos, lo que indica un apropiado contenido de ambos nutrientes y, por consiguiente, un adecuado balance energía:proteína en la ración de los animales (Acosta, 2001).

La CC de las vacas fue de 2,70 como promedio para los dos tratamientos, en un rango que varió entre 2,0 y 3,25. La ausencia de diferencias significativas se debió a que la CC fue uno de los factores que se tuvieron en cuenta al seleccionar los animales para formar los grupos experimentales, de tal forma que este indicador no afectara su homogeneidad. Por otra parte, el periodo experimental no fue lo suficientemente largo como para que los animales manifestaran cambios significativos en este indicador, máxime cuando contaron con una dieta abundante y de buena calidad nutricional, que posibilitó que no existieran diferencias en la producción ni en la calidad de la leche.

Sin embargo, la mayor producción de leche (tabla 7) se obtuvo en los animales que presentaron la menor CC (2,0-2,5), lo cual se corresponde con lo informado por López *et al.* (2012) en vacas del genotipo Mambí de Cuba que pastorearon en una asociación de gramíneas mejoradas (*P. maximum* y *C. nlemfuensis*) con *L. leucocephala*. En esa investigación los animales comenzaron con una CC de 3,0-3,5 y utilizaron de 0,5-1,0 unidades de CC entre el parto y el pico de producción de leche; por lo que en el momento de mayor producción presentaron una CC de 2,0-2,5.

En este sentido, es conocido que las vacas, al momento del parto, tienen reducida su capacidad de ingestión, debido a la contracción del tracto gastrointestinal que ocurre durante la gestación. Por ello, después del parto y durante el pico de producción de leche (primeros 60-100 días de la lactancia), tienen un desbalance energético y desvían los

nutrientes de las reservas corporales para suplir los requerimientos de energía y garantizar la producción de leche, con un adecuado contenido de grasa; de modo que pierden peso y disminuyen su CC. Esto ocurre, preferentemente, en vacas multiparas del genotipo Holstein x Cebú, manejadas en condiciones de pastoreo (Roche *et al.*, 2009, López *et al.*, 2014).

En sentido general, los resultados de la producción y composición química de la leche y su relación proteína:grasa, así como la apropiada CC de las vacas en ambos tratamientos, demuestran la adecuada calidad nutricional de las dietas consumidas, y permiten inferir además que existió una alta selectividad en el pastoreo, con el consiguiente incremento en la digestibilidad y en el consumo de MS, lo que permitió al tratamiento control equilibrar el balance de nutrientes logrado por los animales del tratamiento con suplementación a partir del octavo litro.

CONCLUSIONES

En una asociación de *P. maximum* y *L. leucocephala*, con altas ofertas de forraje de buena calidad nutricional, la suplementación con un concentrado a vacas lecheras Holstein x Cebú, con una adecuada CC, no contribuye a incrementar la producción ni a mejorar la calidad bromatológica de la leche, cuando los rendimientos productivos de los animales son inferiores a los 10 kg/vaca/día.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, Y. M. Alimentación y sólidos en leche. Programa Nacional de Lechería. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. La Estanzuela, Uruguay. 6 p. 2001.
- Alonso, J. Silvopastoral systems and their contribution to the environment. *Cuban J. Agr. Sci.* 45(2): 107. 2011
- Álvarez, J. L. La condición corporal en la hembra bovina. *Rev. Salud Anim.* 19:37-45.1997.
- Álvarez, J. L. (Ed). Manual de tecnologías agropecuarias. ACPA. La Habana, Cuba. p. 19. 2005.
- Anon. Muestreo de pastos. Taller del IV Seminario Científico de la EEPF Indio Hatuey. Matanzas. Cuba. s/p. 1980.
- AOAC. Official methods of analysis. Ass. off. Agric. Chem. 16th ed. Washington, DC. 1995.
- Barros, R. M.; Solorio, S. J.; Ku, V. J.; Ayala, B. A.; Sandoval, C. C. & Solís, P. G. Productive performance and urinary excretion of mimosine metabolites by hair sheep grazing in a silvopastoral system with high densities of *Leucaena leucocephala*. *Tropical Animal Health and Production.* 44: 1873-1878. 2012.

Tabla 7. Efecto de la condición corporal en la producción de leche de las vacas.

CC	Producción de leche (kg/vaca/día)	EE ±
2,0-2,5	11,1 ^a	0,261
> 2,5-3,0	8,1 ^b	0,161
> 3,0	7,8 ^b	0,329

^{a, b} Los promedios con diferente superíndice en una misma columna difieren a $p < 0,001$

- Benavides, J. E. La Investigación en árboles forrajeros. Árboles y Arbustos Forrajeros en América Central. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1: 3-28. 1994.
- Cáceres, O.; Ojeda, F.; González, E.; Arece, J.; Simón, L.; Lamela, L.; *et al.* Valor nutritivo de los principales recursos forrajeros en el trópico. En: Recursos forrajeros herbáceos y arbóreos. (Ed. Milera, Milagros de la C.). EEPF Indio Hatuey. Universidad de San Carlos de Guatemala. p. 231. 2006.
- Centro del Clima-Instituto de Meteorología. El clima de Cuba. Características generales. La Habana. 2013
<http://www.insmet.cu/asp/genesis.asp?TB0=PLAN-TILLAS&TB1=CLIMAC&TB2=/clima/Clima-Cuba.htm>. [30/09/2013].
- Funes, F. & Jordán, H. Leche. En: Leucaena una opción para la alimentación bovina en el trópico y subtropical. (Eds. T. E. Ruiz y G. Febles). EDICA. La Habana, Cuba. p. 143. 1987.
- Galindo, Juana; Delgado, Denia; Pedraza, R. & García, D. El impacto de los árboles, los arbustos y otras leguminosas en la ecología ruminal de animales que consumen dietas fibrosas. *Pastos y Forrajes*. 28(1):59-68. 2005.
- García-Trujillo, R.; Pérez-Infante, F.; García, F. & Basulto, R. Velocidad de consumo de algunos pastos tropicales. *Pastos y Forrajes*. 2:297-308. 1980.
- Goering, H. K. & van Soest, P. J. Forage Fiber Analysis. Agricultural Handbook, US, Department of Agriculture, No. 379. Washington, USA. 1970.
- Gutiérrez, D. Efecto del aditivo biológico Vitafert en dietas de forrajes de mala calidad para la alimentación de cabras lecheras. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal. Universidad Agraria de La Habana. Mayabeque, Cuba. p. 41. 2012.
- Hernández, A.; Ascanio, M.; Morales, Marisol & León, A. Diferentes etapas en la clasificación de suelos en Cuba. En: A. Hernández y M.O. Ascanio, coords. *La historia de la clasificación de los suelos en Cuba*. La Habana: Editorial Félix Varela. p. 11-56, 2006.
- Hernández, D.; Carballo, Mirta; García-Trujillo, R.; Mendoza, C. & Robles, F. Estudio del manejo de *Panicum maximum* cv. Likoni para la producción de leche. IV. Respuesta animal y comportamiento del pastizal. *Pastos y Forrajes*. 15(3):249-259. 1992.
- Hernández, R. & Ponce, P. Efecto del silvopastoreo como sistema sostenible de explotación bovina sobre la composición de la leche. *Livestock Research for Rural Development*. 16 (6): 2004. En: <http://www.lrrd.org/lrrd16/6/hern16043.htm> [09/01/2014].
- Herrera, R. S. Métodos de muestreo en pastos y suelo. En: Fisiología, producción de biomasa y sistemas silvopastoriles en pastos tropicales. Abono orgánico y biogás. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. p. 92. 2006.
- Iglesias, J. M. Los sistemas silvopastoriles, una alternativa para la crianza de bovinos jóvenes en condiciones de bajos insumos. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal-Universidad Agraria de La Habana. Cuba. 73 p. 2003.
- Lamela, L. Técnica de muestreo. Conferencia del curso de posgrado «Manejo de los pastos y forrajes para la producción animal». Maestría en Pastos y Forrajes. EEPF Indio Hatuey. Matanzas, Cuba. 12 p. 1998.
- Lamela, L.; López, O.; Sánchez, Tania; Díaz, Magalys & Valdés, R. Efecto del sistema silvopastoril en el comportamiento productivo de vacas Holstein. *Pastos y Forrajes*. 32(2): 175-187. 2009.
- López, O.; Lamela, L.; Montejo, I. L.; Sánchez, Tania & Olivera, Yuseika. Influencia de la complementación de la dieta en la producción de leche de vacas Mambí de Cuba manejadas en un sistema silvopastoril. Memorias II Convención Internacional «Agrodesarrollo 2012». EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba. pp. 331. 2012.
- López, O.; Lamela, L.; Sánchez, Tania; Montejo, I. L. & Olivera, Yuseika. Efecto de la suplementación con concentrado en la degradabilidad *in vitro* de dietas para vacas lecheras basadas en *Panicum maximum* y *Leucaena leucocephala*. En: Memorias. XXII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. IV Congreso de Producción Animal Tropical. La Habana, 2013.
- Mahecha, L.; Durán, C. V.; Rosales, M.; Molina, C. H. & Molina, E. Consumo de pasto estrella africana (*Cynodon plectostachyus*) y leucaena (*Leucaena leucocephala*) en un sistema silvopastoril. *Pasturas Tropicales (Colombia)*. 22(1): 26-30. 2004.
- Martínez, J.; Milera, Milagros; Remy, V.; Yepes, I. & Hernández, J. Un método ágil para estimar la disponibilidad de pasto en una vaquería comercial. *Pastos y Forrajes*. 13(1): 101-110. 1990.
- Oficina Nacional de Estadística e Información de Cuba. Sector Agropecuario. Indicadores Seleccionados. Enero - Septiembre de 2013. Cuba: ONEI, 2013. http://www.onei.cu/publicaciones/05agropecuario/ppalesindsectoragrop/pales_indsep13.pdf. [22/6/2014].
- Ørskov, E. R. Silvopastoral systems: technical, environmental and socio-economic challenges. *Pastos y Forrajes*. 28(1): 5-9. 2005.

- Pedraza, R. M.; León, Marlene; Martínez, S. J.; González, Cecilia E.; Espinosa, E. & González, C. Indicadores del valor nutritivo para rumiantes y cerdos de la harina del follaje de cinco leguminosas arbustivas. Memorias II Convención Internacional «Agrodesarrollo 2012». EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba. Pp. 339. 2012.
- Pereira, E.; Lamela, L. & Ripoll, J. L. Evaluación de pasto para la producción de leche, guinea (Likoni y común) y pasto estrella cv. Tocumen. *Pastos y Forrajes*. 13(1):67-77. 1990.
- Ponce, P. Composición láctea y sus interrelaciones: expresión genética, nutricional, fisiológica y metabólica de la lactación en las condiciones del trópico. *Rev. Salud Anim.* 31(2): 69-76. 2009.
- Razz, R.; Clavero, T.; Combellas, J. & Ruiz, T. Respuesta productiva y reproductiva de vacas doble propósito suplementadas con concentrado pastoreando *Panicum maximum* y *Leucaena leucocephala*. *Rev. Fac. Cien. Vet.* 14(6): 526-529. 2004.
- Roche, J. R.; Friggens, N. C.; Kay, J. K.; Fisher, M. W.; Stafford, K. J. & Berry, D. P. *Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. J. Dairy Sci.* 92:5769-5801. 2009.
- Sánchez, Tania. Evaluación productiva de una asociación de gramíneas mejoradas y *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham con vacas Mambí de Cuba en condiciones comerciales. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal-Universidad Agraria de La Habana. La Habana, Cuba. En: <http://biblioteca.ihatuey.cu/links/pdf/tesis/tesis/taniasanchez.pdf> 2007. [21/5/2012].
- Sánchez, Tania; Lamela, L. & López, O. Efecto de la suplementación con residuos de destilería del maíz en el comportamiento de novillas en una asociación de gramínea y leucaena. *Pastos y Forrajes*. 33(3): 323-332. 2010.
- Sánchez, Tania; Lamela, L.; Miranda, Taymer; López, O. & Bover, Katia. Tecnologías alternativas: silvopastoreo. En: Innovación agroecológica, adaptación y mitigación del cambio climático (Compiladores: Ríos, H.; Vargas, Dania y Funes-Monzote, F. R.). INCA, Mayabeque, Cuba. 242 p. 2011.
- Senra, A., Soto, S. & Guevara, R. Estrategia de enfrentamiento a los riesgos del cambio climático, en los ecosistemas ganaderos en Cuba. En PF-44. Pastos y Forrajes y otras plantas de interés para la ganadería. Memorias del XXIII Reunión de la ALPA y IV Congreso Internacional de Producción Animal Tropical. La Habana, Cuba. s. p. 2013.
- Souza, W.; Barbosa, O. R.; Marques, J. A.; Gasparino, E.; Cecato, U. & Barbero, L. M. Behaviour of beef cattle in silvipastoral systems with eucalyptus. *R. Bras. Zootec.* 39:677-684. 2010.
- Treydte, Anna C.; Heitkönig, Ignas M.; Prins, H. H. & Ludwig, F. Trees improve grass quality for herbivores in African savannas. *Perspective in Plant Ecology, Evolution and Systematics*. 8:197-205. 2007.
- van Ackeren, C.; Steingass, H.; Hartung, Karin; Funk, R. & Drochner, W. Effect of roughage level in a total mixed ration on feed intake, ruminal fermentation patterns and chewing activity of early-weaned calves with *ad libitum* access to grass hay. *Anim. Feed Sci. Tech.* 153:48-59. 2009.

Recibido: 30 de enero de 2014

Aceptado: 30 de junio de 2014