

# Composición de la leche de cabra y factores nutricionales que afectan el contenido de sus componentes\*

Oswaldo Bedoya Mejía\*\*  
Ricardo Rosero Noguera\*\*\*  
Sandra L. Posada\*\*\*\*

\* Esta revisión hace parte del marco teórico para el proyecto "Utilización de recursos forrajeros frescos y ensilados, y su impacto sobre la industria láctea caprina" financiado por el Ministerio de Agricultura y desarrollo rural, ASOCABRA y la Universidad de Antioquia.

\*\* Industrial Pecuario candidato a magíster en Ciencias Animales. Docente Corporación Universitaria Lasallista. Grupo de investigación en producción, desarrollo y transformación agropecuaria y Grupo GRICA de la Universidad de Antioquia. Facultad de Ciencias Agrarias.  
Correspondencia:  
osbedoya@lasallistado-centes.edu.co

\*\*\* Zootecnista MS, PhD. Docente de la Universidad de Antioquia. Grupo GRICA de la Universidad de Antioquia. Facultad de Ciencias Agrarias.

\*\*\*\* Zootecnista MS, (c) PhD. Docente de la Universidad de Antioquia. Grupo GRICA de la Universidad de Antioquia. Facultad de Ciencias Agrarias

## Resumen

La composición nutricional de la leche caprina difiere de las otras especies y se caracteriza por sus altos tenores de grasa y proteína, así como por su mayor digestibilidad, sin embargo, la calidad composicional de la leche no sólo depende de la especie o de la raza de los animales, sino que también se ve influenciada en gran medida por el tipo de dieta que se les suministra; en este sentido la cantidad y tipo de fibra, el nivel de proteína, el tamaño de partícula, la adición de grasas o aceites vegetales y la relación forraje-concentrado son los principales actores que intervienen a escala nutricional sobre la producción y calidad de la leche. No obstante, se ha observado en diversas investigaciones que los caprinos son menos susceptibles que los bovinos a los factores antes mencionados, y que son más eficientes en la conversión del alimento y su utilización para producción láctea.

**Palabras clave:** Composición, nutrición, producción.

## Goat milk's composition and nutrition factors that affect the contents of its components

## Abstract

The nutritional composition of goat's milk is different from those of other species and it is characterized by its

high fat and protein contents, and also by its higher digestibility. However, its compositional quality not only depends on the species or the breed, but is also highly influenced by the diet used on the animals. Under these terms, the quantity and type of fiber, the protein level, the addition of fat or vegetable oils and the forage-concentrate ratio are the most important factors that nutritionally intervene on the milk's production and quality. It has been observed in several research works, however, that goats are less susceptible than cattle to those factors and they are also more efficient in the food conversion and its use for milk's production.

**Key words:** Goat, milk, fat, protein, fiber, production.

## Introducción

Los sistemas de producción caprinos en Colombia se encuentran generalmente en manos de pequeños productores que manejan de forma tradicional los apriscos, lo cual se ve reflejado finalmente en la productividad y competitividad del sector caprino en nuestro país. En este sentido es importante aclarar que uno de los puntos de mayor relevancia en la productividad de cualquier sistema pecuario es la alimentación, ya que el manejo nutricional puede ayudar a mejorar la composición de la leche con efectos verificables en un corto período de tiempo, aumentando o disminuyendo la concentración de los principales componentes de la leche y generando un aumento en la calidad del producto, y por ende, un avance en la rentabilidad del sistema<sup>1</sup>.

La composición de la leche de cabra difiere en ciertos aspectos fundamentales de las demás leches de origen pecuario; sin embargo, los niveles de producción y el grado de tecnificación del sector caprinocultor, así como la pobre cultura de consumo de sus productos, no han permitido un desarrollo significativo de la industria láctea caprina; no obstante, es necesario conocer la composición básica de la leche de cabra y los factores nutricionales que tienen mayor impacto sobre ésta, con el fin de identificar posibles estrategias en la alimentación del ganado caprino que permitan la toma de decisiones oportunas para favorecer la productividad y la eficiencia de los apriscos.

En este sentido, la cantidad y tipo de fibra, el consumo de materia seca, el nivel de proteína en la dieta, el tipo de suplementación, la selectividad, el nivel energético de la dieta, el tamaño de partícula y las características

organolépticas del alimento son los principales factores nutricionales involucrados en la producción y composición de la leche<sup>2-4</sup>.

El objetivo de este trabajo es discutir diferentes aspectos nutricionales relacionados con la producción y composición de la leche de cabra.

## Composición de la leche de cabra

El conocimiento de los componentes de la leche de cabra es fundamental para el desarrollo de la industria caprina, ya que finalmente de la calidad nutricional que tenga el producto, dependerán en gran medida el rendimiento, la productividad y la aceptación por parte del consumidor.

La composición de la leche de cabra es diferente a la del ganado ovino, bovino y a la leche humana (tabla 1), pero puede variar por múltiples factores, entre ellos, tipo de alimentación, medioambiente, manejo, sistema productivo, etapa de lactancia e, inclusive, estado sanitario de los animales<sup>5</sup>. Sin embargo, el estudio de cada componente y el conocimiento de los valores promedio de cada uno de ellos permiten una mejor comprensión alrededor de la producción de leche caprina.

Tabla 1. Composición promedio de los nutrientes básicos en leche de cabra, oveja, vaca

Composición	Cabra	Oveja	Vaca	Humana
Grasa %	3.8	7.9	3.6	4
Sólidos no Grasos %	8.9	12	9	8.9
Lactosa %	4.1	4.9	4.7	6.9
Proteína %	3.4	6.2	3.2	1.2
Caseína %	2.4	4.2	2.6	0.4
Albumina, globulina %	0.6	1	0.6	0.7
N no proteico %	0.4	0.8	0.2	0.5
Cenizas %	0.8	0.9	0.7	0.3
Calorías/100 ml	70	105	69	68

Fuente: Park (2006)

## Lactosa y oligosacáridos

Al igual que en la leche de las hembras bovinas y ovinas, la lactosa es el mayor carbohidrato presente en la leche de cabra, y su valor promedio se encuentra en el orden del 4.1%, menor que el valor reportado en bo-

vinos, que puede estar por el 4.7%<sup>6</sup>. La lactosa es sintetizada a partir de glucosa en la glándula mamaria con la participación activa de la proteína -lactoalbúmina y favorece la absorción intestinal de calcio, magnesio y fósforo, y la utilización de la vitamina D. Sin embargo, la importancia de este carbohidrato radica en el mantenimiento del equilibrio osmótico entre el torrente sanguíneo y las células alveolares de la glándula mamaria durante la síntesis de la leche, razón por la cual es un componente que varía según el nivel de producción láctea y no por efecto directo del tipo de dieta suministrada<sup>7</sup>.

Por otro lado, los oligosacáridos de la leche caprina, al igual que la lactosa, fueron recientemente reportados<sup>8</sup> al encontrar que las cantidades de oligosacáridos que están presentes en la leche de caprinos fluctúan en un rango de 250 a 300 mg/L, lo cual representa 4 ó 5 veces más que los valores encontrados en la leche de vaca, pero menos que los presentes en la leche humana. (Ver Tabla 2).

Tabla 2. Cantidad total de oligosacáridos y lactosa en leche de cabra, vaca, oveja y humana

Origen	Oligosacáridos (g/L)	Lactosa (g/L)
Leche caprina	0.25 - 0.30	45
Leche bovina	0.03 - 0.06	46
Leche ovina	0.02 - 0.04	48
Leche humana	0.5-0.8	68

Fuente: Martínez Ferez *et al.*, (2004).

### Proteína de la leche de cabra

La leche contiene cientos de tipos de proteínas, la mayoría de ellas en muy pequeñas cantidades. Estas pueden ser clasificadas de varias formas, de acuerdo con sus propiedades físicas o químicas, así como también con sus funciones biológicas. Entre las principales proteínas presentes en la leche de los mamíferos se encuentran la  $\alpha$ s1-CN,  $\alpha$ s2-CN, B-CN,  $\beta$ -CN y las k-Caseínas, indispensables para el aprovechamiento industrial de los productos lácteos; se encuentran valores promedio de proteína en la leche de cabra de 4,5%, superiores a los valores para ganado bovino (3,3%), pero inferiores a los del ganado ovino (5,8%)<sup>9</sup>. Por otra parte, las inmunoglobulinas presentes en la leche de cabra son muy similares a las observadas en

la leche de vaca, y se encuentran siempre en mayores cantidades durante las fases iniciales de la lactancia, principalmente en el calostro<sup>10</sup>.

### Grasa de la leche de cabra

El componente lipídico es reconocido como el más importante de la leche en términos de costo, de nutrición y de características físicas y sensoriales del producto. Dentro del componente lipídico, los triglicéridos representan cerca del 98%, pero en la leche de cabra también se encuentran algunos lípidos simples como los diacilgliceroles y los ésteres de colesterol, así como fosfolípidos y compuestos liposolubles como los esteroides y el colesterol<sup>11</sup>.

Los lípidos en la leche de cabra se encuentran de manera abundante en forma de glóbulos con un tamaño de menos de 3  $\mu\text{m}$ , lo cual permite una mayor digestibilidad y una mayor eficiencia en el metabolismo lipídico comparado con la leche de vaca<sup>12</sup>; en este sentido la grasa de la leche caprina no contiene aglutinina, que es una proteína encargada de concentrar los glóbulos grasos para generar estructuras más complejas y de mayores dimensiones, y por esta razón los glóbulos permanecen dispersos y pueden ser atacados más fácilmente por las enzimas digestivas<sup>13</sup>.

Adicionalmente, la concentración de los ácidos grasos en la leche de cabra difiere bastante de la leche bovina (tabla 3), lo cual puede impactar positiva o negativamente la calidad del producto. Sobre este aspecto se ha reportado que en la leche de cabra los ácidos grasos libres de cadena corta y media como el C6:0 y el C9:0 son responsables en parte del llamado "Sabor Caprino" que suele ser tan particular en la leche de los pequeños rumiantes, y en el mismo sentido algunos autores afirman que cuando la tasa de lipólisis en la leche es muy alta, en ella puede aparecer un sabor desagradable del cual el ácido butírico C4:0 es directamente responsable<sup>14,15</sup>.

En la actualidad existe un gran interés por aumentar la proporción de ácidos poli insaturados y el ácido linoleico conjugado (CLA) cuyo principal isómero, el ácido ruménico (C18:2 cis9, trans11) con alrededor del 85% de los isómeros, está relacionado con efectos anti-aterogénico, anti-carcinogénico, anti-inflamatorio, inmunoestimulante y de modulación de la resistencia a la insulina. El t10, c12-CLA con alrededor del 2% de los isómeros del CLA, posee propiedades beneficiosas anti-carcinogénicas y anti-obesidad<sup>16</sup>. El método más extendido para aumentar el contenido de

CLA en la leche consiste en añadir aceites o granos oleaginosos ricos en ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) a la ración. La cantidad y el tipo de complemento de AGPI influye en el metabolismo lipídico ruminal y en la producción de CLA en la leche. Además, la composición lipídica de la leche de cabra es fundamental para su rendimiento en quesos, para la textura, sabor y olor de los derivados<sup>17,18</sup>.

Tabla 3. Valores Mínimos y Máximos del Contenido de Ácidos Grasos (%) en leche de vaca y cabra.

Ácidos Grasos	Vaca		Cabra	
	MIN	MAX	MIN	MAX
C4:0	2.9	5.3	1.97	2.44
C6:0	1.3	3.2	2.03	2.70
C8:0	1	1.7	2.28	3.04
C10:1	2.1	3.6	0.19	0.38
C12:0	0.2	0.4	3.87	6.18
C14:0	8.5	13	7.71	11.2
C14:1	0.8	1.4	0.17	0.20
C15:0	0.9	1.6	0.46	0.85
C16:0	24.5	31.6	23.2	34.8
C18:0	19	24.01	5.77	13.2
C18:2 (CLA)	1.50	1.52	0.32	1.17

Adaptada de Park (2006).

### Ácido linoleico conjugado

El nombre genérico CLA es un término colectivo que abarca todos los isómeros del ácido linoleico que contienen un doble enlace conjugado con el sistema<sup>19</sup>. El creciente interés por aumentar las concentraciones de CLA en la leche y en otros productos de origen animal se debe principalmente a sus propiedades anti mutagénicas y anti cancerígenas, a su capacidad de generar respuesta inmune a la arteriosclerosis, y a su participación en la prevención de la obesidad y de la diabetes<sup>20</sup>. Estas razones y la percepción que actualmente se tiene de la importancia de una alimentación sana y que ayude a conservar la salud hacen que la presencia de CLA en los productos lácteos genere un valor agregado que los consumidores están dispuestos a asumir<sup>21</sup>.

## Vitaminas y minerales

La leche de cabra, comparada con la leche de vaca, contiene mayor cantidad de vitamina A (2.074 unidades internacionales por litro frente a 1.560), lo cual ocurre debido a que los caprinos convierten todo el caroteno en vitamina A, por lo que resulta una ausencia de caroteno en la leche y, por lo tanto, un color más blanco que el de la leche de vaca, y adicionalmente la leche de cabra es una fuente rica de riboflavina, que actúa como factor de crecimiento, y de niacina, que alcanza hasta un 350% más de niacina que la leche de vaca<sup>22</sup>.

La Tabla 4 muestra las cantidades de cada una de las vitaminas presentes en la leche de cabra, comparada contra la leche bovina.

Tabla 4. Contenido de Vitaminas en la leche de cabra y vaca (cantidad en 100 g).

Componente	Cabra	Vaca
Vitamina A (IU)	185	126
Vitamina D (IU)	2.3	2.0
Tiamina (mg)	0.068	0.045
Riboflavina (mg)	0.21	0.16
Niacina (mg)	0.27	0.08
Ácido Pantoténico (mg)	0.31	0.32
Vitamina B6 (mg)	0.046	0.042
Ácido Fólico (g)	1.0	5.0
Biotina (g)	1.5	2.0
Vitamina B12 (g)	0.065	0.357
Vitamina C (mg)	1.29	0.94

Adaptado de Park (2006)

El contenido mineral en la leche de cabra es mayor que en la leche humana; la leche de cabra contiene cerca de 134 mg de Ca y 121 mg de P por cada 100 gr de leche, y puede llegar a presentar hasta un 13% más de calcio que la leche bovina pero no es una buena fuente de otros minerales como hierro, cobalto y magnesio. En la tabla 5 pueden observarse los valores reportados para las cantidades de minerales presentes en la leche de cabra y de vaca.

Tabla 5. Contenido de Minerales en la leche de cabra y vaca (cantidad en 100 gr).

Componente	Cabra	Vaca
Ca (mg)	134	122
P (mg)	121	119
Mg (mg)	16	12
K (mg)	181	152
Na (mg)	41	58
Cl (mg)	150	100
S (mg)	28	32
Fe (mg)	0.07	0.08
Cu (mg)	0.05	0.06
Mn (mg)	0.032	0.02
Zn (mg)	0.56	0.53
I (mg)	0.022	0.021

Fuente: Park (2006)

## Factores nutricionales que afectan la composición de la leche caprina

La composición de la leche es el resultado de varios factores extrínsecos e intrínsecos del animal, entre ellos, el factor nutricional es el de mayor impacto sobre la composición láctea; en este sentido, el consumo de materia seca, los carbohidratos estructurales y no estructurales presentes en la ración, el tamaño de partícula, el uso de aditivos, pro bióticos y suplementos energéticos, así como la interacción entre cada uno de estos elementos son los principales puntos que afectan la composición de la leche en el plano nutricional.

El contenido graso de la leche de cabra es el componente más sensible a los cambios nutricionales en la dieta de los animales; mientras que el contenido proteico, además de ser modificado por la dieta, su mayor efecto depende del componente genético; de igual forma, las concentraciones de lactosa y minerales en la leche son apenas influenciadas directamente por el tipo de dieta. Por lo tanto, el efecto de la dieta sobre la composición de la leche se ve reflejado básicamente en el componente graso, el cual es fundamental para optimizar el rendimiento del producto y mejorar la calidad organoléptica del mismo, de tal forma que se hace indispensable conocer y analizar cada uno de los componentes de la ración que influyen sobre la interacción *alimento-composición láctea*.



## Efecto de la fibra y carbohidratos no estructurales sobre la composición de la leche

Varios autores afirman que cuando se evalúa el efecto de las características físico-químicas del alimento sobre el contenido de la leche caprina, es necesario recalcar que en los rumiantes el modelo de fermentación ruminal depende básicamente de la cantidad y calidad de la fracción fibrosa de la dieta. En este sentido, el suministro de dietas ricas en carbohidratos no estructurales, con inadecuadas relaciones forraje-concentrado o los alimentos fibrosos en forma de pellet, pueden favorecer una disminución en la producción de acetato y butirato en el rumen, de igual forma, la composición química de los diferentes forrajes utilizados para la alimentación caprina tienen un marcado efecto sobre la producción y la composición de la leche<sup>23-25</sup>.

En este sentido, algunos autores evaluaron la producción y composición de la leche de cabras Saanen alimentadas con tres dietas diferentes: heno de alfalfa, silo de maíz y heno de avena; aunque en este trabajo se encontró diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) para el consumo de materia seca como respuesta posiblemente a la composición bromatológica de cada uno de los forrajes evaluados, no se encontró diferencia ( $P > 0,05$ ) para las variables de producción y composición de la leche, y se encontraron valores muy similares en todos los tratamientos, con valores promedio para producción, porcentaje de grasa, proteína, lactosa y sólidos totales de 2,5 kg/día, 2,8%, 2,9%, 4,2% y 10,1%, respectivamente. Estos resultados, aunque no son diferentes estadísticamente, sí presentan una leve tendencia a mejorar cuando los animales fueron alimentados con heno de avena, el cual fue consumido en menor medida que el silo de maíz ( $P < 0,05$ ), posiblemente por tener un mayor porcentaje de FDN (38% contra 31%, respectivamente), lo cual demuestra que un alto contenido de carbohidratos estructurales impactan en la calidad nutricional de la leche de cabra y en el consumo de alimento<sup>26</sup>.

En otro estudio fueron alimentadas cabras de la raza la mancha con morera, sorgo y pasto estrella, y se encontraron diferencias significativas para la producción de leche ( $P < 0,01$ ) a favor de los animales que consumieron pasto estrella, pues alcanzaron producciones de 1.600 gr de leche por animal/día con valores porcentuales de grasa y proteína de 3,65 y 3,58%, respectivamente. Sin embargo, la cantidad de grasa y proteína fue mayor ( $P < 0,01$ ) para los animales que consumieron morera, que alcanzaron valores porcentuales de 4,23 y 3,68%, respectivamente. La mayor producción de leche en los animales que consumieron estrella pudo deberse al mayor

nivel de consumo de forraje, que estuvo por el orden de 3,45 Kg de forraje verde por animal/día, contra 3,23 Kg en los animales alimentados con morera, lo que demuestra que la producción láctea guarda una estrecha relación con el consumo de alimento y la adecuada recuperación de reservas corporales<sup>27</sup>. La calidad nutricional de la leche depende de factores asociados a la composición bromatológica de los forrajes. En este sentido, 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<sup>28</sup>. Sin embargo, en este estudio se observó algo diferente, ya que el pasto estrella con respecto a la morera 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. Los autores explican sus resultados basados en que la lignina en los pastos tiene una importante participación en la formación de mayores cantidades de ácido acético en el rumen, y consecuentemente se puede producir más cantidad de grasa láctea. Teniendo en cuenta la mayor concentración de lignina en la morera (12,52% contra 10,64% en el pasto estrella), se explica la mayor producción de grasa en la leche de las cabras alimentadas con este material.

De igual forma, en un estudio realizado con cabras de la raza granadina alimentadas con alfalfa en dos presentaciones distintas (heno y granulada) con el objetivo de conocer el efecto de la presentación del alimento sobre la composición láctea, se reportan datos similares que demuestran la relación directa entre el nivel de consumo y la producción de leche; sin embargo, al comparar el efecto que tiene la forma de presentación de la fibra sobre la composición de la leche, los autores no encuentran diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) para la cantidad de grasa y proteína en la leche. En este sentido, los autores confirman que mientras el nivel de fibra sea el mismo, la presentación del alimento no afecta directamente la calidad composicional de la leche en los caprinos<sup>29</sup>.

### Efecto de la concentración proteica de la dieta sobre la producción y composición de la leche

Al evaluar el efecto de dos fuentes proteicas (heno de *gliricidia sepium* y heno de leucaena) sobre la composición de la leche en cabras mestizas alpina, y aunque no hubo diferencia significativa ( $P > 0,05$ ) en la producción y composición de la leche al comparar ambas fuentes, se observó

una tendencia mayor en los valores registrados para los animales alimentados con leucaena<sup>30</sup>; sin embargo, en este estudio no reportan la calidad nutricional de los componentes de la dieta, lo cual limita la explicación de los resultados encontrados; no obstante, podría pensarse en el efecto que pudo haber tenido el porcentaje de fibra o de proteína de la leucaena sobre la composición láctea; en este sentido algunos autores evaluaron diferentes niveles de proteína en la dieta de cabras alpinas para conocer su efecto sobre la digestibilidad del alimento y la producción y composición de la leche; los animales fueron alimentados con una dieta a base de silo de maíz (47%) y concentrado comercial (53%), con niveles crecientes de proteína bruta (11,5; 13,5; 15,5 y 17,5%); los resultados encontrados en este trabajo mostraron un efecto del nivel de proteína sobre la cantidad de gramos de proteína bruta en la leche (77,6, 80,0, 80,1, 91,3 g/día), pero no demostraron ninguna diferencia estadística ( $P>0,05$ ) para los niveles de producción de leche (2,717, 2,723, 2,761, 3,081 Kg/día) con un aumento de 364 gramos entre las dietas con 11,5 y 17,5% de proteína bruta; y de grasa en la leche (78,2, 76,0, 78,4, 88,4 g/día)<sup>31</sup>.

### Efecto de la relación forraje-concentrado

Por otra parte, la dieta de las cabras dedicadas a la producción de leche incluye generalmente el consumo de alimento concentrado, el cual, al ser suministrado en pequeñas cantidades, no impide que la formación de ácido acético sea predominante en rumen y que sea suministrado a la glándula mamaria, maximizando la producción de grasa en la leche; en este sentido, las dietas que incluyen concentrado presentan un efecto directo sobre los carbohidratos fibrosos al reemplazarlos por carbohidratos no estructurales, los cuales se fermentan completamente y de una manera más rápida; como consecuencia, se aumenta la producción total de ácidos grasos volátiles (AVG) y disminuye la relación acético-propiónico<sup>32</sup>; este cambio en el nivel ruminal estimula la producción de leche, debido al aumento de precursores lácteos como la glucosa, pero, un exceso en el suministro de alimentos concentrados puede reducir el nivel de ácido acético y aumentar el propiónico, generando una disminución en la calidad composicional de la leche<sup>33</sup>.

Cuando la relación forraje-concentrado es menor a 60:40, se afecta la producción de saliva, que actúa como amortiguador en el rumen, y ante la falta de un neutralizador natural en el organismo se presenta una caída en

el valor del pH ruminal. Ante la acidificación del rumen, la digestión de la celulosa se reduce porque las bacterias que la digieren son sensibles a un pH ruminal bajo. Por otra parte, este medio favorece el crecimiento de bacterias ácido-lácticas que acidifican aún más el ambiente ruminal, se reduce el crecimiento bacteriano, causan desórdenes en el apetito y cuando el tiempo es prolongado pueden presentarse problemas podales o laminitis.

En un trabajo realizado en Brasil se evaluó el efecto de diferentes relaciones forraje-concentrado sobre el desempeño productivo y la composición nutricional de la leche en cabras de la raza Saanen durante 151 días de lactancia; las relaciones forraje-concentrado utilizadas fueron 40:60, 50:50, 60:40, 70:30 y 80:20. Los resultados obtenidos en este trabajo encontraron diferencia significativa ( $P>0,05$ ) para producción de leche, influenciada por los tratamientos, especialmente en la dieta con un mayor contenido de energía y una mayor ingesta de materia seca (relación forraje-concentrado 40:60 con 2.95 Mcal/kg en base seca y un consumo de 2.67 Kg/día de materia seca ó 4,40% de peso vivo) con lo que se alcanzó mayor rendimiento de leche (3,41 kg/día). No hubo diferencias significativas ( $P>0.05$ ) entre los tratamientos para la composición de nutrientes de la leche en cuanto a los porcentajes de grasa (3,52, 3,08, 3,28, 3,21 y 3,23%), proteína (2,91, 2,81, 2,78, 2,69 y 2,79%), lactosa (4,53, 4,17, 4,41, 4,45 y 4,41%) y sólidos totales (11,89, 10,92, 11,37, 11,25 y 11,34%); sin embargo, al analizar la cantidad en gramos/día de cada uno de los nutrientes, se observó un efecto negativo en función del porcentaje de forraje<sup>34</sup>.

De igual forma, la literatura reporta un trabajo en el cual se evaluó el efecto de la utilización de silo de maníocoba (*Manihot glaziovii*) en relaciones forraje-concentrado 30:70, 40:60, 50:50 y 60:40 sobre la composición y el perfil de ácidos grasos en la leche de cabras Moxotó, y al igual que en el estudio anterior no se encontró diferencia significativa ( $P>0,05$ ) para los porcentajes de grasa, proteína y lactosa, que estuvieron en valores promedio de 3,79, 3,97 y 4,66%, respectivamente; sin embargo, sí se pudo observar un efecto sobre algunos ácidos grasos, en particular el mirístico (C14:0) que aumentó de 6,15 a 7,85% a medida que disminuía la cantidad de concentrado, y el ácido linolénico (C18:3) que aumentó de 0,76 a 2,13% cuando la cantidad de silo fue mayor a la del concentrado en la dieta<sup>35</sup>.

Otros autores evaluaron un total de 60 cabras adultas alimentadas con dos suplementos (concentrado comercial y concentrado con follaje de

quinchoncho) y dos sistemas de amamantamiento para determinar el reinicio de actividad ovárica e intervalo parto-concepción en explotaciones caprinas semi-intensivas, y aunque no se determinó el efecto de la dieta sobre la composición de la leche, sí se identificó estadísticamente la producción láctea, y se encontró diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) entre los animales que consumieron concentrado comercial y los que consumieron forraje (734,5 gr/día vs 656,5 gr/día respectivamente)<sup>36</sup>.

De igual forma otros investigadores evaluaron el efecto en la sustitución del concentrado comercial a base de maíz y soja por dietas con harina de cacao y torta de semilla de palma sobre la composición y el costo de producción de la leche, utilizando cabras de la raza Saanen durante los primeros 60 días de lactancia; el concentrado suministrado a los animales correspondía al 64% de la dieta, mientras que el 36% restante era forraje verde. Los niveles de sustitución del concentrado fueron de 0, 15 y 30%. Para este trabajo los autores no encontraron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre las características físico-químicas de la leche, lo cual puede explicarse en gran medida porque las dietas sustitutas presentaban un porcentaje de TDN similar al alimento concentrado comercial, de tal forma que el aprovechamiento de los nutrientes no se modificó drásticamente y esto permitía mantener la composición de la leche<sup>37</sup>.

### Utilización de grasas en la dieta

La inclusión de grasas en la dieta de los rumiantes buscando aumentar el consumo de energía y la producción de leche, tiene un efecto impredecible en el porcentaje de grasa en la leche, pero en general los efectos son negativos, debido a que las grasas utilizadas en la ración suelen cubrir físicamente las partículas de fibra disminuyendo la adhesión de las bacterias celulolíticas encargadas de la digestión de la fibra y la producción de acetato<sup>38</sup>.

Varios autores han evaluado el efecto de suministrar diferentes fuentes lipídicas sobre la calidad composicional de la leche. En este sentido se evaluó el efecto del aceite de algodón y girasol sobre la composición de la leche en cabras mestizas Moxotó con diferentes porcentajes de inclusión en la dieta (0% de aceite; 3% aceite de algodón; 5% aceite de algodón; 3% aceite de girasol; 5% aceite de girasol). Los resultados encontrados evidenciaron una caída en la producción de leche para todos los tratamientos que contenían aceite (1,132, 1,101, 1,034, 1,072 Kg/día), con una diferencia

significativa ( $P < 0,05$ ) respecto al tratamiento control (1,054 Kg/día), destacándose el menor nivel de producción en los animales alimentados con el 5% de aceite de algodón. Estos resultados no concuerdan con los encontrados por Mir *et al.*, (1999) quienes alimentaron cuatro cabras de la raza Saanen con cuatro niveles de inclusión de aceite de canola (0%, 2%, 4% y 6%) y no observaron disminución en la producción láctea<sup>39</sup>.

Otros autores también evaluaron el efecto de los aceites vegetales sobre la composición de la leche, pero comparando diferentes fuentes lipídicas (arroz canola y soja) contra una dieta control sin adición de aceite, y aunque no hallaron diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) entre los tratamientos para la cantidad de grasa en la leche, sí pudieron determinar diferencias ( $P < 0,01$ ) para el porcentaje de sólidos totales a favor de los animales suplementados con aceite (11,86; 11,62 y 11,73 % para arroz, canola y soja, respectivamente) contra los animales que no recibían suplementación (10,84%); De igual forma encontraron diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) en las concentraciones de ácido linoleico conjugado en la leche de los animales que consumieron dietas suplementadas por aceite vegetal (1,43, 1,10, 1,70% para arroz, canola y soja, respectivamente) contra los animales que no recibían suplementación (0,91%)<sup>40</sup>.

En un trabajo realizado con cabras de la raza Saanen suplementadas con diferentes fuentes lipídicas (semilla de faveleira (*Cnidocolus phyllacanthus*), torta de faveleira y torta de algodón) no se encontró diferencia significativa ( $P > 0,05$ ) para la producción de leche corregida al 4% de grasa entre los diferentes tratamientos, ni tampoco al compararlos contra un grupo control sin adición de lípidos en la dieta. Sin embargo, se observó un mayor consumo de materia seca ( $P < 0,05$ ) en los animales que no eran suplementados, indicando una mayor eficiencia en la producción de leche cuando los animales reciben una fuente lipídica que aumenta la densidad energética de la dieta. Por otro lado, la composición nutricional de la leche presentó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) para grasa y sólidos totales a favor de los animales suplementados con torta de algodón y torta de faveleira (3,39 y 11,53; 3,48 y 11,43 %, respectivamente), lo que evidencia el efecto positivo de las fuentes lipídicas sobre la calidad nutricional de la leche<sup>41</sup>.

## Consideraciones finales

La composición nutricional de la leche de cabra difiere bastante de la de otros animales de interés zootécnico, y se caracteriza por presentar algunas

características de orden nutracéutico que le permiten presentarse como un producto beneficioso para el consumo humano. En este sentido es importante que los productores puedan tomar medidas para mejorar la composición nutricional de la leche y comercializar los productos generando valor agregado; por ello es importante reconocer que la composición nutricional de la leche de cabra puede ser influenciada por diferentes factores que hacen parte de la dieta, entre ellos, la cantidad de fibra y la relación entre forraje y concentrado son los que generan mayores cambios, principalmente en el componente graso de la leche.

### Bibliografía

1. SALVADOR, A. y MARTÍNEZ, G. Factores que Afectan la Producción y Composición de la Leche de Cabra: Revisión Bibliográfica. En: Rev. Fac. Cs. Vets. UCV. 2007. Vol. 48, no. 2. p. 61-76.
2. PARK, Y. W. Goat milk—chemistry and nutrition. En: Park Y.W, Haenlein G.F.W. (Eds.), Handbook of Milk of Non-bovine Mammals. Blackwell Publishing Professional, Oxford, UK/Ames, Iowa, 2006. p.34–58.
3. LUDENA, F.; *et al.* Physical-chemical and microbiological characterization of goat's milk and its conservation by means of the activation of the lactoperoxidase system. En: Mosaico Cient. 2006. Vol. 3, no. 1. p. 17 - 25
4. SANZ SAMPELAYO, M.R.; *et al.* Influence of type of diet on the fat constituents of goat and sheep milk. En: Small Ruminant Research. 2007. Vol. 68. p. 42-63.
5. PARK, Y.W. Goat milk—chemistry and nutrition., Op cit., p. 34 – 58
6. SILANIKOVE, M., *et al.* Recent advances in exploiting goat's milk: Quality, safety and production aspects. En: Small Ruminant Research. 2010. Vol. 89. p.110-124.
7. LUDENA, Op. cit., P. 17-25
8. MARTÍNEZ FÉREZ, A. Obtención de oligosacáridos de leche de diferentes especies por tecnología de membranas. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. 2004.
9. PARK, Y. W., *et al.* Physico-Chemical characteristics of goat and sheep milk. En: Small Ruminant Research. 2007. Vol. 68. p. 88-113
10. PARK, Y.W. Goat milk—chemistry and nutrition.; Op. cit. p. 34 – 58
11. PARK, Y.W, *et al.* Physico-Chemical characteristics of goat and sheep milk, Op. cit. p. 88-113
12. HAENLEIN, G. Goat milk in human nutrition. En: Small Ruminant Research. 2004. Vol. 51. p. 154–163.

13. RODDEN, D. Dairy goat composition. [En línea]. California, Estados Unidos: Davis, 2004. [Citado el 16 de noviembre de 2004]. Disponible en <http://drinc.ucdavis.edu/html/milkg-1.shtml>.
14. HAENLEIN, Op. cit., p. 154-163
15. EKNAES, Margrate, *et al.* Changes in body reserves and milk quality throughout lactation in dairy goats. En: Small Ruminant Research. May 2006. Vol. 63, no. 1. p. 1-11
16. KÖHLER OSMARI, E. Produção e Qualidade do Leite em Cabras ½ boer-Saanen, em Lactação, Suplementadas com Diferentes Volumosos. Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de mestre em Zootecnia. Universidade Estadual de Maringá. Centro de ciências agrárias. 2007.
17. CHILLIARD, Y. y FERLAY, A. Dietary lipids and forages interactions on cow and goat milk fatty acid composition and sensory properties. En: Reproduction Nutrition and Development. 2004. Vol. 44. p. 467-492
18. CHILLIARD, Y.; *et al.* A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. En: Journal of Dairy Science. 2003. Vol. 86. p. 1751-1770.
19. PARODI, P. W. Cows' milk fat components as potential anticarcinogenic agents. En: Journal of Nutrition. 1997. Vol. 127. p.1055-1060.
20. KHANAL R. C. y OLSON K. C. Factors Affecting Conjugated Linoleic Acid (CLA) Content in Milk, Meat, and Egg: A Review. En: Journal of Nutrition. 2004. Vol. 3 p. 82-98.
21. PRANDINI, A.; *et al.* Different level of conjugated linoleic acid (CLA) in dairy products from Italy. En: Journal of Food Composition and Analysis. 2007. Vol. 20. p. 472-479.
22. PARK, Y. W. Goat milk—chemistry and nutrition.; *op cit.*, p. 34 – 58
23. SANZ SAMPELAYO, M. R.; *et al.* Influence of type of diet on the fat constituents of goat and sheep milk; *Op. cit.*, p. 42-63
24. ALLEN, M. S. Relationships between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. En: Journal of Dairy Science. 1997. Vol. 80. p. 1447.
25. ROJAS, H.; BENAVIDES, J. E y FUENTES, M. Producción de leche de cabras alimentadas con pasto y suplementadas con altos niveles de morera. En: J. E. Benavides ed. "Árboles y arbustos forrajeros en América Central". 1994. Vol. II. Serie técnica, Informe técnico No. 236. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 305-320.
26. RIBEIRO, L. R.; *et al.* Produção, composição do leite e constituintes sanguíneos de cabras alimentadas com diferentes volumosos. En: Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 2008. Vol.60, no. 6. p. 1523-1530.



27. HERRERA L. R.; *et al.* Variación bromatológica de la leche de cabras La mancha alimentadas con diferentes forrajes. En: *Agronomía Mesoamericana*. 2009. Vol. 20, no. 2. p. 381-390.
28. ROJAS, Op. Cit. p. 305-320
29. SANZ SAMPELAYO, M. R.; *et al.* Efecto de la forma física de presentación de la fracción forraje de la dieta y de la fuente proteica utilizada sobre la producción y composición de la leche de cabra de raza granadina. En: *Invest. Agr.: Prod. Sanid. Anim.* 1998. Vol. 13. p. 31-44.
30. GERMANO, R.; *et al.* Utilización de *Gliricidia (gliricidia sepium)* y *Leucaena (leucaena leucocephala)* en la alimentación de las cabras en lactación. Bananeiras, Brasil: SEOC, 2002. 6 p.
31. MOREIRA, C. E., *et al.* Produção de leite em cabras alimentadas com diferentes níveis de proteína na dieta: consumo e digestibilidade dos nutrientes. En: *Revista Brasileira de Zootecnia*. Vol. 35, no.3. 2006. p. 1162-1168.
32. CHURCH, C. D. El Rumiante, fisiología, digestión y nutrición. Zaragoza, España: Editorial Acribia, 1993. p.641
33. VAN SOEST, P. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2ª edición. New York, Estados Unidos: Cornell University, 1982. p. 476
34. ALAVARSE ZAMBOM, M. Desempenho e qualidade do leite de cabras Saanen alimentadas com diferentes relações volumoso:concentrado, no pré-parto e lactação. Dissertação apresentada para obtenção do título de mestre em Zootecnia. Universidade Estadual de Maringá. Centro de ciências agrárias. 2003.
35. GERMANO, R.; *et al.* Características químicas e sensoriais do leite de cabras Moxotó alimentadas com silagem de manicoba. En: *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2008. Vol. 37, no. 4. p. 694-702.
36. SÁNCHEZ, C.; *et al.* Comportamiento reproductivo de cabras alimentadas con distintos concentrados y sistemas de amamantamiento de las crías. En: *Revista Científica*. 2010. Vol. 20. p.170 – 175.
37. SILVA, H.; *et al.* Características físico-químicas e custo do leite de cabras alimentadas com farelo de cacau ou torta de dendê. *Arq. Bras. En: Med. Vet. Zootec.* Vol. 58, no.1. 2006. p. 116-123.
38. CHILLIARD, Y.; *et al.* A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis, Op. cit., p. 1751-1770.
39. FERREIRA FERNANDEZ, M. Qualidade do leite de cabras mezticas moxotó suplementadas com diferentes fontes e níveis de oleos vegetais. Dissertacao apresentada ao programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal da Paraíba. Centro de ciências agrárias, 2007.

40. MAIA, F. J.; *et al.* Inclusão de fontes de óleo na dieta de cabras em lactação: produção, composição e perfil dos ácidos graxos do leite. En: Revista Brasileira de Zootecnia. 2006. Vol. 35, no. 4. p. 1504-1513.
41. SOBRAL SILVA, G. Efeito da suplementação lipídica sobre desempenho e perfil metabólico de cabras Saanen em lactação. Dissertação apresentada para obtenção do título de mestre em Zootecnia. Universidade Federal de Campina Grande. Centro de saúde e tecnologia rural, 2008.