
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE FORRAJES DEL AGOSTADERO Y SU RELACIÓN CON LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LECHE DE CABRAS CRIOLLAS

Noé Medina-Córdova, José Luis Espinoza-Villavicencio, Narciso Ysac Ávila-Serrano y Bernardo Murillo-Amador

RESUMEN

Considerando los sistemas de producción caprina, es de interés conocer la capacidad de la vegetación nativa como especies forrajeras y su efecto sobre las características físico-químicas de la leche de cabra. El objetivo del presente estudio fue determinar la composición química de especies forrajeras de una zona semiárida y su relación con la composición química de la leche de cabras criollas en un sistema de producción extensivo. El estudio se realizó en el rancho El Bajío, La Paz, México. Durante 12 meses se colectaron muestras de forraje de las especies consumidas por las cabras, al tiempo que se

tomaron muestras de leche. Los resultados mostraron un efecto significativo de los cambios estacionales sobre la composición química de las especies del agostadero. A excepción del contenido de fibra cruda, la composición química de la leche de cabras mostró variación a través del año. Durante la primavera se observó un consumo amplio de flores de cactáceas y vainas, evitando una disminución drástica en la composición nutritiva de la dieta. Las cabras en libre pastoreo seleccionan y consumen una dieta que es variable en la composición de especies de plantas durante las diferentes estaciones.

Introducción

La leche es uno de los alimentos más completos para el ser humano. Es una fuente importante de nutrientes ricos en energía, proteína de alta calidad, así como vitaminas y minerales (Boza y Sanz-Sampelayo, 1997). La leche de pequeños rumiantes es de particular interés económico en determinadas zonas del mundo. En los países en desarrollo, la producción de este tipo de leche ha llegado a ser una estrategia útil para abordar el problema de la desnutrición, especialmente entre la población infantil (Haenlein y Ramírez, 2007). Por mucho tiempo, la cabra ha proveído al hombre de sus productos, que le han permitido a éste

mejorar su bienestar y economía. Hoy en día es indudable la relevancia productiva y social de esta especie, principalmente para las clases sociales más desprotegidas del entorno rural (Carnicella *et al.*, 2008).

De acuerdo con Mayen-Mena (1989), Cepeda-Palacios (2007) y Koeslag (2007) la mayoría de las cabras se alimenta por medio de pastoreo en pastizales naturales, por lo que las normas de alimentación tienen poco valor práctico, pues es difícil evaluar la cantidad y calidad del alimento consumido. Además, cuando se les suministra alimento, a las cabras les gusta seleccionar y consumir solamente una parte del alimento ofrecido, por lo que también dificulta la estimación de la

cantidad y calidad del alimento consumido. En el estado de Baja California Sur, México, la crianza de cabras es, en general, marginal. Los animales, regularmente criollos o cruza con razas lecheras y doble propósito, están circunscritos a áreas de poca importancia agrícola con sistemas de producción extensivos o semiintensivos, donde la alimentación se basa en el ramoneo y pastoreo, recorriendo extensas áreas para alimentarse de arbustos y pastos de calidad variable, y el producto principal suele ser la carne y la producción de leche para la elaboración de quesos (Cepeda-Palacios, 2007). La calidad del forraje disponible en el agostadero como fuente de alimento para

la ganadería caprina en Baja California Sur se ve modificada a lo largo del año, distinguiéndose dos periodos, uno de alta calidad forrajera en otoño e invierno, y otro de menor calidad en primavera y verano (Ramírez-Orduña *et al.*, 2003).

Los factores nutricionales tales como la relación forraje-concentrado, la cantidad de proteína en la dieta, así como la cantidad y fuente de lípidos en la dieta, han recibido mucha atención durante los últimos años por su influencia sobre la composición de la leche. Trabajos recientes han demostrado los modos de acción con los que suplementos de grasa causan una disminución en la concentración de proteínas. Cambios en la con-

PALABRAS CLAVE / Agostadero / Análisis Proximal / Especies Forrajeras / Pastoreo Extensivo / Zonas Áridas /

Recibido: 09/01/2012. Modificado: 22/02/2013. Aceptado: 25/02/2013.

Noé Medina-Córdova. Ingeniero Zootecnista, Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), México. Maestro en Ciencias, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), México. Investigador, Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), México.

José Luis Espinoza-Villavicencio. Médico Veterinario Zootecnista, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México. M.C. y Doctor en Ciencias en Producción Animal, Universidad Autónoma de Chihuahua, México. Profesor-Investigador, UABCS, México.

Narciso Ysac Ávila-Serrano. Ingeniero Zootecnista, UABCS, México. M.C., Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), México. Doctor en Ciencias, CIBNOR, México. Profesor-Investigador, Universidad del Mar, México.
Bernardo Murillo-Amador. Ingeniero Agrónomo, UAB-

CS, México. M.C., UAAAN, México. Doctor en Ciencias, CIBNOR, México. Profesor-Investigador, CIBNOR, México. Dirección: CIBNOR, S.C. Instituto Politécnico Nacional 195, Playa Palo de Santa Rita Sur, La Paz, B.C.S. México; C.P. 23096. e-mail: bmurillo04@cibnor.mx

CHEMICAL COMPOSITION OF RANGELAND FORAGE AND ITS RELATIONSHIP WITH THE CHEMICAL COMPOSITION OF THE MILK OF NATIVE GOATS

Noé Medina-Córdova, José Luis Espinoza-Villavicencio, Narciso Ysac Ávila-Serrano and Bernardo Murillo-Amador

SUMMARY

Considering the systems for goat production, it is of interest to know the ability of native vegetation as forage species and their effect on physico-chemical characteristics of goat milk. The objective of this study was to determine the chemical composition of forage species associated with a semi-arid rangeland and its relationship to the chemical composition of goat milk in a native extensive rangeland farming system. The study was conducted at the ranch El Bajío, La Paz, México. During 12 months samples of plant species consumed by the goats were collected, and in the same period samples of milk were

taken. Results showed a significant effect of seasonal changes along the year on the chemical composition of rangeland forage species in the area. With the exception of crude fiber content, the chemical composition of the milk of goats showed variations throughout the year in all variables assessed. During the spring season there was a widespread consumption of cactus flowers and pods, avoiding a dramatic decrease in the nutritional composition of the diet. Goats grazing freely selected and consumed a diet that was variable in the species composition of plants among the seasons.

COMPOSICAO QUÍMICA DE FORRAGENS DO ÁREA DE PASTAGEM E SUA RELAÇÃO COM A COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE LEITE DE CABRAS CRIOLAS

Noé Medina-Córdova, José Luis Espinoza-Villavicencio, Narciso Ysac Ávila-Serrano e Bernardo Murillo-Amador

RESUMO

Considerando los sistemas de producción caprina, é de interesse conhecer a capacidade da vegetação nativa como espécies forrageiras e seu efeito sobre as características físico-químicas do leite de cabra. O objetivo do presente estudo foi determinar a composição química de espécies forrageiras em uma área semi-árida e sua relação com a composição química do leite de cabras nativas em um sistema de produção extensivo. O estudo foi realizado no sítio El Bajío, La Paz, México. Durante 12 meses se colectaram amostras de forragem das espécies consumidas pelas cabras, ao mesmo tempo foram recolhidas

amostras do leite. Os resultados mostraram um efeito significativo das mudanças estacionais sobre a composição química das espécies da área de pastagem. A exceção do conteúdo de fibra crua, a composição química do leite de cabras mostrou variação através do ano. Durante a primavera foi observado um consumo amplo de flores de cactáceas e vainhas, evitando uma diminuição drástica na composição nutritiva da dieta. As cabras em pastagem livre seleccionam e consomem uma dieta que é variável na composição de espécies de plantas durante as diferentes estações.

centración de lactosa en la leche solo ocurren bajo situaciones extremas e inusuales de alimentación, pero la biología básica de la síntesis y regulación de lactosa aun ha sido poco explorada (Jenkins y McGuire, 2006). Carnicella *et al.* (2008) demostraron que la relación forraje-concentrado afecta directamente tanto la producción como la concentración de grasa en la leche de cabras, mostrando que una relación de 65% forraje y 35% concentrado fue la que tuvo mejores resultados en cuanto a la producción de grasa en la leche, posiblemente debido a que las dietas altas en concentrado tienen un contenido bajo de fibra y una relación inadecuada de acetato-propionato. En cuanto al efecto de la época del año sobre la

composición de la leche, intervienen varios factores, como el nutricional asociado con la disponibilidad y calidad de alimento, la etapa de lactancia y factores patológicos relacionados con la incidencia de mastitis (Auld *et al.*, 1998).

El objetivo del presente trabajo fue determinar la composición química de especies forrajeras asociadas al agostadero de una zona semiárida y su relación con la composición química de leche de cabras criollas criadas en condiciones extensivas de explotación.

Materiales y Métodos

El presente trabajo se llevó a cabo en el periodo de septiembre 2010 a agosto

2011 en el rancho "El Bajío" ubicado en el ejido El Centenario, municipio de La Paz, Baja California Sur, México, a 24°04'41.30"N y 110°32'10.50"O, a una altura de 117msnm, y a un costado del kilómetro 28,5 de la carretera transpeninsular al norte de la ciudad de La Paz. Las temperaturas máximas, mínima, media y la precipitación total registrada durante el periodo que se realizó el trabajo fueron 39,0; 8,0; 22,8 y 53mm, respectivamente (Figura 1). El rancho cuenta con ganado caprino criollo, en condiciones de producción extensiva. En este tipo de manejo se realiza un ordeño manual por la mañana (7:00 a 9:00) y posteriormente los animales son liberados al agostadero, en donde reco-

rren grandes distancias en busca de fuentes de alimento, consumiendo principalmente hojas y frutos de plantas nativas. Por la tarde los animales regresan al rancho, si es necesario se llevan a cabo 'prácticas' sanitarias, en su mayoría curativas y no preventivas. No existe manejo reproductivo, no hay control de los empadres y el mejoramiento genético se limita al intercambio de sementales con productores caprinos de la zona. En los meses de estiaje con sequía extrema, las cabras no se alimentan del agostadero, y se les suministra alfalfa henificada, generalmente mezclada con zacate bermuda, así como un complemento a base de concentrado lechero de origen comercial.

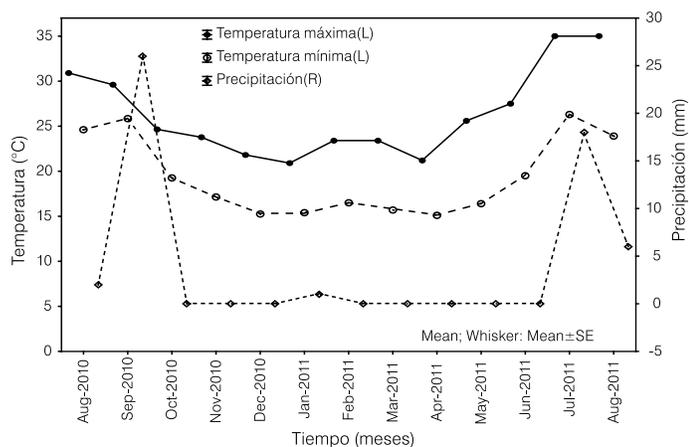


Figura 1. Temperaturas máxima y mínima, y precipitación total, en el área de estudio durante el periodo analizado (agosto 2010-agosto 2011).

Muestreo de forrajes

Durante 12 meses (un muestreo por mes) se colectaron muestras de especies vegetales consumidas por las cabras y que se asocian al agostadero semiárido del predio. Estas muestras se agruparon acorde a las cuatro estaciones del año (primavera, verano, otoño e invierno) con el fin de presentar los resultados por estaciones. Después de la ordeña, las cabras hembras lactantes se liberaban al agostadero y caminaban en busca de comida. La topografía del terreno de pastoreo es plana, sin pedregosidad y suelo franco-arenoso, localizado en los márgenes de un arroyo. Con el fin de evitar influencia del observador en la conducta animal, en este recorrido, al menos dos grupos de personas iban detrás de los animales anotando y colectando muestras de especies vegetales que consumían. La distancia a la cual se seguía al hato caprino era de ~10-15m, la que se consideró suficiente para determinar los forrajes consumidos con precisión pero sin causar cambios en el comportamiento de los animales. Cuando la mayoría de las cabras (>75%) elegían una especie vegetal en particular para consumirla, se tomaban manualmente tres muestras de ~300g de las partes consumidas por el animal (hoja, tallo, flor, etc.), las que se colocaban en bolsas de papel

para ser trasladadas al laboratorio de análisis químico proximal del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR).

Muestreo de leche

Durante 12 meses (un muestreo por mes) se colectaron muestras de leche (10ml) en tubos Falcón estériles de 15 cabras criollas clínicamente sanas y alimentadas en pastoreo en condiciones de agostadero. Las muestras se obtuvieron por la mañana al finalizar el ordeño manual, con previo aseo de la ubre, para evitar contaminación por tierra o heces. Las cabras se seleccionaron de acuerdo al número de partos (2 a 5) y su edad estaba entre los 2 y 4 años.

Análisis de laboratorio

Para la determinación de materia seca las muestras se secaron a 70°C durante 24h (AOAC, 2005), mientras que para los análisis químicos, las muestras se secaron en horno (HTP-80®) a 55°C durante 24 a 72h. Las cenizas (C) fueron determinadas por combustión a 600°C durante 5h utilizando una mufla (Thermoline 6000®). La proteína cruda (PC) se determinó en un destilador (Foss Kjeltex 230®) durante 4min y

en digestor (Foss Kjeltex 2040®) durante 25min, por el método microkjeldahl (% N x 6,25) (AOAC, 2005). La fibra cruda (FC) se cuantificó por hidrólisis sucesiva en una multiunidad de extracción (Fiber Tec M6 Tecator®) y la energía bruta (EB) se determinó mediante un calorímetro (PARRI261®) (AOAC, 2005). Los lípidos (extracto etéreo, EE) se determinaron mediante el método de Soxtec Avanti (AOAC, 2005). La determinación de extracto libre de nitrógeno (ELN) se realizó mediante la sumatoria de los valores porcentuales de humedad, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda y ceniza, y substrayendo el total de 100.

Análisis estadístico

Los datos se analizaron mediante análisis de varianza para un diseño completamente al azar. Para forrajes se consideraron dos fuentes de variación, que fueron las estaciones del año y las especies vegetales del agostadero, mientras que para leche se consideró como fuente de variación los meses de muestreo. Cuando se detectaron diferencias significativas entre las fuentes de variación se utilizó la prueba de comparación múltiple de Tukey ($p=0,05$). Para determinar la relación entre la composición química de las especies forrajeras estudiadas y la composición química de la leche de cabra, se realizó un análisis de correlación de Pearson ($p<0,05$) utilizando la base de datos completa, considerando datos mensuales y por estación de la biomasa forrajera como un

todo y no para forrajes específicos. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa de cómputo Statistica v. 10.0 para Windows (StatSoft, 2001).

Resultados

La composición botánica de la dieta de las cabras estuvo conformada por distintas especies a través del año, consumiendo significativamente más árboles y arbustos no leguminosos (hojas, tallos tiernos), seguido por árboles y arbustos leguminosos (hojas, tallos tiernos y vainas), hierbas (hojas y tallos), pastos (hojas y tallos) y cactus (flores). Se muestrearon un total de 17 especies dentro de las cuales se consideraron árboles leguminosos como *Prosopis* spp., *Cercidium floridum* y *C. praecox*; árboles o arbustos como *Jatropha cinerea*, *Bursera microphyla*, *Cyrtocarpa edulis*, *Bursera hindsiana*, *Sphaeralcea coulteri*, *Fouquieria diguetii*, *Colubrina glabra* y *Melochia tomentosa*; arbustos no leguminosos como *Amaranthus palmeri* y *Portulaca oleracea*; especies de pastos como *Aristida* sp. y *Cenchrus ciliaris*; y cactáceas que incluyeron a *Stenocereus thurberi* y *Pachycereus pringlei*.

Análisis proximal de forrajes

En la Tabla I se presenta el contenido químico de las especies forrajeras por estación climática. La proteína cruda fue mayor ($p<0,05$) en la estación de verano, seguido por otoño, invierno y primavera. El extracto etéreo mostró una

TABLA I
ANÁLISIS PROXIMAL ESTACIONAL
DE ESPECIES ASOCIADAS AL AGOSTADERO SEMIÁRIDO
EN UNA ZONA DEL MUNICIPIO DE LA PAZ, B.C.S., MÉXICO

Estación	Proteína cruda (%)	Extracto etéreo (%)	Fibra cruda (%)	Cenizas (%)	ELN (%)
Primavera	11,9 bc	1,7 cd	18,1 a	11,2 b	57,2 a
Verano	15,7 a	1,8 c	14,1 ab	11,3 b	57,0 a
Otoño	12,6 b	2,4 ab	15,7 a	15,1 a	49,2 b
Invierno	12,4 b	2,6 a	12,0 b	12,8 ab	60,2 a
P	0,004	0,0004	0,003	0,0004	0,000002

Medias en columna con diferente literal indica diferencia estadística (Tukey $P=0,05$).

TABLA II
ANÁLISIS PROXIMAL DE ESPECIES CONSUMIDAS POR CABRAS CRIOLLAS Y ASOCIADAS
AL AGOSTADERO SEMIÁRIDO DE UNA ZONA DEL MUNICIPIO DE LA PAZ, B.C.S., MÉXICO*

Especie	Nombre científico	Órgano muestreado	Proteína cruda (%)	Extracto etéreo (%)	Fibra cruda (%)	Cenizas (%)	ELN (%)	Energía bruta (cal/g)
Lomboy	<i>Jatropha cinerea</i>	Hoja	6,0 i	2,6 bcd	17,1 bc	19,7 b	54,7 abcd	3441,5 cdefg
Lomboy, torote, pasto	<i>Jatropha</i> sp., <i>Bursera</i> sp., <i>Aristida</i> sp.	Hoja/tallo	6,2 i	1,1 def	14,5 cde	11,9 cdefg	66,3 ab	3641,7 cdefg
Buffel	<i>Cenchrus ciliaris</i>	Hoja/tallo	6,8 i	0,9 f	26,0 a	12,9 cdefg	53,3 abcd	3855,2 cdef
Pitahaya	<i>Stenocereus thurberi</i>	Flor	7,4 hi	0,8 f	11,0 efghi	11,1 cdefg	69,6 ab	3252,8 efg
Cardón	<i>Pachycereus pringlei</i>	Flor	9,8 efghi	1,7 bcdef	24,9 a	5,8 fg	57,8 abcd	3277,9 efg
Torote	<i>Bursera microphyla</i>	Hoja	10,6 efghi	1,8 bcdef	6,5 ghi	14,6 cd	46,0 d	3084,6 g
Ciruelo	<i>Cyrtocarpa edulis</i>	Hoja	12,2 efghi	3,9 a	10,6 efghi	10,9 cdefg	62,3 abc	4116,3 bcdef
Copal	<i>Bursera hindsiana</i>	Hoja	12,8 efghi	1,8 bcdef	11,2 efgh	14,8 c	59,5 abc	3900,7 cdef
Mal de ojo	<i>Sphaeralcea coulteri</i>	Hoja	13,0 defghi	2,2 bcdef	13,5 cdefgh	13,3 cdefg	58,0 abcd	4257,5 abcdefg
Palo adán	<i>Fouquieria diguetii</i>	Hoja	14,4 defgh	2,9 abc	8,3 fghi	10,8 cdefg	63,6 abc	4160,8 bcdef
Palo colorado	<i>Colubrina glabra</i>	Hoja	14,9 defgh	1,9 bcdef	6,8 ghi	13,3 cdef	63,1 abc	3926,0 bcdef
Malva	<i>Melochia tomentosa</i>	Hoja	15,9 defg	2,2 bcdef	15,3 cd	10,9 cdefg	55,6 abcd	4140,1 bcdef
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i>	Hoja/tallo	16,8 bcdfg	0,9 f	13,6 cdef	26,1 a	42,7 d	3655,0 cdefg
Concentrado lechero	NA	NA	17,1 abcdefg	1,9 bcdef	3,7 i	5,6 fg	71,7 a	5593,0 a
Mezquite	<i>Prosopis</i> spp.	Vaina	18,0 abcd	2,1 bcdef	21,7 ab	8,2 fg	53,4 abcd	4655,4 abcd
Alfalfa/grama	<i>Medicago sativa</i> / <i>Cynodon dactylon</i>	Hoja/tallo	20,1 abcd	1,4 bcdef	24,4 a	11,3 cdefg	42,8 d	3804,5 cdefg
Palo verde	<i>Cercidium floridum</i>	Hoja	20,5 abc	2,8 bc	9,7 efghi	12,9 cdefg	54,1 abcd	4180,5 bcdef
Mezquite	<i>Prosopis</i> spp.	Hoja	21,8 ab	2,9 abc	23,9 a	8,2 defg	43,2 d	4821,7 ab
Quelite	<i>Amaranthus palmeri</i>	Hoja/tallo	22,3 ab	1,0 ef	13,0 cdefgh	14,7 c	49,0 bcd	3387,2 cdefg
Palo brea	<i>Cercidium praecox</i>	Hoja	24,5 a	2,0 bcdef	11,2 defgh	9,2 cdefg	53,0 abcd	4454,8 abcd
P	--	--	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000001	0,0000001

* Los valores corresponden al promedio a lo largo de todo el periodo de estudio (12 meses). Medias en columna con diferente literal indica diferencia estadística (Tukey P= 0,05). NA: no aplica.

cantidad mayor ($p < 0,05$) en invierno, seguido por otoño, verano y primavera. La fibra cruda fue mayor ($p < 0,05$) durante las estaciones de primavera y otoño, seguidas por verano e invierno. Las especies mostraron un contenido mayor ($p < 0,05$) de cenizas en otoño, seguido por invierno, verano y primavera. El extracto libre de nitrógeno fue mayor ($p < 0,05$) en la estación de invierno con igualdad estadística primavera y verano, mientras que el valor inferior fue en otoño. Para el caso de energía bruta, no se presentaron diferencias significativas entre estaciones.

En la Tabla II se presenta el contenido químico de las especies forrajeras seleccionadas por las cabras en el agostadero. La proteína cruda fue mayor ($p < 0,05$) en *C. praecox*, mientras que el contenido menor se presentó en *J. cinerea*, seguido por la mezcla de hojarasca de esta y otras especies de *Aristida* sp y *C. ciliaris*. El extracto etéreo fue mayor ($p < 0,05$) para *C. edulis*, con valores inferiores para *C. ciliaris*, *P. oleracea* y flor de *S. thurberi*. La

fibra cruda fue mayor ($p < 0,05$) para *C. ciliaris*, flor de *P. pringlei*, *Medicago sativa*/*Cynodon dactylon*, hoja y vaina de *Prosopis* spp., mientras que el contenido menor fue en el concentrado lechero. La ceniza fue mayor ($p < 0,05$) para *P. oleracea*, seguida por *J. cinerea* y *B. hindsiana*, mientras que *P. pringlei*, concentrado lechero (producto comercial) y vaina de *Prosopis* spp. mostraron el menor contenido. El extracto libre de nitrógeno fue mayor ($p < 0,05$) en el concentrado lechero, seguido por flor de *S. thurberi* y hojarasca de *J. cinerea*, *B. microphyla* y *Aristida* sp., mientras que valores inferiores se hallaron en *B. microphyla*, *Prosopis* spp. (hoja), *M. sativa*/*C. dactylon* y *P. oleracea*. La energía bruta fue mayor ($p < 0,05$) en el concentrado lechero, seguido por *Prosopis* spp (hoja y vaina) mientras que

el valor menor se presentó en *B. microphyla*.

Análisis proximal en leche

En la Tabla III se presenta el contenido químico estacional de leche de cabras criollas en cada uno de los meses del año. La proteína cruda fue mayor ($p < 0,05$) en la leche muestreada en diciem-

bre (invierno), seguido por abril (primavera), mientras que los valores menores fueron en enero, febrero, marzo (invierno/primavera), julio y agosto (verano). El extracto etéreo de la leche fue mayor ($p < 0,05$) en agosto, seguido por junio, septiembre (verano) y enero (invierno). La leche colectada en diciembre (invierno) y abril (primavera)

TABLA III
ANÁLISIS PROXIMAL ESTACIONAL EN LECHE DE CABRAS CRIOLLAS ALIMENTADAS EN PASTOREO EXTENSIVO CON ESPECIES VEGETALES ASOCIADAS AL AGOSTADERO SEMIÁRIDO DE UNA ZONA DEL MUNICIPIO DE LA PAZ, B.C.S., MÉXICO

Tiempo (meses)	Proteína cruda (%)	Extracto etéreo (%)	Fibra cruda (%)	Cenizas (%)	ELN (%)	Energía bruta (cal/g)
Enero	32,4 d	32,6 b	0,020 a	5,0 g	30,0 de	5393,4 e
Febrero	30,2 d	24,1 f	0,040 a	6,2 de	39,6 a	5212,0 f
Marzo	31,8 d	23,6 f	0,070 a	6,7 bcd	37,8 b	5262,7 f
Abril	37,7 b	18,2 h	0,117 a	8,6 a	35,3 c	4937,3 g
Mayo	35,0 d	28,7 d	0,103 a	7,3 b	28,9 e	5502,6 d
Junio	35,2 cd	32,7 b	0,067 a	5,3 fg	25,7 e	5873,5 b
Julio	33,2 d	30,4 c	0,060 a	6,4 cde	30,0 de	5660,5 c
Agosto	28,6 d	34,7 a	0,017 a	5,3 fg	31,3 d	5983,7 a
Septiembre	35,6 cd	32,6 b	0,007 a	5,3 fg	26,4 e	4716,9 g
Octubre	35,7 cd	27,7 e	0,008 a	5,9 ef	30,8 de	4714,7 g
Noviembre	35,8 c	22,7 g	0,010 a	6,4 cde	35,1 c	5412,9 e
Diciembre	38,5 a	18,5 h	0,003 a	7,1 bc	36,0 c	5139,3 f
P	0,001	0,0001	0,067	<0,0001	0,0001	0,0001

Medias en columna con diferente literal indica diferencia estadística (Tukey P= 0,05).

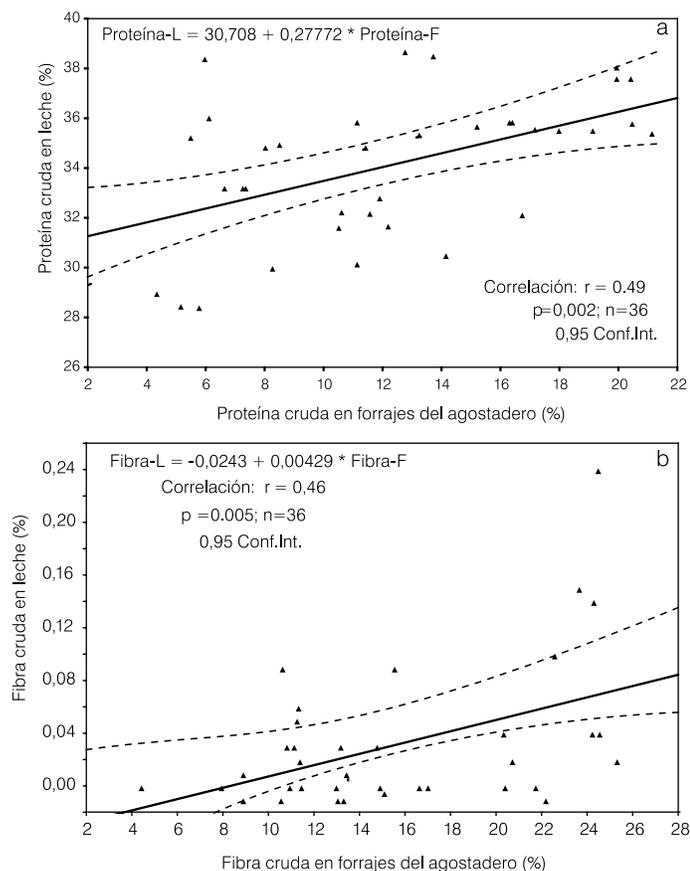


Figura 2. Relación entre la composición química de forrajes del agostadero y la composición química de leche de cabra. a: Proteína cruda en forrajes y proteína cruda en leche, b: fibra cruda en forrajes y fibra cruda en leche de cabras alimentadas con los forrajes del agostadero.

mostró menor extracto etéreo. La fibra cruda no mostró diferencias significativas ($p > 0,05$) en los meses de muestreo; sin embargo, los valores mayores se presentaron en abril y mayo (primavera), mientras que en septiembre (verano), octubre, noviembre y diciembre (otoño) los valores fueron inferiores. La leche colectada en abril, seguida por la de mayo (primavera) mostró valores superiores de cenizas, mientras que estos valores disminuyeron en enero (invierno), junio, agosto y septiembre (verano). El extracto libre de nitrógeno fue mayor ($p < 0,05$) en febrero (invierno), seguido de marzo (invierno/primavera), mientras que este se redujo en mayo (primavera), junio y septiembre (verano). La energía bruta fue mayor ($p < 0,05$) durante agosto, seguido por junio (verano), mientras que estos valores disminuyeron en abril

(primavera) septiembre (verano/otoño) y octubre (otoño).

Relación entre composición química de los forrajes y de la leche de cabra

La Figura 2a muestra la relación entre proteína cruda de las especies forrajeras del agostadero con la proteína cruda de leche a través del año, con una correlación positiva, significativa pero con un valor reducido en el coeficiente de correlación ($r = 0,49$; $p = 0,002$; $n = 36$) entre ambas variables, lo cual indica que al incrementarse la proteína cruda de los forrajes del agostadero, se incrementa la proteína cruda en leche. Se observó que la relación entre la proteína cruda de los forrajes y el contenido de extracto etéreo de leche fue negativa y no significativa ($r = -0,22$; $p = 0,19$; $n = 36$). La Figura 2b muestra una correlación lineal significativa pero

con un valor pequeño del coeficiente de correlación ($r = 0,45$; $p = 0,005$; $n = 36$) entre fibra cruda de forrajes y fibra cruda de leche, observándose que al incrementarse la fibra cruda de los forrajes del agostadero, se incrementa la fibra cruda en leche. La correlación entre energía bruta de los forrajes y proteína cruda en leche fue negativa y no significativa ($r = -0,13$; $p = 0,44$; $n = 36$). La correlación entre el contenido de extracto etéreo de los forrajes del agostadero y la proteína cruda en leche fue positiva pero no significativa ($r = 0,25$; $p = 0,14$; $n = 36$).

Discusión

El contenido de proteína cruda en la dieta seleccionada por las cabras osciló a lo largo del año, siendo a finales de verano cuando se presentó un contenido mayor ($p < 0,05$), mientras que durante la primavera el contenido de proteína cruda fue menor, resultados que no coinciden con los reportados por Ramírez-Orduña *et al.* (2003), quienes en diez especies de plantas nativas de Baja California Sur encontraron dos periodos, uno de buena calidad forrajera representada por valores nutricionales de especies leguminosas durante las estaciones de otoño e invierno y otro periodo de menor calidad forrajera, representado por especies no leguminosas, durante las estaciones de primavera y verano. Durante este último periodo, el contenido de proteína cruda en las leguminosas es casi el doble que en las no leguminosas. Los resultados de Ramírez-Orduña *et al.* (2003) se asemejan a los encontrados en el presente estudio, donde los cambios de incrementos abruptos de proteína cruda de la dieta se deben a la presencia de hierbas y brotes tiernos en la época húmeda. Otros estudios han demostrado que la producción de forraje y los valores nutricionales de arbustos y otras especies del agostadero, presentan cambios considerables dependiendo de la especie, la

variedad, el clima, el suelo y el estado de madurez de la planta (Khan *et al.*, 2007; Mountousis *et al.*, 2008).

El nivel de proteína cruda seleccionado por las cabras en este estudio fue adecuado para satisfacer los requerimientos de un animal de 35kg de peso vivo y 25g/día de ganancia si el animal consume 1,08kg/día de MS (NRC, 1981). Por otro lado, los valores mostrados en la composición química del forraje, principalmente de proteína cruda, son un indicio de que las especies leguminosas (*Cercidium praecox*, *Prosopis* spp., *Cercidium floridum*) como fuente importante de proteína en el agostadero, deben ser recomendadas para ser consumidas por las cabras y, por lo tanto, conservarse en campo. La variación en el contenido de proteína cruda en leche de cabra fue diferente a la del forraje, presentándose contenidos mayores ($p < 0,05$) en el mes de diciembre, a principios de invierno (Tabla III); contenidos menores se presentaron durante los meses de julio y agosto (verano), enero y febrero (invierno), marzo (primavera), mientras que en el mes de abril (primavera) la leche mostró un mayor contenido de proteína respecto a los meses anteriores, debido a que en ese mes las cabras no se alimentaron de las especies del agostadero, sino que su alimentación fue con forraje comercial consistente en una mezcla de heno de alfalfa con pasto Bermuda y concentrado lechero comercial.

La respuesta en el contenido de proteína en la leche puede estar relacionada con la variación de lípidos en la dieta a través del año (Tabla I), ya que se observó que el contenido de lípidos en la dieta fue mayor en invierno. Los efectos de la alimentación sobre la concentración de proteína son menores que los observados en la concentración de grasa, pero está claramente establecido que existe una relación directa con el consumo de energía (Emery, 1978; DePeters y

Cant, 1992; Phillips, 2001), la cual no se evaluó en el presente estudio. La energía de la dieta puede aumentar al incrementarse el consumo de concentrado o bien, mejorando la calidad del forraje (Phillips, 2001). Por otro lado, DePeters y Cant (1992) señalan que existe una correlación positiva entre el consumo de energía y la concentración proteica de la leche, incrementándose el nivel de proteína en 0,015 unidades porcentuales por cada megacaloría incrementada en la energía neta. Tanto Phillips (2001) como DePeters y Cant (1992) coinciden en que este aumento en la concentración proteica va acompañado de un aumento en la producción de leche. En otros dos estudios se evaluó el efecto del incremento de almidón en el concentrado. En el primer estudio se prepararon cinco concentrados con niveles crecientes de almidón de 50 a 384g·kg⁻¹ MS, y en el segundo estudio se prepararon tres concentrados con niveles crecientes de almidón (22,5 a 273g·kg⁻¹ MS), siendo ensilaje de pradera el alimento base. En ambos estudios se observó un incremento de la proteína láctea. En el primero se incrementó de 32 a 33,6g·kg⁻¹ de leche, y en el segundo de 32,3 a 33,5g·kg⁻¹ de leche. No se observó un efecto significativo en la producción ni en el consumo de ensilaje; sin embargo el contenido de grasa disminuyó (Keady *et al.*, 1999). Según Robinson (2000) el aumento de PC en la leche, producto de aumentar el consumo de energía, se debe a los cambios asociados a la fermentación ruminal, existiendo un aumento en los nutrientes digestibles de absorción intestinal, o bien a un mayor flujo de proteína bacteriana desde el rumen al intestino.

Cabe señalar que los resultados del presente estudio no coinciden con los reportados por los autores citados anteriormente, ya que la proteína de la leche de cabra se correlacionó de forma negativa y

no significativa con el contenido de energía de las especies vegetales asociadas al agostadero. DePeters y Cant (1992) indican que el efecto del incremento de la proteína en la dieta no es tan claro o es mínimo, y se observa una respuesta mejor ante restricciones previas del animal, lo cual coincide con lo reportado por Sutton (1989). Por su parte, Castillo *et al.* (2001) señalan que existe un incremento pequeño pero significativo de la producción de leche (1,4 l/día) al aumentar la proteína de la dieta, pero la respuesta en concentración y producción de proteína no es tan evidente; además se observó un efecto negativo al aumentar el nitrógeno excretado por las heces y orina. Sutton *et al.* (1996) diseñaron un estudio para determinar el efecto de la interacción de la proteína y la energía, encontrando que a igual consumo de energía, el aumento del consumo de proteína resultó en un incremento pequeño de la producción de leche y un aumento de 2,3g·kg⁻¹ en la concentración de proteína; sin embargo, se redujo la concentración de grasa láctea. Al reducir el consumo de energía (manteniendo la proteína) se observó una caída en la producción de leche en 1,5 l/día; aunque la concentración de proteína se incrementó en 1,6g·kg⁻¹. Estos resultados se asemejan a los encontrados en el presente estudio, donde el contenido de grasa en la leche disminuyó en los periodos en que el contenido de proteína en la dieta se encontraba más alto. Bauman (2000) señala que, en general, la respuesta a la suplementación proteica tiene como efecto aumentar la producción de proteína en la leche cuando el aporte de proteína microbiana o bypass es inadecuado, pero la respuesta es poco importante o no hay respuesta en hembras bien alimentadas.

Con respecto al contenido de lípidos en la dieta se presentaron los mayores porcentajes en invierno, otoño y fi-

nales de verano. NRC (1981) señala que los requerimientos nutricionales de las cabras son agua, minerales, vitaminas, proteínas y energía; ésta última es necesaria para el mantenimiento, trabajo, producción de leche, producción de carne y crecimiento del animal, siendo las grasas, la fibra cruda y otros carbohidratos las principales fuentes de energía para los animales.

Los minerales son determinados mediante el estudio del contenido en cenizas. Los más importantes son Ca, P, Na, K y Cl, mientras que en pequeñas cantidades se encuentran presentes Fe, I, Cu, Mn, Zn. En el presente estudio, en el caso de la leche el mayor contenido de cenizas se halló durante la primavera, y los valores más bajos se presentaron durante el verano. Para el caso del forraje, el mayor contenido de cenizas se presentó durante el otoño seguido por la estación de invierno, mientras que en las estaciones de verano y primavera las especies presentaron un contenido menor. Estos resultados se asemejan a lo reportado por Ramírez-Orduña *et al.* (2005), quienes mencionan que durante la primavera y verano fue cuando los niveles de Ca, K, Mg, Cu, Mn y Zn en la dieta de las cabras estuvieron más bajos, no cubriendo en el caso del Ca, K, Mg, Cu y Zn los niveles mínimos requeridos para caprinos criollos en crecimiento. Esto confirma en buena manera la revisión hecha por Haenlein *et al.* (2004) sobre la deficiencia potencial de minerales (Ca, Cu, K, Mg) para pequeños rumiantes en el noreste de México, destacando algunas semejanzas en las deficiencias del potencial aporte mineral del suelo local a las plantas en condiciones de pastoreo extensivo.

Conclusiones

Se observó un efecto significativo de los cambios estacionales sobre la composición química de las especies fo-

rrajeras del agostadero, en donde la proteína cruda, las cenizas, extracto etéreo, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno presentaron diferencias significativas entre estaciones. Para el caso de la energía bruta, hubo variación a lo largo del año entre las especies forrajeras, no entre estaciones. A excepción del contenido de fibra cruda, la composición química de la leche de cabras mostró variación a través del año en todas las variables evaluadas. Durante la primavera se observó un consumo amplio de flores de cactáceas y vainas, evitando una disminución drástica en la composición nutritiva de la dieta. Las cabras consumieron una dieta variable en cuanto a la composición de especies de plantas; asimismo, se observó que el valor nutritivo de la dieta se mantuvo dentro de un rango promedio suficiente para proporcionar los requerimientos mínimos de energía y proteína para mantenimiento. Debido a la poca utilización de la vegetación nativa de la región, es necesario realizar más estudios para descubrir las formas más adecuadas en que se pueden aprovechar los recursos vegetales presentes. Por otra parte, promover el desarrollo de la vegetación utilizada por los rumiantes y controlar los individuos que no son utilizados puede ser una forma de mejorar la calidad del agostadero. A corto plazo se sugiere la suplementación de proteína y energía en la estación deficiente para mejorar la productividad del hato caprino.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al personal técnico del laboratorio de análisis proximal de CIBNOR, Sonia Guadalupe Rocha Meza y Dolores Rondero Astorga; al personal técnico del laboratorio de fisiotecnia vegetal, Carmen Mercado Guido y Lidia Hirales Lucero, así como a Pedro Luna García por su apoyo en

el trabajo de campo. La presente investigación se desarrolló con recursos del proyecto intitulado 'Cultivos Alternativos para Zonas Áridas y Semiáridas' de la línea estratégica 'Agrotecnología y Recursos Energéticos' de CI-BNOR.

REFERENCIAS

- AOAC (2005) *Official Methods of Analysis*. 18ª ed. Association of Official Analytical Chemists International. Gaithersburg, MD, EEUU.
- Auldist MJ, Walsh BJ, Thomson NA (1998) Seasonal and lactational influences on bovine milk composition in New Zealand. *J. Dairy Res.* 65: 401-411.
- Bauman DE (2000) Regulation of nutrient partitioning during lactation: homeostasis and homeorhesis revisited. En Cronjé P. (Ed.) *Ruminant Physiology: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction*. CABI. Londres, RU. 474 pp.
- Boza J, Sanz-Sampelayo MR (1997) Aspectos nutricionales de la leche de cabra. *Ann. Acad. Cienc. Vet.* 10: 109-139.
- Carnicella DDM, Caribe Ayres MC, Laudadio VDC (2008) The effect of diet, parity, year and number of kids on milk yield and milk composition in Maltese goat. *Small Rumin. Res.* 77: 71-74.
- Castillo A, Kebreab E, Beever D, Barbi J, Sutton J, Kirby H, France J (2001) The effect of protein supplementation on nitrogen utilization in lactating dairy cows fed grass silage diets. *J. Anim. Sci.* 79: 247-253.
- Cepeda-Palacios PR (2007) *Producción de Caprinos: Un Enfoque Técnico y Social*. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México. 281 pp.
- DePeters E, Cant J (1992) Nutritional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk: a review. *J. Dairy Sci.* 75: 2043-2070.
- Emery R (1978) Feeding for increased milk protein. *J. Dairy Sci.* 61: 825-828.
- Haenlein GFW, Ramírez RG (2007) Potential mineral deficiencies on arid rangelands from small ruminants with special reference to Mexico. *Small Rumin. Res.* 68: 35-41.
- Haenlein GFW (2004) Goat milk in human nutrition. *Small Rumin. Res.* 51: 155-163.
- Jenkins TC, McGuire MA (2006) Major advances in nutrition: impact on milk composition. *J. Dairy Sci.* 89: 1302-1310.
- Keady T, Mayne C, Fitzpatrick D (1999) The effects of concentrate energy source on milk composition of lactating dairy cattle offered grass silages. *Proc. Occasional Meeting on Milk Composition*. British Society of Animal Science. Belfast. Irlanda. p. 20.
- Khan ZI, Ashraf M, Hussain A (2007) Evaluation of macro mineral contents of forages: influence of pasture and seasonal variation. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 20: 908-913.
- Koeslag JH (2007) *Cabras. Manuales para Educación Agropecuaria. Producción Animal*. Trillas. México. 112 pp.
- Mayen-Mena J (1989) *Explotación Caprina*. Trillas. México. 124 pp.
- Mountousis J, Papanikolaou K, Stanogias G, Chatzitheodoridis F, Roukos C (2008) Seasonal variation of chemical composition and dry matter digestibility of rangelands in NW Greece. *J. Centr. Eur. Agric.* 9: 547-556.
- NRC (1981) *Nutrients Requirements of Goats: Angora, Dairy and Meat Goats in Temperate and Tropical Countries*. National Research Council National Academy Press. Washington, DC, EEUU p. 23.
- Phillips C (2001) *Principles of Cattle Production*. CABI. Londres, RU. 288 pp.
- Ramírez-Orduña R, Ramírez RG, Gómez MM, Armenta-Quintana JA, Ramírez-Orduña JM, Cepeda-Palacios R, Ávila-Sandoval JM (2003) Seasonal dynamics of ruminal crude protein digestion of browse species from Baja California Sur, México. *Interiencia* 28: 408-414.
- Ramírez-Orduña R, Ramírez RG, González-Rodríguez H, Haenlein W (2005) Mineral content of browse species from Baja California Sur, Mexico. *Small Rumin. Res.* 57: 1-10.
- Robinson P (2000) *Manipulating Milk Protein Production and Level in Lactating Dairy Cows*. Advances in Dairy Technology. Vol. 12. Alberta, Canadá.
- StatSoft (2001) *System reference 1989*. StatSoft, Inc, Tulsa, OK, EEUU. 1098 pp.
- Sutton J (1989) Altering milk composition by feeding. *J. Dairy Sci.* 75: 2801-2814.
- Sutton JD, Aston K, Beever DE, Dhanoa MS (1996) Milk production from grass silage based diets: effects of high-protein concentrates for lactating heifers and cows on intake, milk production and nitrogen fractions. *Anim. Sci.* 62: 207-215.