

NOTA TÉCNICA

VARIACIÓN BROMATOLÓGICA DE LA LECHE DE CABRAS LAMANCHA ALIMENTADAS CON DIFERENTES FORRAJES¹

Luis Rodolfo Herrera-Campos², Claudio Fabián Vargas-Rodríguez², Carlos Boschini-Figueroa²,
Alejandro Chacón-Villalobos²

RESUMEN

Variación bromatológica de la leche de cabras Lamancha alimentadas con diferentes forrajes. El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de los forrajes de sorgo, estrella africana y morera en la calidad de la leche de cabra. Este experimento se desarrolló en la Estación Experimental Alfredo Volio Mata de la Universidad de Costa Rica ubicada en Cartago, Costa Rica a 1.542 msnm, durante el último trimestre del 2007, con tres grupos de cabras de raza Lamancha y tres diferentes forrajes: morera (*Morus alba*), estrella africana (*Cynodom nlemfuensis*) y sorgo negro forrajero (*Sorghum almum*). El modelo experimental empleado fue un cuadrado latino repetido. La mayor producción de leche se dio con los animales que consumieron estrella africana (1,06 kg de leche/animal/día; $p < 0,01$), seguidos por los que consumieron la morera (0,89 kg de leche/animal/día) y el sorgo negro (0,73 kg de leche/animal/día). El porcentaje de grasa, proteína, caseína, sólidos totales y sólidos no grasos fueron más altos en la leche de los animales alimentados con morera ($p < 0,01$) y más bajos en los que ingirieron estrella africana.

Palabras claves: Caprinos, pasturas, nutrición animal, producción láctea, propiedades.

ABSTRACT

Bromatologic variation of the milk produced by Lamancha goats fed with different forages. The objective of this experiment was to determine the effect of three forages: black sorghum (*Sorghum almum*), mulberry (*Morus alba*), and African star grass (*Cynodom nlemfuensis*), on the quantity and quality of goat milk. The experiment was carry out at the Alfredo Volio Mata Experiment Station of the University of Costa Rica located at 1542 masl, during the last trimester of 2007 on three groups of Lamancha goats. A repeated Latin square model was used. The highest milk yield was obtained when animals consumed African star grass (1.06 kg of milk/animal/day) ($p < 0.01$) followed by Mulberry (0.89 kg of milk/animal/day) and Black sorghum (0.73 kg of milk/animal/day); nevertheless, fat percentage, protein, casein, total solids and non fatty solids were improved when goats were fed with mulberry ($p < 0.01$), and the lowest parameters were obtained with African star grass.

Key words: Caprines, pastures, animal nutrition, milk production, properties.



¹ Recibido: 4 de marzo, 2009. Aceptado: 16 de noviembre, 2009. Trabajo financiado por la Vicerrectoría de Investigación. Proyecto 737-A6-084. Universidad de Costa Rica, San José Costa Rica.

² Estación Experimental Alfredo Volio Mata, Facultad de Ciencias Agroalimentarias. Universidad de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. luisrodolfo81@yahoo.es; fabian.vargas@ucr.ac.cr; carlos.boschini@ucr.ac.cr; alejandro.chacon@ucr.ac.cr

INTRODUCCIÓN

Dada la factibilidad de la cabra como animal lechero, se considera que las explotaciones caprinas representan una de las mejores estrategias para aliviar las hambrunas y combatir la desnutrición en países en vías de desarrollo, lugares donde suelen ser propicias las condiciones para pequeños rumiantes (Chacón 2004). La leche de cabra suele ser de amplia difusión en los países en vías de desarrollo, ésta es consumida principalmente como un producto fluido sin una transformación de la misma en otros derivados, razón por la cual sus características bromatológicas originales son muy importantes a nivel nutricional (Chacón 2007).

Los productos lácteos constituyen una de las mayores fuentes de ingreso en Costa Rica, siendo unas de las actividades más pujantes tanto a nivel silvopastoril como industrial (Díaz 2004). No obstante esta agroindustria está dominada por la leche de vaca y sus derivados (Aguilar *et al.* 1990, Mayorga 1992), y la información concerniente a la variabilidad bromatológica de la leche caprina en función de las características de los sistemas productivos locales, de la alimentación y del manejo de las explotaciones son aún escasos.

La literatura procedente de otras regiones, señala que aspectos como la alimentación, la raza y el momento de la lactancia en que se encuentra el caprino, están entre los principales determinantes de la composición de la leche (Haenlein 2002). Son los contenidos de grasa y proteína los parámetros que se encuentran entre los más variables en función a los aspectos antes mencionados (Belitz y Grosch 1985).

Los contenidos de grasa y de proteína dentro de una misma raza pueden variar hasta en un 0,3 % a lo largo del período de lactancia (Samarzija *et al.* 2001). Entre los inicios y los finales de este período, el contenido de calcio puede presentar incrementos de hasta 15 mg/100 g, el fósforo de 23 mg/100 g, el sodio de 6 mg/100 g y el magnesio de 2 mg/100 g. Caso contrario es el potasio y el citrato que decrecen en cantidades de hasta 26 mg/100 g y en 64 mg/100 g de la cantidad inicialmente presente, respectivamente (Brendehaug y Abrahamsen 1986). La lactosa también decrece significativamente, variando de un contenido total de 4,46-4,30 % en las primeras semanas hasta 3,96 % al final de la lactancia (Haenlein 2002). El nitrógeno no proteico suele mantenerse invariable a lo largo del período anual (Grappin 1986).

Estudios orientados a caracterizar las relaciones existentes entre las condiciones productivas nacionales y las condiciones bromatológicas derivadas en la leche, es un tópico relevante y de importancia inmediata para el sector caprino nacional, especialmente para estimular el desarrollo de nuevos productos en un mercado en gestación. El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de los forrajes de sorgo, estrella africana y morera en la calidad de la leche de cabra.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El presente trabajo se llevó a cabo entre los meses de setiembre y diciembre del 2007 en la Estación Experimental de Ganado Lechero Alfredo Volio Mata de la Universidad de Costa Rica, la cual se ubica a una altura de 1.542 m en Ochomogo de Cartago, Costa Rica.

La temperatura media que se presenta en el lugar es de 19,5 °C con una humedad relativa media de 84,0 %. El promedio de precipitación anual es de 2.050 mm, que se acentúa durante la época comprendida entre mayo y noviembre. El suelo clasificado como *Typic distran-depts* es de origen volcánico, caracterizado por una profundidad y fertilidad medias, y un buen drenaje; además la zona es considerada como bosque húmedo montano bajo (Tosi 1970, citado por Vásquez 1982).

Selección y evaluación bromatológica de forrajes

En este experimento se utilizaron los forrajes sorgo negro forrajero (*Sorghum alnum*), cosechado a una edad de 70 días, momento en que manifiesta el mayor aprovechamiento a nivel ruminal (Vargas 2005); estrella africana (*Cynodom nlemfluensis*) de 60 días, tiempo en el cual aporta las mejores características nutricionales para los rumiantes (Sánchez 1997); y morera (*Morus alba*) cosechada a 90 días, edad en que su contenido nutricional favorece la producción caprina (Amador 2002).

Cada uno de los forrajes experimentales se evaluó bromatológicamente para los parámetros de contenido de materia seca (MS) y cenizas (Sosa de Pro 1979), extracto etéreo (EE; AOAC 2000), proteína cruda (PC) (Sosa de Pro 1979), fibra neutro detergente (FND),

fibra ácido detergente (FAD) y lignina (Goering y Van Soest 1970). La celulosa y hemicelulosa que se obtuvieron por diferencia (Sosa de Pro 1979).

Selección y agrupamiento de los caprinos

Se utilizaron nueve cabras de raza Lamancha; se seleccionaron animales que estaban entre la tercera y quinta lactancia, y que sobrepasaban los tres meses de producción. El peso promedio fue de 50 kg, y su condición corporal 3,5 (Steine 1976); adicionalmente se valoraron con el método FAMACHA (Vargas 2006) para garantizar el control de parásitos internos.

Las cabras fueron divididas en tres grupos de tres animales cada uno, a los cuales se les suministró de forma rotativa e individual los diferentes forrajes en una relación del 3 % de su peso corporal en base seca. Dichos materiales se ofrecieron en fresco y picado a un tamaño de 2,5 cm. El consumo se determinó pesando la cantidad de material ofrecido y el rechazo diariamente.

La cantidad de concentrado que se les brindó a los animales fue constante para todos los grupos (1 kg/animal/día), para que éste no influyera en los resultados de la bromatología láctea final.

Obtención y evaluación bromatológica de la leche

Se realizaron pesajes diarios de leche en cada cabra al momento de los dos ordeños diarios (6:00 am y 1:30 pm), y para su comparación se corrigió a 4 % de grasa (PL4%G) tal y como recomiendan Devendra y McLeroy (1986) mediante la siguiente fórmula:

$$PL4\%G = 0,4 (\text{kg de leche}) + 15 (\text{kg de grasa}) \quad (\text{NRC 1989})$$

Los equipos de ordeño y recolección de leche se lavaron y desinfectaron previamente (Chacón 2006). Para los análisis bromatológicos se tomaron muestras de 500 g de la leche caprina en bolsas plásticas estériles, las cuales se trasladaron de manera inmediata después de su obtención al módulo de investigación láctea de la Estación Experimental Alfredo Volio Mata donde se efectuaron los análisis respectivos.

Las evaluaciones químicas contemplaron el contenido de grasa por medio del método de Babcock 989,04 de la AOAC (2000), porcentaje de acidez

titulable expresada como ácido láctico (ATECAL) por medio del método volumétrico 947,05 de la AOAC (1990), porcentaje de caseína por medio del método de Titulación con Formol de Walker descrito por Bateman (1970), peso específico por el método densimétrico 925,22 de la AOAC (1990) y sólidos totales y no grasos por medio de cálculo con la fórmula modificada de Richmond (Kirk *et al.* 1999).

Evaluación estadística

Se empleó un diseño de cuadrado latino repetido, donde se asignaron tres animales por cuadrado en tres repeticiones (Steel y Torrie 1980). Dentro de cada grupo de cabras (repeticiones de cuadrado latino) se asignó un tratamiento a cada animal durante un periodo de 14 días, con siete días iniciales de adaptación y los siguientes siete días de evaluación. Se incluyeron tres periodos experimentales. Al término de cada uno se procedió a cambiar el tratamiento de cada animal dentro de cada cuadrado latino.

El análisis de varianza se realizó mediante el Proc GLM de SAS (SAS 1985) y la prueba de separación de medias se hizo mediante la prueba de Duncan (Montgomery 1992).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición bromatológica de los forrajes experimentales

Los valores obtenidos de las pruebas bromatológicas realizadas a las diferentes fuentes alimenticias se pueden observar en el Cuadro 1.

Materia seca (MS)

El contenido de MS del sorgo negro fue 22,48 %, dato muy superior al reportado por Vargas (2005) de 14,06 % pero coincide con Alfaro (1988) quien indica valores entre 20 % y 23 %, en las zonas altas de Costa Rica.

El promedio de la morera promedió 19,35 % MS, dato que se asemeja al encontrado por Osorto (2003) y Ly (2004) quienes respectivamente reportan valores de 20,5 % a 98 días de establecida y 21,0 % con 105 días de edad en zonas tropicales.

Cuadro 1. Composición bromatológica de los forrajes morera, sorgo negro y estrella africana. Cartago, Costa Rica. 2008.

Nutrientes (%)	Morera	Sorgo negro	Estrella africana
Materia Seca (MS)	19,35	22,48	21,85
Proteína Cruda (PC)	16,78	10,27	12,81
Extracto Etéreo (EE)	1,40	1,53	1,07
Cenizas	16,12	8,19	9,58
Fibra Neutro Detergente (FDN)	51,28	69,68	73,65
Fibra Ácido Detergente (FAD)	41,48	43,52	42,97
Lignina	12,52	11,31	10,64
Celulosa	28,96	32,20	32,33
Hemicelulosa	9,80	26,46	30,86

La MS de estrella africana fue de 21,85 %, que coincide con Ramos *et al.* (1980) de 23,5 % para éste con 80 días de edad y Mahecha (1998) quien reporta 24,0 % sin indicar la edad.

Proteína Cruda (PC)

Los valores de proteína cruda (PC) para la morera, obtenidos en el análisis fueron de 16,78 %, superiores a los reportados por Rojas *et al.* (1994) de 7- 14 % para tallos no lignificados, pero son inferiores a los reportados por Vargas (1985), Esnaloa y Benavides (1982) así como Vallejo (1990), quienes reportan valores de 20,50 % a 22,23 %, 17%, 22 % y 33 % respectivamente.

Los valores de PC de 10,27 % obtenidos en este estudio para el sorgo de 70 días de edad, resultaron inferiores a los que reportan Amador y Boschini (2000) de 18 y 22 % con 45 días de crecimiento en zonas altas, mientras que Villegas (1990) reporta valores de 12,5% de PC a los 45 días y de 9,5% a los 55 días en zonas bajas.

Respecto al pasto estrella africana, el valor de PC fue de 12,82 %, el cual es superior al reportado por Maya y Durán (2005) de 9,67 % a los 76 días, ya que en esta gramínea disminuye el porcentaje de PC conforme se prolonga su edad de cosecha (Faría y Morillo 1997).

Fibra Neutro Detergente (FND) y Fibra Ácido Detergente (FAD)

Sing *et al.*(2000) indican que la morera tiene 33 % de FND y 28,1 % de FAD, valores que están por debajo de los obtenidos en la presente investigación.

Para el sorgo negro la FAD obtenida se asemeja a la obtenida por Vargas (2005) de 43,01 %, pero es un valor superior al que obtiene Amador (2000) de 24,8 %.

La FND es inferior al reportado por Vargas (2005) de 73,53 % y superior al dato dado por Corrales (1986) de 61,37 %, pero dentro del permitido en el rango de los forrajes de 60 – 85 % (Vargas 2005).

Los valores de los componentes de la pared celular obtenidos para la estrella africana de FAD y FND, coinciden con los reportados por Le Houerau (1980) que fueron de 35,5 - 45,4 % para FDA y de 66,2 - 77,7 % para FDN.

Lignina y cenizas

Los valores de lignina y cenizas obtenidos en la morera fueron bastante cercanos a los que reportan Sing *et al.* (2000) de 10,8 % para la lignina y de 17,3 % para las cenizas.

El promedio de lignina en el sorgo es de 11,31 % el cual es un promedio alto, si se compara con el rango aceptable de 5 – 11 % que indica (Amador 2000) para pastos tropicales.

El valor de cenizas obtenidas para el sorgo negro es cercano al valor máximo reportado por Vargas (2005) de 15,09 %, pero difiere a los resultados que expone McDowell (1979) de 9,30 - 9,10 %.

Los datos de lignina y cenizas del pasto estrella africana se asemejan a los datos mostrados por Mahecha (1998) de 11 % para la lignina y de 10,5 % para las cenizas, en un trabajo realizado en Colombia, por medio de un sistema silvopastoril de pasto estrella africana, en el Valle del Cauca.

Celulosa y hemicelulosa

Sing *et al.* (2000) indican promedios de 19,2 % de celulosa y de 4,9 % de hemicelulosa para la morera; en la presente investigación se obtuvieron valores de 28,96 % y de 9,80 %.

Con respecto a los componentes de la pared celular del sorgo negro, la celulosa cuantificada dio

un valor de 32,20 %, este componente estuvo por debajo del valor mínimo reportado por Vargas (2005) de 36,16 % en sorgos evaluados a una altura de 1.542 msnm, pero sin reportar la época del año en que se llevó a cabo el análisis. Por su parte, la hemicelulosa promedio obtenida alcanzó el valor de 26,46 % y fue superior a la reportada por Vargas (2005) de 19,18 % pero muy cercana a los niveles reportados por Amador (2000) quien obtuvo niveles de 24,58 – 26,37 % para edades de corta entre los 66 y los 80 días.

En el caso de la estrella africana los datos de celulosa y hemicelulosa obtenidos fueron 32,33 % y 30,68 %; respectivamente, estos parámetros son cercanos a los que reporta Mahecha (1998) de 31,56 % para la celulosa y de 29,9 % para la hemicelulosa.

Extracto etéreo

La morera presentó un porcentaje de 1,40 de extracto etéreo, cercano a los datos que indican Osorto (2003) de 1,50 y Macías (1999) de 1,47. Por su parte, el contenido de extracto etéreo obtenido para el sorgo negro fue de 1,53 % y se asemeja a los datos obtenidos por Vargas (2005) de 1,75 % y McDowell (1979) de 1,5 % y 2 %.

El extracto etéreo contenido en el pasto estrella africana llegó a 1,07 % y se encuentra dentro del rango de 1 – 2 % para gramíneas tropicales (Faría y Morillo 1997).

Consumo y producción láctea asociada al forraje

Consumo

Los consumos en base verde y seca observados para cada uno de los forrajes evaluados, así como la producción de leche asociada a los mismos se muestran en el Cuadro 2, dónde a la vez se detallan las diferencias significativas evidenciadas por el análisis estadístico.

Como se observa en el Cuadro 2, las cabras alimentadas con morera tuvieron un consumo de material en base verde de 3,23 kg/animal/día equivalente a un 81 % del total ofrecido. Por su parte, los animales que recibieron sorgo negro consumieron 2,99 kg/animal/día (75 % de lo brindado) y los alimentados con pasto estrella africana consumieron el 86 % del material que se les suministró (3,46 kg/animal/día). De acuerdo con el análisis estadístico, la aceptación por el pasto

Cuadro 2. Consumo de los diferentes forrajes experimentales y volumen de la producción láctea asociada a los mismos. Cartago, Costa Rica. 2008.

	Morera	Sorgo negro	Estrella africana
Consumo MV kg/animal/día	3,23 a	2,98 b	3,45 c
Consumo de MS kg/animal/día	0,63 a	0,69 b	0,76 c
Producción leche (kg/animal/día)	0,89 b	0,73 c	1,06 a
Producción leche (4 % grasa)	0,92	0,72	1,00

a, b, c Letras distintas en una misma línea marcan diferencias significativas ($P < 0,05$).

estrella africana, expresada en términos de consumo, superó significativamente ($P < 0,05$) a aquellas manifestadas por la morera (6,6 % más) y por el sorgo negro (12,07 % superior).

Al igual que en base fresca, la diferencia entre los consumos de MS fueron significativas entre los tres tratamientos ($P < 0,05$). Según los valores bromatológicos obtenidos para los forrajes experimentales (Cuadro 1), y a partir de las ingestas descritas en el Cuadro 2, es posible tipificar que los animales con una dieta de estrella africana experimentaron una ingesta de materia seca de 0,76 kg/animal/día (equivale a un 1,52 % de su peso vivo PV); las cabras alimentadas con sorgo negro ingirieron en promedio 0,69 kg MS/animal/día (equivalente a 1,38 % PV); por último cuando la dieta fue basada en morera, las cabras apenas alcanzaron un consumo del 1,26 % PV (0,63 kg MS/animal/día).

Los datos de consumo de materia seca correspondientes al sorgo negro fueron superiores a los reportados por Elizondo (2004), mientras que en el caso de la morera resultaron muy por debajo de lo mencionado por este autor a razón de 0,90 % PV y 1,94 % PV en cabras alimentadas con sorgo negro y morera respectivamente.

La actitud de consumo mostrada por los animales experimentales hacia los tres forrajes evaluados coincide con lo reportado por French (1970), quien indica que comúnmente las cabras aumentan el consumo en los pastos a medida que éstos tienen una menor lignificación. Según los datos bromatológicos obtenidos,

es posible indicar que el contenido de lignina de la estrella africana (10,64 %) pudo hacerla menos atractiva a los animales en comparación con los otros dos materiales. Es por esta misma razón que el sorgo negro (11,31 %) exhibiría una mejor aceptación en comparación con la morera (12,52 %).

Producción láctea

La producción láctea expresada en el Cuadro 2, y cuya comparación gráfica se presenta en la Figura 1, mostró diferencias altamente significativas ($P < 0,05$) para los tres diferentes tratamientos.

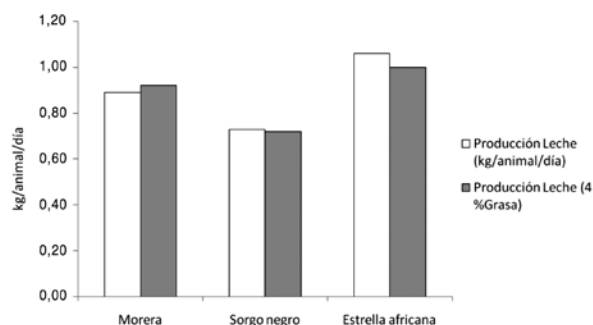


Figura 1. Producción promedio de leche y producción de leche corregida al 4% de grasa para cabras alimentadas con tres forrajes. Cartago, Costa Rica. 2008.

Las cabras que consumieron pasto estrella africana produjeron una mayor cantidad de leche, alrededor de 1,06 kg/animal/día (1,00 kg corregido al 4 % grasa). Los animales que consumieron morera tuvieron producciones de 0,88 kg/animal/día (0,92 kg corregido al 4 % grasa), mientras que en el extremo inferior se ubicaron los animales alimentados con sorgo negro los que exhibieron rendimientos de 0,73 kg/animal/día (0,72 kg corregido al 4 % grasa).

En síntesis, las cabras cuando consumieron estrella africana produjeron 16,0 % más de leche que cuando recibieron morera y 31,1 % más que cuando fueron alimentados con sorgo negro; superando a la vez la morera en un 18,0 % a este último forraje. Estas variaciones son coincidentes con las aseveraciones hechas por Frau y Pece (2007), quienes indican que cuando las cabras son alimentadas con distintos tipos de forrajes tropicales pueden haber diferencias en sus rendimientos productivos.

Al comparar el consumo de forrajes con la producción láctea, se pudo observar que los animales con mayores rendimientos fueron aquellos que ingirieron estrella africana, material que manifestó mayor aceptación en base seca. Steine (1976), indica que los aumentos en la producción láctea guardan teóricamente una relación directamente proporcional con el consumo de forraje, al gestarse mejoras en las condiciones corporales de los animales. No obstante, en el caso comparativo específico entre el sorgo negro y la morera, la conducta no es la misma, ya que las cabras presentaron un mayor consumo de materia seca con el primer material pero se produjo más leche cuando consumieron morera. Esto puede atribuirse a que el arbusto por sus características estructurales es más aprovechable en el sistema digestivo de las cabras que otros forrajes, lo cual se traduciría en una mayor producción láctea (Manterola y Azócar 2007).

Análisis bromatológico de la leche

Los resultados obtenidos al analizar bromatológicamente la leche de cabra proveniente de los diferentes grupos experimentales se detallan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Caracterización bromatológica de la leche producida por cabras alimentadas con diferentes forrajes. Cartago, Costa Rica. 2008.

Parámetro evaluado	Morera	Sorgo negro	Estrella africana
Acidez (A.T.E.C.A.L), %	0,18	0,18	0,18
Grasa, %	4,23 a	3,92 b	3,65 b
Proteína, %	3,68 a	3,54 b	3,58 b
Caseína, %	3,06 a	2,95 b	2,99 b
Peso específico	1,03	1,03	1,03
Sólidos totales, %	12,35 a	11,98 b	11,65 c
Sólidos no grasos, %	8,12 a	8,06 b	8,00 c

a, b, c Letras distintas marcan diferencias significativas ($P < 0,05$) en una misma fila o hilera.

El porcentaje acidez expresada como ácido láctico de la leche (A.T.E.C.A.L) y el peso específico, mostraron pocas variaciones, no encontrándose diferencias significativas ($P > 0,05$) entre los diferentes grupos

experimentales. Esto coincide con los resultados obtenidos por Chacón (2004), quien analizó los valores de acidez y peso específico de la leche de cabra producida en diferentes rebaños caprinos de la Meseta Central, sin obtener diferencias significativas ($P > 0,05$) aún a pesar de que las fuentes forrajeras utilizadas por los productores no eran las mismas.

La verdadera importancia de medir la acidez fue garantizar que la leche empleada fue de aceptable calidad microbiológica al poseer ésta un valor de A.T.E.C.A.L de 0,18 %, no mostrando así deterioro fermentativo, mientras que al medir el peso específico se aseguró que dicho producto no presentó ningún tipo de adulteración (Chacón 2008).

Al analizar los sólidos totales de la leche se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) en las tres dietas a las que fueron sometidos los animales, donde los caprinos alimentados con morera manifestaron porcentajes de 12,35 %, precedida por el sorgo negro con 11,98 % y por último la estrella africana que presentó el más bajo valor 11,65 %. En términos de concentración de sólidos totales la morera produjo 3,7 g/l más cantidad que el sorgo negro y 7,0 g/l más que la estrella africana. De acuerdo con Manterola y Azócar (2007) cabras de diferentes razas alimentadas con morera en Argentina presentaron concentraciones de sólidos totales de 13,51 - 14,13 %, situación que sobrepasa lo obtenido en esta trabajo, estas fluctuaciones se pueden generar debido a variaciones climatológicas y a diferencias entre razas (Devendra 1972).

Los sólidos no grasos presentaron un comportamiento semejante a la de sólidos totales donde las diferencias fueron significativas ($P < 0,05$) entre tratamientos. Al igual que en la anterior observación, la morera lleva la vanguardia con un promedio de 8,12 %, seguida del sorgo negro con 8,06 % y de la estrella africana con 8,00 %. En resumen, la morera produjo 0,6 g/l más cantidad de sólidos no grasos en la leche de las cabras que el sorgo negro, a su vez, produjo 1,2 g/l más que la estrella africana. Los datos no coinciden con los que reporta el INTA (2005) en Argentina donde se mencionan rangos de 8,30 - 9,98 % para el parámetro en cuestión, los autores mencionados subrayan que pueden existir diferencias de acuerdo a la raza, clima o alimentación a la que se someten los animales.

Los contenidos de grasa de la leche proveniente de las cabras alimentadas con morera (4,23 %) presentaron diferencias estadísticas significativas ($P < 0,01$)

con respecto a los porcentajes de grasa láctea de los animales alimentados con las demás fuentes. El contenido graso de la leche de las cabras alimentadas con sorgo negro y estrella africana (3,92 % y 3,65 %, respectivamente) no presentaron diferencias significativas ($P > 0,05$) entre ellos.

El porcentaje de grasa de la leche de animales alimentados con morera resultó muy semejante al 4,25 % reportado por Manterola y Azócar (2007) para las cabras de zonas tropicales; quien señala rangos de 3,4 - 4,1 %. Enfatizan además que este factor puede variar dependiendo del tipo de raza, variedad de forrajes y el clima. Peñúñuri (1986), reportó un promedio de concentración de grasa de 3,79 % en leche de cabras de raza Lamancha, sin indicar el tipo de alimentación al que fueron sometidos estos animales. Este dato se encuentra por debajo de los resultados mostrados en este estudio, tanto para los valores de la leche de los animales que consumieron morera, como sorgo negro (4,23 % y 3,92 %, respectivamente), pero superior al de las cabras que se alimentaron con estrella africana (3,65 %).

No obstante las diferencias obtenidas, ninguno de los valores porcentuales obtenidos están fuera de los rangos usuales para la leche caprina, aunque se encuentran cercanos al umbral inferior en el caso de la dieta fundamentada en estrella africana (Haenlein 2002, U.S. Department of Agriculture 2004).

La hemicelulosa y celulosa son los carbohidratos estructurales que pueden ser aprovechados por las bacterias ruminales para producir ácidos grasos volátiles y transformarlos en ácido acético para aumentar el contenido graso en la leche (Rojas *et al* 1994). Lo anterior no coincide con los datos de este estudio puesto que la estrella presentó el mayor contenido de hemicelulosa y celulosa (30,68 % y 32,33 %) pero las cabras alimentadas con ese forraje fueron las menos productoras de grasa. No obstante, según Devendra (1972) la lignina en los pastos tiene su participación en la formación de mayores cantidades de ácido acético en el rumen y consecuentemente se puede producir más cantidad de grasa en la leche. Con base en la afirmación anterior, se puede inferir que la concentración de lignina en la morera (12,52 %) podría haber favorecido una mayor producción de grasa en la leche de las cabras alimentadas con este material.

En rumiantes cuando se incrementa el consumo, decrece la digestión de la fibra que se debía a un

aumento en la tasa de pasaje a través del tracto gastrointestinal Rojas (1995). Así, si se tiene menos digestión de fibra, se produce menos cantidad de ácido acético y por ende menos de grasa láctea. Esto, podría coincidir con los datos de mayor consumo de pasto estrella africana y menor producción de grasa láctea.

La leche proveniente de animales alimentados con morera presentó el mayor contenido porcentual de proteína con un valor de 3,68 %. Este porcentaje difiere significativamente ($P < 0,01$) con respecto a la producción de proteína láctea de las cabras que recibieron los forrajes sorgo negro y estrella, donde los contenidos fueron de 3,54 % y 3,58 % respectivamente, no presentando estos dos últimos diferencias significativas entre sí ($P > 0,05$).

En términos de gramos por litro, las cabras que consumieron morera produjeron 1,4 g/l más de proteína que las que fueron alimentadas con sorgo negro y 1 g/l más que las tratadas con estrella africana. Los datos anteriores coinciden con los obtenidos por Menterola y Azócar (2007), con diferencias significativas en los contenidos de proteína láctea cuando compararon la producción de leche de un grupo de cabras alimentadas con morera con otro grupo con gramíneas nativas de la Pampa Argentina.

La proteína de la leche en los rumiantes dependió según Arroyo (1998), 60 % de la bacteriana que producen en el rumen y el 40 % que les proveyó la alimentación los forrajes. Al observar el Cuadro 2, se puede apreciar que el contenido de proteína cruda de los forrajes fue el mismo patrón que presentó la proteína láctea.

La concentración de caseína en la leche de los animales cuya ingesta fue a base de morera (3,06 %) resultó significativamente diferente ($P < 0,01$) con respecto a las dietas con ingesta de sorgo (2,95 %) y de estrella (2,99 %), aunque estas dos últimas resultaron semejantes ($P > 0,05$) entre sí. Así la caseína en la leche de los animales nutridos con morera fue 0,7 g/l mayor que los suplidos con estrella y 1,1 g/l mayor en las cabras que consumieron sorgo negro.

El pasto estrella africana fue más consumido (0,76 kg MS/animal/día) que la morera (0,69 kg MS/animal/día) y que el sorgo negro (0,63 kg MS/animal/día).

Las cabras alimentadas con estrella africana produjeron una mayor cantidad de leche (1,06 kg/animal/día) pero con una menor concentración de sólidos deseables para la elaboración de derivados de la leche

que las alimentadas con morera (0,89 kg/animal/día) y sorgo negro (0,73 kg/animal/día).

En este estudio, los animales alimentados con morera generaron un menor volumen de producción pero concentraron la calidad de la leche debido a que mejoraron las características bromatológicas como: grasa, proteína, caseína, sólidos totales y sólidos no grasos.

Los valores de acidez y peso específico no se vieron alterados por el tipo de la dieta que se les suministró a los animales, asegurando así la calidad de la leche.

Se recomienda combinar las fuentes alimenticias utilizadas para determinar su efecto en el nivel producción y la calidad de la leche.

LITERATURA CITADA

- Aguilar, V; Figueroa, B; Ivancovich, G. 1990. Hábitos y motivaciones del consumo de queso blanco en Costa Rica. San José. CITA. 28 p.
- Alfaro, G, O. 1988. Evaluación de la producción y calidad del sorgo negro forrajero (*Sorghum almum*) a través de diferentes distancias de siembra, densidades de siembra y niveles de fertilización nitrogenada. Tesis. Ing. Agrónomo Zootecnista. Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica. San José. Costa Rica. 105 p.
- Amador, L. 2000. Calidad nutricional de la planta de sorgo negro forrajero (*Sorghum almum*) para alimentación animal. *Agronomía Mesoamericana* 11(1):171-177.
- Amador, A; Boschini, C. 2000. Calidad nutricional de la planta de sorgo negro forrajero (*Sorghum almum*) para alimentación animal. *Agronomía Mesoamericana* 11(2):79-84.
- Amador, A. 2002. Evaluación de la calidad nutricional de la morera (*Morus* sp.) fresca y ensilada, con bovinos de engorde. Tesis M.Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 84 p.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemistry). 1990. Official Methods of Analysis of the Association Analytical Chemists. 15 ed. Arlington. 1.298 p.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemistry). 2000. Official Methods of Analysis of the Association Analytical Chemists. 17 ed. Gaithersburg. 2.200 p.
- Arroyo, M. 1998. Modulación de la grasa de leche mediante la nutrición en vacunos lecheros. Servicio de Nutrición. SERAGRO. 90 p.
- Bateman, V.J. 1970. Nutrición animal: manual de métodos analíticos. Herrero Hermanos México. 468 p.

- Belitz, HD; Grosch, W. 1985. Química de los alimentos. Acribia. Zaragoza, España. 813 p.
- Brendehaug, J; Abrahamsen, RK. 1986. Chemical composition of milk from a herd of Norwegian goats. *Journal of Dairy Research* 53(2):211-221.
- Chacón, A. 2004. Acidez y peso específico de la leche de cabra de un grupo de capricultores de la meseta central costarricense. *Agronomía Mesoamericana* 15(2): 179 -183.
- Chacón, A. 2006. Comparación de la titulación de la acidez de leche caprina y bovina con hidróxido de sodio y cal común saturada. *Agronomía Mesoamericana* 17(1): 71-77.
- Chacón, A. 2007. La leche de cabra: un alimento lleno de sorpresas. *Revista Actualidad Zootécnica* 2(2):30-34.
- Chacón, A. 2008. Guía teórico-práctica del Laboratorio de Bromatología. Serie Agrotecnológica. Editorial de la Universidad de Costa Rica. 90 p.
- Corrales, J. 1986. Efecto de la densidad, distancia de siembra y la fertilización nitrogenada sobre la producción de biomasa y la calidad del sorgo negro forrajero (*Sorghum almum*). Tesis Ing. Agr. Escuela Zootecnia. Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 173 p.
- Devendra, C; Mc Leroy, B. 1986. Producción de cabras y ovejas en los trópicos. Editorial el Manual Moderno. D. F. México. 295 p.
- Devendra, C.1972. The Composition of milk of British Alpine and Anglo-Nubian goats imported into Trinidad. *Journal of Dairy Research* 39:381-386.
- Díaz, C. 2004. Caracterización de la agroindustria láctea en Turrialba. Costa Rica. *Revista de Agricultura Tropical* 34:27-39.
- Elizondo, J. 2004. Consumo de sorgo negro forrajero (*Sorghum almum*) en cabras. *Agronomía Mesoamericana* 15(1):77-80.
- Esnalao, M; Benavides, J. 1982. Informe sobre arbustos forrajeros. Proyecto CATIE- ROCAP. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 170 p.
- Faría, J; Morillo, D. 1997. Cultivo y utilización de gramíneas en la ganadería bovina tropical. Asto Data, Maracaibo, Venezuela. 152 p.
- Frau, S; Pece, N. 2007. Calidad composicional de leche de cabras en Santiago del Estero. *Tecnología láctea latinoamericana* 48:27-29.
- French, M. 1970. Observaciones sobre las cabras. Estudio Agropecuario. N° 80. Roma, Italia. 234 p.
- Goering, HK; Van Soest, PJ. 1970. Forage fiber analysis (Apparatus, reagents procedures and some applications) *Agricultural Handbook*. No. 379. ARS-US-DA, Washington, D.C. USA. 76 p.
- Grappin, R. 1986. Variations of the major nitrogen fractions of goat and ewe milk. *Bulletin-International- Dairy-Federation*: N° 202: 79-80.
- Haenlein, GFW. 2002. Milk and meat products (en línea). Consultado: 31 octubre 2004. Disponible en: http://goatconnection.com/articles/publish/article_73.shtml
- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 2005. Análisis composicional de la leche de cabra. Consultado: 15 mayo 2008. Disponible en: www.inta.gov.ar/lácteos/
- Kirk, RS; Sawyer, R; Egan, H. 1999. Composición y análisis de los alimentos de Pearson. Ed. Continental. Distrito federal, México. 777 p.
- Le Houerau, H. N. 1980. Chemical composition and nutritive value of forage. *In: ILCA. Browse in Africa*, Addis Ababa. Etiopía. p. 52-56.
- Ly, J. 2004. Arbustos tropicales para alimentar cerdos. Ventajas y desventajas. *Revista de Producción Porcina* 11(2):5-27.
- Macías, M. 1999. Estudios de evaluación del nitrógeno de follaje de árboles y arbustos para cerdos. Tesis de Maestría en Producción Porcina. Instituto de Investigaciones Porcinas, La Habana, Cuba. 64 p.
- Mahecha, L.1998. Análisis de la relación planta-animal desde el punto de vista nutrición en un sistema silvopastoril de pasto estrella africana *Cynodon nlenfluencis*, *Leucaena leucocephala* y algarrobo *Prosopis juliflora* en el Valle del Cauca. Tesis Magister en Ciencias Agrarias con énfasis en Producción Animal Tropical. Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia. 150 p.
- Manterola, H; Azócar, P. 2007. Uso de morera como suplemento a cabras en lactancia y cabritos lactantes. Congreso de especialistas en pequeños rumiantes y camélidos sudamericanos. Mendoza, Argentina. 24 p.
- Maya, G; Duran, C. 2005. Valor nutritivo del pasto estrella solo y en asociación con *Leucaena* a diferentes edades de corte durante el año. Ed. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia. 96-98.
- Mayorga, R. 1992. Aspectos de elaboración de Queso Blanco en Costa Rica. *Reviteca* 1(1):17-27.
- McDowell, L.R. 1979. Tablas de composición de alimentos de América Latina. Gainesville, Florida. 21 p.
- Montgomery, D. 1992. Diseño y análisis de experimentos. Editorial Iberoamerica. Distrito federal, México. 589 p.
- NRC (National Research Council). 1989. Nutrient requirements of domestic animals nutrient

- requirements of dairy cattle. 6 ed. National Academy Press. USA. 70 p.
- Osorto, W. 2003. Harina de morera como ingrediente de la ración alimenticia de cerdos en crecimiento y engorda. Tesis de Maestría en Ciencia Animal. Instituto Tecnológico Agropecuario de Conkal. Conkal, 86.
- Peñuñuri, F. 1986. ¿Cuál es la importancia de la cabra en la ganadería? (en línea). Consultado: 10 feb. 2008. Disponible en: <http://patrocipesuson.mx/patrocipes/invpec/ranchos/RA0029.html>
- Ramos N; Curbero, P; Herrera, RS. 1980. Edad de rebrote y niveles de nitrógeno en pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*). Revista Cubana Ciencias Agrícolas 14: 83-93.
- Rojas A. 1995. Conceptos básicos en nutrición de rumiantes. Escuela de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 178 p.
- Rojas, H; Benavides, JE; Fuentes, M. 1994. Producción de leche de cabras alimentadas con pasto y suplementadas con altos niveles de morera. In: J. E. Benavides ed. "Árboles y arbustos forrajeros en América Central". Vol. II. Serie técnica, Informe técnico No. 236. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 305-320.
- Samarzija, D; Havranek, JL; Pavić, V; Mioc, B. 2001. Effects of stage of lactation on the chemical composition of goat milk. Czech Journal of Animal Science 46 (12):548-553.
- Sánchez, J. 1997. Compatibility, persistence and productivity of grass-legumemixtures for sustainable production in the Atlantic Zone of Costa Rica. Thesis Ph.D., Wageningen, Holanda, Wageningen Agricultural University. 129 p.
- SAS. 1985. Statistical analysis system. SAS User's guide; Statistics 5 ed. SAS Institute Inc. Cary, NC. USA. 373 p.
- Sing, G; García, F; Reyes, F; Hernández, I; Gonzales, T; Milera, M. 2000. Agronomics studies with mulberry in Cuba. Memorias de la conferencia electrónica en "morera para la Producción Animal". Santiago. Chile:12-15.
- Sosa de Pro, E. 1979. Manual de procedimientos analíticos para alimentos de consumo animal. Chapingo, México. 115 p.
- Steel, R; Torrie, J. 1980. Principles and procedures of statistics: A biometrical approach. USA. Second Edition. Ed. McGraw-Hill. 633 p.
- Steine, T. 1976. Genetic and phenotypic parameters for production characters in goats. Animal Breeding 432-433 p.
- U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service; Nutrient Data Laboratory. 2004. National nutrient database for standard reference (Release 17) (en línea). Consultado: 16 nov. 2004. Disponible: <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp>
- Vallejo, M. 1990. Evaluación de índices productivos de varios rebaños de cabras en el Valle Central de Costa Rica. Encuentro sobre la actividad caprina. Dirección de Investigación y Producción Pecuaria, MAG. Costa Rica. 100 p.
- Vargas, C. 1985. Evaluación de la calidad nutricional de la morera (*Morus sp.*). Tesis Mag.Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 84 p.
- Vargas, C. 2005. Valoración nutricional y degradabilidad ruminal de genotipos de sorgo negro forrajero (*Sorghum sp.*). Agronomía Mesoamericana 16(2):217-225.
- Vargas, C. 2006. FAMACHA. Control de haemonchosis en caprinos. Agronomía Mesoamericana 17(1):103-112.
- Vásquez, A. 1982. Estudio detallado de los suelos de la Estación Experimental de Ganado Lechero El Alto. Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 36 p.
- Villegas, O. 1990. Producción y valor nutricional de sorgos forrajeros y sus ensilados a diferentes edades de cosecha. Tesis. Ing. Agrónomo. Universidad de Costa Rica. 91 p.