

PRODUCTIVIDAD, CALIDAD Y PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS EN LECHE DE CABRAS ALIMENTADAS CON DOS FORRAJES

Productivity, quality and fatty acids profile in milk of goats feed with two forages source

Gastón Federico Castillo Mitre¹, Rolando Rojo Rubio^{1*}, Leonel Avendaño Reyes², José Fernando Vázquez Armijo¹, Héctor Aarón Lee Rangel³, Benito Albarrán Portillo¹, Agustín Olmedo Juárez⁴, Ignacio Arturo Domínguez Vara⁵, Abdel Fattah Salem⁵

¹ Centro Universitario UAEM-Temasaltepec, Universidad Autónoma del Estado de México, Temascaltepec, CP. 51300, Estado de México, México.

² Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Baja California, México.

³Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, México.

⁴Departamento de Helminología, Centro Nacional en Parasitología Veterinaria, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Jiutepec, Morelos, México.

⁵ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México, México.

*Autor de correspondencia: dr_rojo70@yahoo.com.mx

Artículo científico recibido: 11 de julio de 2015, **aceptado:** 27 de septiembre de 2015

RESUMEN. Cuarenta cabras Alpino Francés (39.3 ± 2.0 kg PVI, primer parto) fueron usadas bajo un diseño completamente al azar para evaluar el efecto de dos fuentes de forraje en la dieta: Alfalfa (*Medicago sativa*) (T1) y alfalfa + maralfalfa (*Pennisetum purpureum* Var CT-115) (T2) sobre la respuesta productiva, calidad y perfil de ácidos grasos de la leche de cabra en el primer tercio de la lactación (60 d). El consumo de materia seca (CMS) fue similar ($p > 0.05$) para ambos grupos. Las cabras que recibieron el T1, produjeron 0.52 kg más de leche ($p < 0.01$), sin efecto significativo en el contenido de grasa y lactosa; T2 presentó mayor ($p < 0.5$) concentración de proteínas, sólidos totales, densidad y sólidos no grasos. La concentración de ácidos grasos de cadena corta (AGCC) tendió a ser mayor ($p = 0.07$) en T1, de manera particular aumentó el caprílico ($p < 0.05$). Por otra parte, tanto los ácidos grasos de cadena larga (AGCL), como los ácidos grasos mono insaturados fueron mayores ($p < 0.05$) en T2. El ácido linoleico fue menor ($p < 0.01$) en T2, lo cual se reflejó en una mayor ($p < 0.05$) concentración de ácido linoleico conjugado (ALC). La inclusión de maralfalfa en la dieta de cabras lecheras Alpino Francés, tiene un efecto positivo en la calidad y perfil de ácidos grasos, como el ácido linoleico conjugado, el cual ha demostrado tener efectos benéficos en la nutrición y salud humana.

Palabras clave: Producción, calidad de leche, cabras, ácidos grasos

ABSTRACT. Forty French Alpine goats (39.3 ± 2.0 kg PVI, first calf) were used under a completely randomized design to evaluate the effects of two sources of fodder on their diet: Alfalfa (*Medicago sativa*) (T1) and alfalfa + maralfalfa grass (*Pennisetum purpureum* Var CT-115) (T2) on the productive response, quality and fatty acids profile of the milk on the first third of the lactating period (60 d). The consumption of dry matter (CDM) was similar ($p > 0.05$) for both groups. The goats that received T1 produced 0.52 kg more milk ($p < 0.01$), without a significant effect in fat and lactose. T2 showed more concentration of protein, total solids, density and non fat solids. The concentration of short-chain fatty acids (SCFA) had a tendency to be greater ($p = 0.07$) in T1, in particular the caprylic acid increased ($p < 0.05$). On the other hand, both the long-chain fatty acids (LCFA) as well as the mono-unsaturated fatty acids were greater ($p < 0.05$) in T2. The linoleic acid was lower ($p < 0.01$) in T2, which was reflected in a greater ($p < 0.05$) concentration of conjugated linoleic acid (CLA). The inclusion of maralfalfa grass in the diet of the French Alpine milk goats has a positive effect on the quality and fatty acids profile, such as the conjugated linoleic acid, which has shown to have beneficial effects on nutrition and human health.

Key words: Production; milk quality; goats; fatty acids

INTRODUCCIÓN

Durante años la leche de los pequeños rumiantes como cabras y ovejas ha representado un importante ingreso económico en zonas rurales de los países en desarrollo, donde representa un alimento de alto valor biológico para la nutrición de niños y ancianos (Haenlein 2004). Debido a su contenido de grasa rica en ácidos grasos de cadena media (AGCM), como caproico, caprírico, caprílico y cáprico; los cuales pueden llegar a estar presentes hasta en 18 % de la leche (Boza y Sanz Sampelayo 1997); a diferencia de los ácidos grasos de cadena larga (AGCL), los AGCM inician su digestión en el estómago, por acción de la lipasa gástrica; mientras que en los AGCL en el duodeno, por lo que la hidrólisis de los AGCM es completada por la lipasa pancreática, a una velocidad cinco veces mayor que la de los AGCL (García 1996). En cuanto a los ácidos grasos se refiere, el aspecto más novedoso en relación a la composición de la grasa en la leche de los rumiantes tiene que ver con su contenido de ácido linoleico conjugado (ALC); el cual es el principal ácido graso precursor de la síntesis de cis 9, trans11-ALC, como consecuencia de la biohidrogenación que tiene lugar en el rumen, la cual depende de la cantidad y origen de grasa en la dieta, la relación forraje-concentrado y el contenido de nitrógeno en la dieta (Boza y Sanz Sampelayo 1997). Se ha documentado que el ALC tiene propiedades anticancerígenas (Banni et al. 1998, Yu 2001). Al respecto Morand-Fehr et al. (2000) mencionan que el forraje verde influye en el contenido de ácidos grasos de la leche, esto se debe a un aumento de los ácidos grasos poliinsaturados e incrementos de ALC, mediante la biohidrogenación en el rumen. Bajo este contexto, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto en la dieta de cabras Alpina Francés de la alfalfa henificada (*Medicago Sativa*) y la maralfalfa en verde (*Pennisetum purpureum* Var CT-115) sobre la producción, calidad y perfil de ácidos grasos durante los primeros 60 d de lactación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El manejo de los animales durante el experimento se realizó de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana del cuidado de los animales (NOM-051-ZOO-1996).

Sitio experimental

El experimento se efectuó durante la primavera de 2013 en el área metabólica de la Granja Experimental del Centro Universitario UAEM - Temascaltepec, la cual se encuentra a 1740 msnm, clima del tipo cálido sub-húmedo, con lluvias en verano (Aw) (García 1987).

Animales, alojamiento y tratamientos

Cuarenta cabras Alpino Francés con peso promedio inicial de 39.3 ± 2.0 kg, 9 meses de edad y de primer parto; se alojaron en corrales individuales provistas de sombra, comederos y bebederos automáticos. Antes de iniciar el experimento todas las cabras se vitaminaron con Vigantol ADE (3 mL animal⁻¹) y se desparasitaron de forma interna y externa con Ivermectina (0.5 mL animal⁻¹). Para después pesar a las cabras y estratificarlas de forma aleatoria por el peso, bajo un diseño completamente al azar. A cada cabra en el experimento se les monitoreó su estado de salud.

Los tratamientos fueron; T1: alfalfa y T2: alfalfa + maralfalfa (Tabla 1). Las cabras después del parto se adaptaron a los corrales y a la dieta basal (Cuadro 1) por 10 d. Se les proporcionó maralfalfa con edad de rebrote de 60 d, la cual se integró a la dieta en verde picándola a un tamaño de partícula de 3 cm. En tanto que la alfalfa se henificó y molió en molino de martillos con criba de 1 pulgada de diámetro para obtener partículas de 2.5 cm (Tabla 1).

Prueba productiva, calidad de leche y perfil de ácidos grasos

Durante el periodo experimental, la alimentación se ofreció a las 7:00, 13:00 y 19:00 h. La cantidad de alimento ofrecido y rechazado se pesó y registró todos los días, para luego deter-

Tabla 1. Composición de las dietas experimentales proporcionadas a cabras lecheras Alpino Francés, durante el primer tercio de la lactación.

| Concepto | Tratamientos | |
|-----------------------------|--------------|--------------------------|
| | T1: Alfalfa | T2: Alfalfa + maralfalfa |
| Ingredientes (MS, %) | | |
| Sorgo | 17.1 | 17.95 |
| Maíz | 17.1 | 17.95 |
| Salvado | 9.0 | 9.45 |
| Soya | 9.0 | 9.45 |
| Urea | 1.2 | 1.26 |
| Melaza | 4.8 | 5.04 |
| Minerales | 1.8 | 1.89 |
| Rastrojo | 8.0 | 5.0 |
| Heno alfalfa | 32.0 | 16.0 |
| Maralfalfa | 0.0 | 16.0 |
| Composición química (MS, %) | | |
| Materia seca | 86.45 | 89.96 |
| Materia orgánica | 92.56 | 92.28 |
| Proteína | 14.57 | 14.46 |
| Extracto etéreo | 19.70 | 21.61 |
| Cenizas | 7.44 | 7.72 |
| Fibra detergente neutro | 35.6 | 45.0 |
| Fibra detergente ácido | 30.7 | 38.0 |

minar el consumo de materia seca (CMS). Cada semana se tomaron submuestras de alimento para formar una muestra compuesta, la cual se secó a 60 °C en una estufa de aire forzado, hasta peso constante para luego guardarlas para su análisis químico. Las muestras secas se molieron en un molino Wiley, modelo 4 (Thomas Scientific, Swedesboro) utilizando una criba de 2 mm de diámetro, para determinar el contenido de materia seca (MS), cenizas (CEN), extracto etéreo (EE) y proteína cruda (PC) con los métodos 930.15, 942.05, 945.16, y 984.13, respectivamente (AOAC 1997). La concentración de FDN y FDA (Van Soest *et al.* 1991) se determinó mediante el analizador de fibra Ankom 200 (Tecnología Ankom). El contenido de materia orgánica (MO), se estimó como el contenido de cenizas menos 100. La producción de leche se cuantificó todos los días mediante ordeño manual y se expresó en kg utilizando una báscula electrónica OHAUS Mod. 5603. La calidad de la leche se determinó a los 15, 30, 45 y 60 d mediante un Milko-Scan® FTP 5200, midiendo las variables: proteína cruda, lactosa, sólidos no grasos, sólidos totales, densidad y grasa. A los datos obtenidos en cada uno de los periodos, se les calculo la media, la cual se sometió al análisis estadístico.

Análisis de ácidos grasos

Las muestras compuestas colectadas fueron centrifugadas a 17 800 x g por 30 min a temperatura de 8°C, de la grasa separada por centrifugación se obtuvieron de 300 a 400 g para su extracción y metilación, para luego analizarse con la metodología propuesta por Hara y Radin (1978). Los ésteres metílicos de los ácidos grasos se transesterificaron con metóxido de sodio de acuerdo con la metodología de Christie (1982), modificado por Chouinard *et al.* (1999). Los ésteres metílicos de los ácidos grasos se cuantificaron por cromatografía de gases con un SP-2560 con columna capilar de 100 m X 0.25 mm diámetro interno y espesor de 0.2 µm (Supelco Inc., Bellefonte). Los análisis involucraron corridas con rampas de temperatura, la temperatura inicial del cromatógrafo fue de 50 °C que se mantuvo por 1 min, para luego incrementar a 160 °C, aumentando 5 °C cada min hasta llegar a los 42 °C. Posteriormente, la temperatura se incremento a razón de 5 °C por min hasta llegar a los 190 °C y se mantuvo por 22 min, con temperatura del inyector de 250 °C. En la velocidad de flujo del gases acarreadores y el hidrógeno, se mantuvo a razón de 1 mL por min; el flujo de hidrógeno al detector de 25 mL por min,

el flujo de aire de 400 mL por min, y el flujo de nitrógeno de 45 mL por min.

Cada pico se identificó y cuantificó con una muestra de ésteres metílicos puros (UN Chek Prep, Elysian). La norma de referencia de grasa se utilizó para determinar la recuperación y los factores de corrección de los ácidos grasos de forma individual. La norma de referencia de grasa, se utilizó en intervalos regulares durante todo el análisis como ayuda del control de calidad.

Análisis estadísticos

Los datos se analizaron por medio de un análisis de varianza, utilizando el procedimiento GLM del SAS (SAS 2006). Bajo un diseño completamente al azar, las medias se separaron mediante la prueba PDIFF, STDERR statement y la significancia se tomó a un nivel de $p \leq 0.05$ con la tendencia de $0.05 < p \leq 0.10$ (Steel y Torrie 1980).

RESULTADOS

Respuesta productiva

Los resultados se muestran en Tabla 2, no se encontraron diferencias ($p > 0.05$) en el consumo de materia seca diaria; sin embargo, las cabras que consumieron alfalfa como fuente de forraje en la dieta produjeron 0.52 kg más de leche, respecto a las que se les incluyó maralfalfa en la dieta ($p < 0.01$).

Calidad de leche

El contenido de grasa y lactosa no fue afectado por el tratamiento ($p > 0.05$). Mientras que el contenido de proteína, sólidos totales, densidad y sólidos no grasos aumentaron ($p < 0.05$) con la inclusión del forraje de maralfalfa en la dieta de las cabras (Tabla 2).

Perfil de ácidos grasos

Los ácidos grasos caprílico y láurico de cadena corta fueron más altos ($p < 0.02$) en el T1. El ácido palmitoleico y oleico fueron más altos ($p < 0.01$) en el T2, mientras que el linoleico fue menor ($p < 0.05$). El ALC, los ácidos grasos de cadena larga y

ácidos grasos monoinsaturados fueron mayores ($p < 0.05$) en el tratamiento T2 (Tabla 3).

DISCUSIÓN

Respuesta productiva

La maralfalfa es una variedad de *Pennisetum purpureum* (Cuba CT115), desarrollada en Cuba por Martínez et al. (1996), tiene una buena productividad durante la estación seca y una alta resistencia al pastoreo. Se utiliza como alimento para el mantenimiento de bajos niveles de producción de leche en rumiantes en sistemas extensivos (Rodríguez et al. 2009), esto se debe a su bajo contenido de proteína cruda (9.81 %) y alto concentración de fibra insoluble en detergente neutro (50.59 %) (Correa, 2006), lo que limita la utilización de la fracción potencialmente digestible por falta de nitrógeno amoniacal ($< 25 \text{ mg dL}^{-1}$) en rumen. En el presente trabajo se encontró que cuando las cabras consumieron el forraje de alfalfa tuvieron una mayor producción de leche en comparación con las cabras que recibieron heno de alfalfa + maralfalfa, la menor producción de leche del tratamiento con maralfalfa se puede deber al bajo contenido de proteína cruda y a la alta concentración de fibra insoluble de la maralfalfa (Abdulrazak et al. 1997, Juma et al. 2006). A pesar de que en el presente experimento no se determinaron los carbohidratos no fibrosos (CNF) de la maralfalfa, se sabe que cuando un forraje se cosecha por las mañanas, la cantidad de CNF y de energía es baja, lo que repercute de forma directa en el consumo de materia seca y en la calidad de la leche, mientras que cuando se aumenta el contenido de carbohidratos solubles en el forraje, se mejora el consumo de materia seca y el contenido de proteína en la leche (Avondo et al. 2008). Mientras que otros estudios reportan que al incluir leguminosas tropicales en dietas de pasto maralfalfa, se mejora la degradabilidad de la MS (Rodríguez et al. 2009). El incluir alfalfa en la dieta de las cabras lecheras se tiene un mejor balance de compuestos nitrogenados y una mayor cantidad de la fracción potencialmente degradable, lo que aumenta la disponibilidad de energía neta

Tabla 2. Respuesta productiva y calidad de leche de cabras Alpina Francés recibiendo dos fuentes de forraje en su dieta.

| VARIABLES PRODUCTIVAS | T1:Alfalfa | T2:Alfalfa y Maralfalfa | EEM | Valor de P ¹ |
|---|------------|-------------------------|-------|-------------------------|
| Peso vivo inicial (kg) | 37.2 | 41.4 | | |
| Pesos vivo final (kg) | 43.5 | 42.2 | | |
| Consumo de materia seca (kg d ⁻¹) | 2.41 | 2.46 | 0.096 | 0.723 |
| Producción de leche (kg d ⁻¹) | 2.69 | 2.17 | 0.113 | 0.001 |
| Calidad (% de leche fluida) | | | | |
| Grasa | 4.51 | 4.15 | 0.162 | 0.117 |
| Lactosa | 4.29 | 4.24 | 0.148 | 0.790 |
| Proteína | 2.89 | 3.00 | 0.031 | 0.013 |
| Sólidos totales | 7.72 | 8.02 | 0.084 | 0.013 |
| Densidad | 26.26 | 27.59 | 0.333 | 0.006 |
| Sólidos no grasos | 0.73 | 0.75 | 0.008 | 0.038 |

EEM= Error estándar de la media, ¹ Valores de probabilidad asociados a tratamientos.

Tabla 3. Perfil de ácidos grasos (100 g⁻¹ totales de ácidos grasos) en la leche de cabras Alpino Francés recibiendo dos fuentes de forraje en su dieta.

| | T1:Alfalfa | T2:Alfalfa y Maralfalfa | EEM | Valor de P ¹ |
|-------------------------------|------------|-------------------------|-------|-------------------------|
| Ácido graso | | | | |
| Butírico (C4:0) | 1.71 | 1.70 | 0.085 | 0.92 |
| Caproico (C6:0) | 2.35 | 2.28 | 0.074 | 0.50 |
| Caprílico (C8:0) | 2.98 | 2.87 | 0.099 | 0.43 |
| Caprírico (C10:0) | 11.44 | 10.43 | 0.295 | 0.02 |
| Undecanoico (C11:0) | 0.40 | 0.39 | 0.019 | 0.80 |
| Laúrico (C12:0) | 5.51 | 4.91 | 0.178 | 0.02 |
| Tridecanoico (C13:0) | 0.24 | 0.22 | 0.013 | 0.44 |
| Mirístico (C14:0) | 11.39 | 11.26 | 0.196 | 0.63 |
| Miristoleico (C14:1) | 0.16 | 0.18 | 0.010 | 0.13 |
| Pentadecanoico (C15:0) | 1.06 | 1.12 | 0.040 | 0.24 |
| Palmitico (C16:0) | 28.93 | 27.61 | 0.824 | 0.24 |
| Palmitoleico (C16:1) | 1.02 | 1.23 | 0.019 | <0.01 |
| Heptadecanoico (C17:0) | 0.94 | 1.01 | 0.032 | 0.11 |
| Cis-10-heptadecanoico (C17:1) | 0.25 | 0.38 | 0.019 | <0.01 |
| Esteárico (C18:0) | 8.39 | 9.40 | 0.454 | 0.11 |
| Oleico (C18:1) | 18.58 | 20.49 | 0.682 | 0.05 |
| Linoleico (C18:2) | 3.02 | 2.50 | 0.128 | <0.01 |
| Linolenico (C18:3) | 0.53 | 0.42 | 0.033 | 0.02 |
| Linoleico conjugado (ALC) | 0.65 | 0.80 | 0.055 | 0.05 |
| Araquidónico (C20:4) | 0.34 | 0.43 | 0.050 | 0.22 |
| AGCC | 18.50 | 17.30 | 0.475 | 0.07 |
| AGCM | 49.95 | 48.37 | 0.771 | 0.14 |
| AGCL | 31.54 | 34.06 | 0.926 | 0.05 |
| AGS | 75.40 | 73.27 | 0.660 | 0.02 |
| AGMI | 20.03 | 22.29 | 0.692 | 0.02 |
| AGPI | 4.56 | 4.17 | 0.228 | 0.22 |
| Relación AGPI/AGS | 0.06 | 0.05 | 0.003 | 0.39 |

EEM= Error estándar de la media, ¹ Valores de probabilidad asociados a tratamientos, AGCC= Ácidos grasos de cadena corta, AGCM= Ácidos grasos de cadena media, AGCL= Ácidos grasos de cadena larga, AGS= Ácidos grasos saturados, AGMI= Ácidos grasos mono-insaturados, AGPI= Ácidos grasos poli-insaturados.

para la producción de leche, como sucedió en el tratamiento T1.

Calidad de leche

Se ha comprobado que la relación de forraje-concentrado en la dieta influye en la calidad de la

leche y los productos elaborados (Ledezma et al. 2007). Sobre todo, si en la dieta se incluye forraje verde, al respecto Lucas et al. (2008), encontraron diferencias en el perfil de AG de quesos provenientes de leche de cabra alimentadas con forraje fresco. En el presente experimento, a pesar de que el contenido

de grasa no se vio afectado por la inclusión de forraje fresco de *P. purpureum* en la dieta; el efecto de dilución podría explicar el aumento de proteína, sólidos totales, sólidos no grasos y densidad; en las cabras que recibieron maralfalfa en su dieta (T2). Por otra parte, cuando se incluye forraje en la dieta de los animales, el tamaño de la partícula tiene efecto sobre la calidad de la leche (Goetsch *et al.* 2010), por lo que el tamaño de partícula de la maralfalfa (3.0 cm) y el heno de alfalfa (2.5 cm), probablemente le dio ventaja al heno de alfalfa, ya que pudo tener una mayor velocidad de paso, lo que favorece un uso más eficiente de la energía al dedicar menos tiempo a la rumina (Goetsch *et al.* 2010).

Perfil de ácidos grasos

El contenido de ácido linoleico fue menor en el tratamiento T2, probablemente por la ruta metabólica que sigue del ácido linoleico conjugado (ALC). Siendo el principal ácido graso precursor de la síntesis de cis 9, trans11-ALC, como consecuencia de la biohidrogenación que tiene lugar en el rumen, por la acción de *Butyrivibrio fibrisolvens* (Kepler y Tove 1967). Al respecto Chilliard *et al.* (2003) indican que el funcionamiento de las células mamarias en caprinos y bovinos se regula de diferentes maneras, en especial en lo referente a los procesos de elongación de los ácidos grasos. En los tres tipos de leche (bovina, caprina y ovina) el ácido graso

trans se encuentra en forma de ácido vaccénico, que es un precursor del ALC. Sin embargo Alonso *et al.* (1999) reportan que la cantidad total de C18: 1 trans en la leche de cabra corresponde a 2.1% del contenido total de grasas, por lo que el mayor contenido del ALC encontrado en la grasa de la leche de las cabras alimentadas con heno de alfalfa + maralfalfa proviene de la biohidrogenación del ácido linoleico. Al respecto Nudda *et al.* (2005) afirman que el contenido de ALC en la grasa de la leche de ovejas y cabras, puede ser más alto que el encontrado en las vacas, debido al tipo de alimentación. Por otro lado los animales que se encuentran en confinamiento también pueden mejorar la calidad de la leche siempre y cuando reciban forrajes de buena calidad con edades tempranas de rebrote (Donnem *et al.* 2011).

CONCLUSIONES

La inclusión de maralfalfa en la dieta de cabras lecheras Alpino Francés mejora la calidad de leche con efecto positivo sobre el perfil de ácidos grasos, como el ácido linoleico conjugado, el cual ha demostrado tener efecto benéficos en la nutrición y salud humana.

LITERATURA CITADA

- Abdulrazak SA, Muinga RW, Thorpe W, Orskov ER (1997) Supplementation with *Gliricidia sepium* and *Leucaena leucocephala* on voluntary food intake, digestibility, rumen fermentation and liveweight of crossbred steers offered Zeamaysstover. *Livestock Production Science* 49: 53-62.
- Alonso L, Fontecha J, Lozada L, Fraga MJ, Juárez M (1999) Fatty acid composition of caprine milk: major, branched-chain, and trans fatty acids. *Journal of Dairy Science* 82: 878 - 884.
- Association of Official Analytical Chemists (1997) *Official Methods of Analysis*, 16th edition. AOAC, Arlington, VA, USA. 325p.
- Avondo M, Bonanno A, Pagano RI, Valenti B, Grigoli AD, Luigia Alicata M, Galofaro V, Pennisi P (2008) Milk quality as affected by grazing time of day in Mediterranean goats. *Journal of Dairy Research* 75: 48-54.
- Banni S, Angioni E, Contini M, Carta G, Casu V, Lengo G, Melis P, Deiana M, Dessi A, Corongiu F (1998) Conjugated linoleic acid and oxidative stree. *Journal American Oil Chemistry Society* 75: 261-267.

- Boza J, Sanz Sampelayo MR (1997) Nutritional aspects of goat milk. *Annal Academia de Ciencias Veterinarias. Andalucía Oriental* 10: 109 - 139.
- Correa HJ (2006) Calidad nutricional del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp) cosechado a dos edades de rebrote. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 18, Article 84. Retrieved January 19, 2016, from <http://www.lrrd.org/lrrd18/6/corr18084.htm>. Fecha de consulta 10 de julio de 2015
- Chilliard Y, Ferlay A, Rouel J, Lamberet G (2003) A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. *Journal of Dairy Science* 86: 1751-1770.
- Chouinard PY, Corneau L, Saebf A, Bauman DE (1999) Milk yield and composition during abomasal infusion of conjugated linoleic acids in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 82: 2737-2745.
- Donnem I, Randby AT, Eknæs M (2011) Effect of grass silage harvesting time and level of concentrate supplementation on goat milk quality. *Animal Feed Science and Technology* 163:118-129.
- García E (1987) Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 246p.
- García UM (1996) Therapeutic utility of the medium-chain triglycerides. *Ketogenic diets in the infantile epilepsy. Nutrition Clinic* 16: 7-35.
- Goetsch AL, Gipson TA, Askar AR, Puchala R (2010) Feeding behavior of goats. *Journal of Animal Science* 88: 361-374.
- Haenlein GFW (2004) Goat milk in human nutrition. *Journal of Dairy Science* 51: 155-163.
- Juma HK, Abdulrazak SA, Miunga RW, Ambula MK, (2006) Evaluation of Clitoria, Gliricidia and Mucuna as nitrogen supplements to Napier grass basal diet in relation to the performance of lactating Jersey cows. *Livestock Science* 103:23-29.
- Kepler CR and Tove SB (1967) Biohydrogenation of unsaturated fatty acids. III. Purification and properties of linoleate 12-cis, 11-trans isomerase from *Butyrivibrio fibrisolvens*. *Journal Biological Chemistry* 242: 5686-5692.
- Ledesma L, Fresno M, Álvarez S, Darias J, Rodríguez E Díaz C (2007) Cambios de la composición mineral de quesos de cabra en función de la dieta y el cuajo usado. *Archivos de Zootecnia* 56: 719-723
- Lucas A, Coulon JB, Agabriel C, Chilliard Y, Rock E (2008) Relationships between the conditions of goat's milk production and the contents of some components of nutritional interest in Rocamadour cheese. *Small Ruminant Research* 74: 91-106.
- Martínez RO, Herrera RS, Cruz R, Torres V (1996) Tissue culture and mutation breeding in tropical pastures. *P. purpureum*: another example for obtaining new clones. *Cuban Journal. Agriculture Science* 30: 1-10.
- Morand-Fehr MR, Sanz Sampelayo Y, Fedele Y, Le Frileux M, Eknæs PH, Schmidely S, et al. (2000) Effect of feeding on the quality of goat milk and cheeses. *Proc. of the 7th International Conference on Goats*, vol. 1, Tours, France. pp: 53-58.
- Norma Oficial Mexicana, (1996) NOM-051-ZOO-1995, Trato humanitario en la movilización de animales. 20p.
- Nudda A, McGuire MA, Battacone G, Pulina G (2005) Seasonal variation in conjugated linoleic acid and vaccenic acid in milk fat of sheep and its transfer to cheese and ricotta. *Journal of Dairy Science* 88: 1311-1319.

- Rodríguez R, Fondevila M, Castrillo C (2009) In vitro ruminal fermentation of Pennisetumpurpureum CT115 supplemented with four tropical browse legume species. *Animal Feed Science Technology* 151: 65-74.
- Steel RGD, Torrie JH (1980) *Bioestadística: Principios y procedimientos*. McGraw-Hill.México. pp: 181-184.
- SAS Institute (2006) *SAS User's Guide: Statistics*. Ver 9.0. SAS Institute, Cary, N.C. USA.
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA (1991) Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre, and non-starch carbohydrates in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74: 583- 597.
- Yu L (2001) Free radical scavenging properties of conjugated linoleic acid. *Journal Agriculture Food Chemistry* 49: 3452-3456.