

# Compositional quality of local goat milk in the Comarca Lagunera of Mexico

Calidad composicional de la leche de cabras locales en la Comarca Lagunera de México.

Salinas-González, Homero<sup>1</sup>; Maldonado, Jorge A.<sup>2</sup>; Torres-Hernández, Glafiro<sup>2</sup>; Triana-Gutiérrez, Mariana<sup>3</sup>; Isidro-Requejo, Luis M.<sup>4</sup>; Meda-Alducin, Pedro<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias Matamoros, Coahuila, México. Correo-e: homero.salinas@hotmail.com

<sup>2</sup>Colegio de Postgraduados. Departamento de Ganadería. km 36.5 Carretera México-Texcoco, C. P. 56230. Montecillo, México.

<sup>3</sup>Colegio de Postgraduados. Departamento de Ganadería. km 36.5 Carretera México-Texcoco, C. P. 56230. Montecillo, México.

<sup>4</sup>Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo. km 38.5 Carretera Gómez Palacio-Chihuahua, Bermejillo, Durango, México.

<sup>5</sup>INIFAP-Campo Experimental La Laguna, Blvd. José Santos Valdez # 1200 Pte., Col. Centro. C. P. 27440, Matamoros, Coahuila, México.

<sup>5</sup>Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Zootecnia. km 38.5 Carretera México-Texcoco, C. P. 56230. Chapingo, Texcoco, Estado de México.

## Abstract

The aim of this study was to determine the compositional quality of local goat milk from Comarca Lagunera, Mexico. Variables measured were: fat, protein, lactose, non-fat solids and total solids. Three hundred and fifty lactating local goats were randomly taken from 6 flocks. The goats were managed extensively and fed with native vegetation, although the diet was occasionally supplemented with agricultural residues. Farms were visited monthly from February to September 2013 to be present at milking time. Milk was manually homogenized to take samples which were later examined with a MilkoScope Expert Automatic® analyzer. Data were analyzed with SAS V 9.0 software to characterize the milk component curves as a function of time. Overall means for milk components were: fat 4.13 % ± 0.66, protein 3.32 % ± 0.29, lactose 4.95 % ± 0.43, non-fat solids 7.41 % ± 0.67 and total solids 13.14 % ± 1.7. There were significant differences ( $P < 0.01$ ) between months for protein, lactose, non-fat solids and total solids.

**Keywords:** Quality, composition, milk, local goat.

## Resumen

El objetivo del presente trabajo fue determinar la calidad composicional de la leche de cabras locales de la Comarca Lagunera de México. Se midieron las variables: grasa, proteína, lactosa, sólidos no grasos y sólidos totales. Para el estudio se tomaron al azar 350 cabras locales lactantes de seis rebaños. Las cabras fueron manejadas en forma extensiva y alimentadas con vegetación nativa, en pocos casos la dieta se complementó con esquilmos de cultivos agrícolas. Las explotaciones se visitaron mensualmente de febrero a septiembre del 2013, para estar presente al momento de la ordeña. La leche fue homogenizada manualmente para extraer muestras que posteriormente se examinaron con el equipo MilkoScope Expert Automatic®. Los datos recopilados se analizaron con el programa SAS V 9.0 para caracterizar las curvas de componentes de la leche en función del tiempo. Las medias generales de los componentes fueron: grasa 4.13 ± 0.66 %, proteína 3.32 % ± 0.29, lactosa 4.95 % ± 0.43, sólidos no grasos 7.41 % ± 0.67 y sólidos totales 13.14 % ± 1.7. Se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) entre los meses de estudio para proteína, lactosa, sólidos no grasos y sólidos totales.

**Palabras clave:** Calidad, composición, leche, cabra local.

## Introduction

Goat farming is carried out almost worldwide, but is mainly located between the tropics of Cancer and Capricorn and in countries such as India, China, Pakistan, Nigeria, Bangladesh and Iran, where there are the largest goat concentrations (Ducoing, 2011). Goat milk production takes place mainly in countries like India, Bangladesh, Pakistan, Mali, France and Spain, among others (FAOSTAT, 2012).

About 64 % of goats in Mexico are concentrated in extensive production systems in arid and semi-arid areas, with the remaining 36 % in the temperate region under intensive management (Cantu et al., 1989). These areas are characterized by a low socioeconomic level, high scarcity of natural resources such as water, and prolonged droughts (Baraza et al. 2008).

Mexico is considered the largest goat producer in the Americas and is ranked 18th in milk production worldwide (FAOSTAT, 2012).

The country produces more than 160 million liters of goat milk annually, generating an economic impact of just over 731 million pesos (SIAP-SAGARPA, 2011). Goat farming in northern Mexico is carried out extensively by mostly low-income producers, whose livestock mainly feed on the grassland resource. This production system directly affects family income and the degree of utilization of natural resources (Vargas et al., 1990). Regional production systems are heterogeneous, with technological and sanitation lags, and with little or no organization and integration of producers (SAGARPA, 2007). In northern Mexico, goat flocks are formed mostly by animals that producers call *Criollos* (Merlos-Brito, 2008), a name now accepted as meaning “locals” (Montaldo et al., 2010), which are animals without a defined phenotype due to the use by mating of different breeds such as Alpine, Saanen, Nubian and Toggenburg.

The Comarca Lagunera (Coahuila-Durango) is one of the areas of the country with one of the largest inventories of goats, about 411,376 animals (SAGARPA, 2013). In addition, the Laguna Region is the main goat milk-producing region in Mexico, with about 60 million liters per year, generating an economic impact of more than 263 million pesos a year, representing 22 and 14.3 % of the national total respectively (SIAP-SAGARPA, 2013); however, although the region is regarded as the leading milk producer, there is no information aimed at analyzing the quality of it within the extensive system, nor to study the variation in milk components during the year. The available literature is focused on comparing different diets and mostly using purebred animals. Knowledge of goat milk components is essential for the development of the

## Introducción

La actividad caprina está distribuida prácticamente a nivel mundial, se ubica principalmente entre los trópicos de cáncer y capricornio, y coincide con países como India, China, Pakistán, Nigeria, Bangladesh e Irán, donde se encuentran las mayores concentraciones de cabras (Ducoing, 2011). La producción lechera de cabras se lleva a cabo principalmente en países como India, Bangladesh, Pakistán, Mali, Francia y España, entre otros (FAOSTAT, 2012).

El 64 % de las cabras en México se concentra en los sistemas de producción extensivos de las zonas áridas y semiáridas, y el 36 % restante en la región templada, bajo manejo intensivo (Cantú et al., 1989). Estas zonas se caracterizan por tener un bajo nivel socioeconómico, alta escases de recursos naturales como el agua, y sequías prolongadas (Baraza et al. 2008).

México está considerado como el principal productor de cabras en el continente americano y ubicado en el lugar 18 en producción de leche a nivel mundial (FAOSTAT, 2012).

En el país se producen anualmente más de 160 millones de litros de leche de cabra, generando una derrama económica de un poco más de 731 millones de pesos (SIAP-SAGARPA, 2011). La caprinocultura en el norte de México es una actividad manejada en forma extensiva por productores en su mayoría de bajos ingresos, donde basan la alimentación del ganado principalmente utilizando el recurso pastizal. Este sistema de producción incide directamente en la economía familiar y el grado de utilización de los recursos naturales (Vargas et al., 1990). Los sistemas de producción regionales son heterogéneos, con rezagos tecnológicos y de sanidad, y con poca o nula organización e integración de productores (SAGARPA, 2007). En el norte de México los hatos caprinos están formados en su mayor parte por animales que los productores denominan *Criollos* (Merlos-Brito, 2008), denominación ahora aceptada como “locales” (Montaldo et al., 2010), que son animales sin un fenotipo definido debido a la utilización mediante encaste de diferentes razas como Alpina, Saanen, Nubia y Toggenburg.

La Comarca Lagunera (Coahuila-Durango) es una de las zonas del país con uno de los mayores inventarios de cabras, cerca 411,376 animales (SAGARPA, 2013). Además, la Región Lagunera está ubicada como la principal región productora de leche de cabra en México con aproximadamente 60 millones de litros anuales, generando una derrama económica de más de 263 millones de pesos anuales, lo que representa el 22 y 14.3 % del total nacional respectivamente (SIAP-SAGARPA, 2013); sin embargo, aunque la región esté considerada como la principal productora de leche, no

goat industry, since this depends to a large extent on yield, productivity and consumer acceptance (Bedoya et al., w/d).

One of the production characteristics which positions the caprine species in the milk market, relative to bovine milk, is that the former has a lower lactose content and more digestible fat molecules, and also contains a higher amount of total solids; therefore, it is a nutritional and economic product (Sánchez et al., 2003). These features allow goat milk to attain a high price at the global level and make it more competitive in the productive sector (Ángel-Marín et al., 2009). Despite this, goat milk has a relatively small market, characterized by the existence of wholesale intermediaries who industrialize the product and distribute it to retailers, who offer end-consumers value-added products, usually cheese and sweets (Olhagaray & Evans, 2007).

Milk quality largely depends on its chemical composition, with the main components of this product (protein, fat and total solids) reportedly being dependent on factors such as breed, feeding system, lactation period and flock management (Pinto et al., 1998).

The aim of this study was to determine the compositional quality of local goat milk in the Laguna region, by measuring fat, protein, non-fat solids and total solids based on the month of measurement.

## Materials and methods

The study was conducted in six flocks located in the county of Viesca, in the ejidos Zaragoza, Gabino Vázquez and Nuevo Reynosa, situated in the Comarca Lagunera (26 °N) in northern Mexico, located at 1,100 masl; the climate is dry arid with mean annual rainfall of 240mm (Villanueva et al., 2011), the average annual temperature recorded in the shade is 25 °C and the temperature ranges from -1 °C in winter to 44 °C in summer (Cruz-Castrejón et al., 2007).

A total of 350 local goats were used to evaluate milk quality. The evaluation period was from February to September 2013, in order to include periods of higher and lower production, and also because it was felt that the most marked changes in flock feeding, which has a strong effect on milk composition, are concentrated in these months, (Gallardo, 2006). Flock management is typical for the extensive system, with day-time grazing and night-time enclosure and without supplementation. The diet consists of native plant species of the region such as some grasses, mesquite (*Prosopis* spp.) and Huizache (*Acacia* spp.); occasionally the livestock have access to agricultural wastes (melon, watermelon, fodder oats and sorghum).

existe información dirigida a analizar la calidad de la misma dentro del sistema extensivo, como tampoco a estudiar la variación de los componentes de la leche durante el año. La literatura disponible está enfocada a la comparación de diferentes dietas y en su mayoría utilizando animales de razas puras. El conocimiento de los componentes de la leche de cabra es fundamental para el desarrollo de la industria caprina, ya que de esto dependerán en gran medida el rendimiento, la productividad y la aceptación por parte del consumidor (Bedoya et al., s/f)

Una de las características productivas que posiciona a la especie caprina en el mercado de la leche en comparación con la leche de bovino, es que la primera posee un contenido menor de lactosa y moléculas de grasa más digeribles, además contiene una mayor cantidad de sólidos totales; por tanto, es un producto nutritivo y económico (Sánchez et al., 2003). Estas características permiten que la leche de cabra alcance un alto precio a nivel mundial y la hacen más competitiva en el sector productivo (Ángel-Marín et al., 2009). A pesar de lo anterior, la leche de cabra posee un mercado relativamente pequeño, caracterizado por la existencia de intermediarios mayoristas los cuales industrializan el producto y lo distribuyen al mercado minorista, quien por último ofrece a los consumidores finales productos de valor agregado, generalmente quesos y dulces (Olhagaray & Espinoza, 2007).

La calidad de la leche depende en gran medida de su composición bromatológica, reportándose que los principales componentes de este producto (proteína, grasa y sólidos totales) dependen de factores como raza, sistema de alimentación, periodo de lactancia y manejo del rebaño (Pinto et al., 1998).

El objetivo de este trabajo fue determinar la calidad composicional de la leche de cabras locales de la Comarca Lagunera, midiendo grasa, proteína, sólidos no grasos, y sólidos totales en función del mes de medición.

## Materiales y métodos

El trabajo se realizó en seis hatos ubicados en el municipio de Viesca, en los ejidos Zaragoza, Gabino Vázquez y Nuevo Reynosa, situados en la Comarca Lagunera (26 °N) en el norte de México, ubicada a 1,100 msnm; el clima es árido seco con una precipitación media anual de 240mm (Villanueva et al., 2011), la temperatura anual promedio registrada a la sombra es de 25 °C con rangos de -1 °C en invierno y 44 °C en verano (Cruz-Castrejón et al., 2007).

Para evaluar la calidad de leche se utilizaron 350 cabras locales. El periodo de evaluación fue de febrero a septiembre del 2013, con el fin de incluir las épocas

The flocks were milked by hand once a month, beginning with times between 4:00 and 7:00 am, according to the custom of the goat farmer. Milk samples were taken from vessels containing the total daily production per flock. To obtain the samples, the milk was homogenized manually using stainless steel utensils and then 150-ml samples were taken and placed in a cooler for transport to INIFAP's La Laguna Experimental Station Food Safety laboratory for analysis.

For the analysis of the milk composition, a MilkoScope Expert Automatic® analyzer calibrated specifically for goat milk was used. The milk had an average temperature of 25 °C.

Data were analyzed using the SAS linear model (SAS Institute, 2002) to determine whether the monthly averages of the analyzed variables showed significant difference, in which case the Tukey test was used for the separation of means.

## Results and discussion

Table 1 shows the results of the analysis of milk components.

### Fat

The results show an average fat content of 4.13 % ± 0.66, higher than the values found by Castagnaso et al. (2007) for local Argentine goat flocks with an average percentage of 2.46 % and even higher than that observed in the local Argentine x Nubian cross where

de mayor y menor producción, además se consideró que en estos meses se concentran los cambios más marcados en la alimentación del rebaño, lo que tiene un fuerte efecto en la composición de la leche (Gallardo, 2006). El manejo de los hatos es el típico para el sistema extensivo, con pastoreo diurno y encierro nocturno y sin suplementación. La dieta consiste en especies vegetales nativas de la región como algunos zacates, mezquite (*Prosopis* spp.) y Huizache (*Acacia* spp.), ocasionalmente el ganado tiene acceso a esquilmos agrícolas (melón, sandía, avena forrajera y sorgo).

Los hatos se ordeñaron de forma manual una vez al mes iniciando con horarios entre 4:00 y 7:00 am según la costumbre del caprinocultor. Las muestras de leche fueron extraídas de los recipientes que contenían el total de la producción diaria por hato. Para la obtención de las muestras, se homogeneizó la leche en forma manual utilizando utensilios de acero inoxidable y se extrajeron muestras de 150 ml, las que posteriormente se colocaron en una hielera para su traslado al laboratorio de Inocuidad Alimentaria de Campo Experimental La Laguna, INIFAP, para su análisis.

Para el análisis de la composición de la leche se utilizó el equipo MilkoScope Expert Automatic® calibrado específicamente para leche de cabra. La leche presentó una temperatura promedio de 25 °C.

Los datos se analizaron mediante el modelo lineal de SAS (SAS Institute, 2002) para determinar si las medias mensuales de las variables analizadas mostraban diferencia significativa, en cuyo caso se utilizó la prueba de Tukey para obtener la separación de medias.

**Table 1. Mean, standard deviation and confidence interval of milk components.**

**Cuadro 1. Media, desviación estándar e intervalo de confianza de los componentes de la leche.**

Variable/Variable	Mean/Media	S. D./D. E.	Confidence interval/ Intervalo de confianza
Fat (%)/Grasa (%)	4.13	0.66	3.89- 4.37
Protein (%)/Proteína (%)	3.32	0.29	3.21-3.42
Lactose (%)/Lactosa (%)	4.95	0.43	4.79-5.10
Non-fat Solids (%)/Sólidos No Grasos (%)	7.41	0.67	7.16-7.65
Total Solids (%)/Sólidos Totales (%)	13.14	0.79	12.76- 13.53
$\alpha=0.05$			

an average of 2.94 % was found. However, it was lower than that reported by Oliszewski et al. (2002) in local highland goats with an average fat content of  $4.91 \pm 0.20$  % and local Peruvian goats with an average of 4.89 % reported by Ludueña et al. (2006). The fat content during the sampling period showed no significant differences ( $P > 0.05$ ), but did show increases in May and September (Figure 1). Usually the determination of fat content in milk is considered a satisfactory measure to estimate the overall quality of fresh milk; however, estimating the content of total solids and non-fat solids is also important to know with greater certainty the quality of milk in mammals (Piñeros et al., 2005).

### Protein

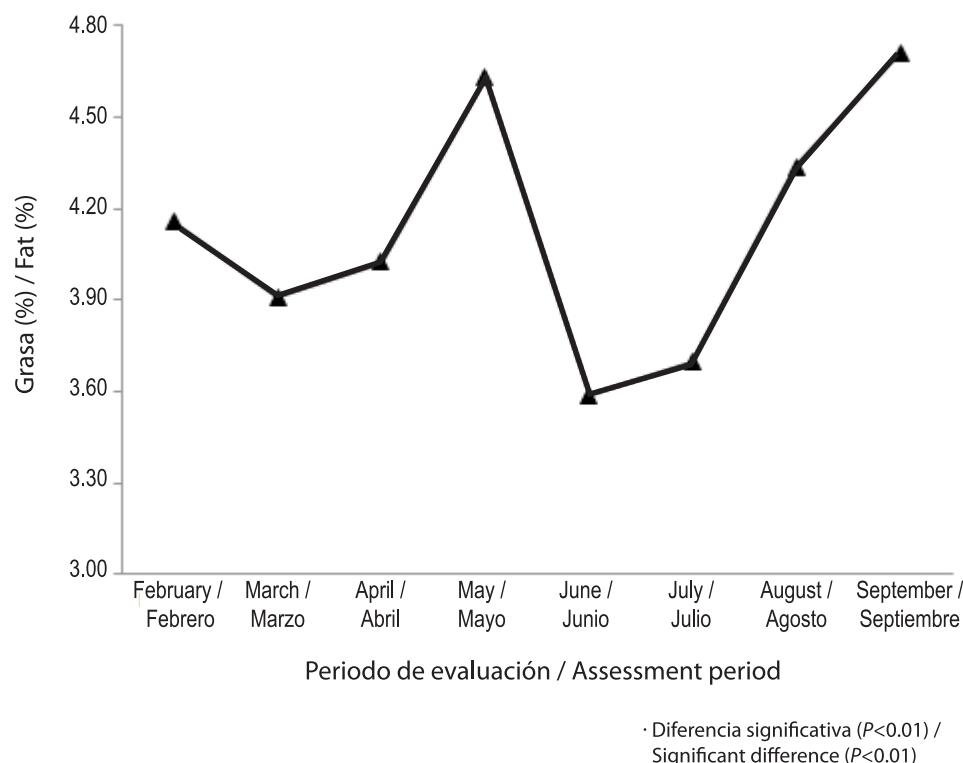
The results show an average protein content of  $3.32 \pm 0.29$  %; these results are lower than those reported by Oliszewski et al. (2002) in the local highland goat which had the highest protein percentage ( $5.13 \pm 0.10$  %), followed by the Canary Island and majorera goat with  $4.24 \pm 0.40$  % (Barba et al., 2001), the local Peruvian goat with 3.77 % (Ludueña et al., 2006), the Argentina x Nubian cross goat with 3.75 % and the local Argentina goat with 3.67 % (Castagnasso et al., 2007) and finally the mated goats in Santiago del Estero, Argentina with a protein average of  $3.37 \pm 0.31$  %. These data indicate that the average protein level in local goats

### Resultados y discusión

En el Cuadro 1 se muestran los resultados de los componentes de la leche.

### Grasa

Los resultados mostraron un contenido promedio de grasa de  $4.13 \pm 0.66$ , superior a los valores encontrados por Castagnasso et al. (2007) para hatos de cabras criollas argentinas con un porcentaje promedio de 2.46 % e incluso superior a lo observado en la cruce criolla argentina x Nubia donde se encontró un promedio de 2.94 %. Sin embargo fue inferior a lo que reportan Oliszewski et al. (2002) en cabras criollas serranas con un porcentaje promedio de grasa de  $4.91 \pm 0.20$  % y criollas peruanas con un promedio de 4.89 % reportado por Ludueña et al. (2006). El contenido de grasa durante el periodo de muestreo no mostró diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), aunque presentó incrementos en mayo y septiembre (Figura 1). Usualmente la determinación del contenido de grasa en leche es considerada como una medida satisfactoria para estimar la calidad total de la leche fresca, sin embargo, la estimación del contenido de sólidos totales y sólidos no grasos también resulta importante para conocer con mayor certeza la calidad de la leche en los mamíferos (Piñeros et al., 2005).



**Figure 1. Behavior over time of the fat component in goat milk.**

**Figura 1. Comportamiento en el tiempo del componente grasa en la leche de cabra.**

in the Lagunera region of Coahuila, Mexico is below that of other regional biotypes even when they are mated with purebreds; this opens up a window of opportunity for improving this component through selection work to increase the genetic progress (Torres-Vázquez et al., 2010).

Figure 2 shows the behavior of the protein level throughout the sampling period, where there is a progressive increase towards the end of lactation; this coincides with the observations of Frau et al. (2007) who attribute this behavior to the particularities of both the management and food received by the animals. In addition, it shows that the months of February, April, May and June are different from the others ( $P < 0.01$ ).

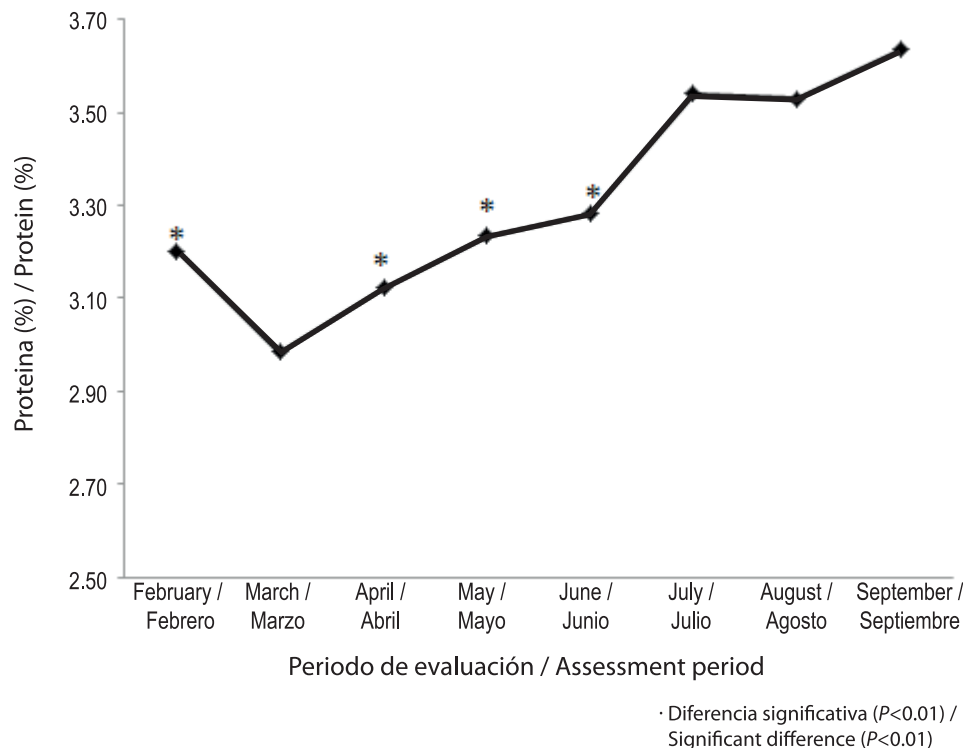
### Lactose

The results in this study show an average lactose content of  $4.95 \pm 0.43$  %, which is higher than other reports found, such as those of Ludueña et al. (2006), Barba et al. (2001), Frau et al. (2012), and Kanwal et al. (2004) with averages of 4.01 %,  $4.29 \pm 0.20$  %,  $4.22 \pm 0.38$  % and  $4.66 \pm 0.33$  %, respectively. This superiority may indicate that the type of feeding and mating generated over time in the region results in a higher lactose content in milk, since other reports show that in places like the Canary Islands, Spain, Santiago del

### Proteína

Los resultados obtenidos mostraron un contenido promedio de proteína de  $3.32 \pm 0.29$  %, estos resultados son inferiores a lo reportado por Oliszewski et al. (2002) en la cabra criolla serrana la cual tuvo el mayor porcentaje de proteína ( $5.13 \pm 0.10$  %), seguida por la cabra canaria y majorera con  $4.24 \pm 0.40$  % (Barba et al., 2001), después la cabra criolla peruana con 3.77 % (Ludueña et al., 2006), la cruce argentina x Nubia 3.75 % y cabra criolla argentina 3.67 % (Castagnasso et al., 2007) y finalmente las cabras encastadas en Santiago del Estero, Argentina con un promedio de proteína de  $3.37 \pm 0.31$  %. Estos datos nos indican que el promedio de proteína en la cabra local de la región lagunera en Coahuila, México está por debajo de otros biotipos regionales aun cuando están encastados con razas puras, esto abre una ventana de oportunidad para mejorar este componente a través de trabajos de selección para incrementar el progreso genético (Torres-Vázquez et al., 2010).

La Figura 2 muestra el comportamiento del nivel de proteína a lo largo del periodo de muestreo, se observa que existe un incremento progresivo hacia el final de la lactancia, esto coincide con las observaciones de Frau et al. (2007) que atribuyen este comportamiento a las particularidades tanto del manejo como de alimento que reciben los animales. Además, presenta que los



**Figure 2. Behavior over time of the protein component in goat milk.**

**Figura 2. Comportamiento en el tiempo del componente proteína en la leche de cabra.**

Estero, Argentina and Islamabad, Pakistan, the lactose averages in regional biotypes are lower than those found in the Lagunera region of Coahuila, Mexico.

Figure 3 shows the behavior of the lactose content in local goat milk in the Lagunera region, finding a similar behavior to that of protein, although with higher levels.

### Total Solids

The results for total solids (Table 1) show an average content of 13.14 %, a level that can be considered satisfactory, but other authors such as Ludueña et al. (2006), Kanwal et al. (2004), Ceballos et al. (2009) and Oliszewski et al. (2007) report similar content levels to those found in this study with values ranging from 13.38 %, 13.55 %, 13.57 % and  $15.59 \pm 0.25$  % respectively.

The results for total solids content (Figure 4) show a similar behavior to that of protein and lactose in the study period; moreover, the monthly averages for February, April, May and June were different than those of the other months ( $P < 0.01$ ).

### Non-fat solids

The average for this component in local goats in the Lagunera region is 7.41 %, which is lower than the averages reported by Frau et al. (2007), García et al. (2013), Kanwal et al., (2004) and Oliszewski et al. (2002), with values of 8.44, 8.41, 8.92 and 11.02 % respectively in Anglo-Nubian, Saanen, Roja Sokoto and local Serrana breeds.

meses de febrero, abril, mayo y junio son diferentes a los demás ( $P < 0.01$ ).

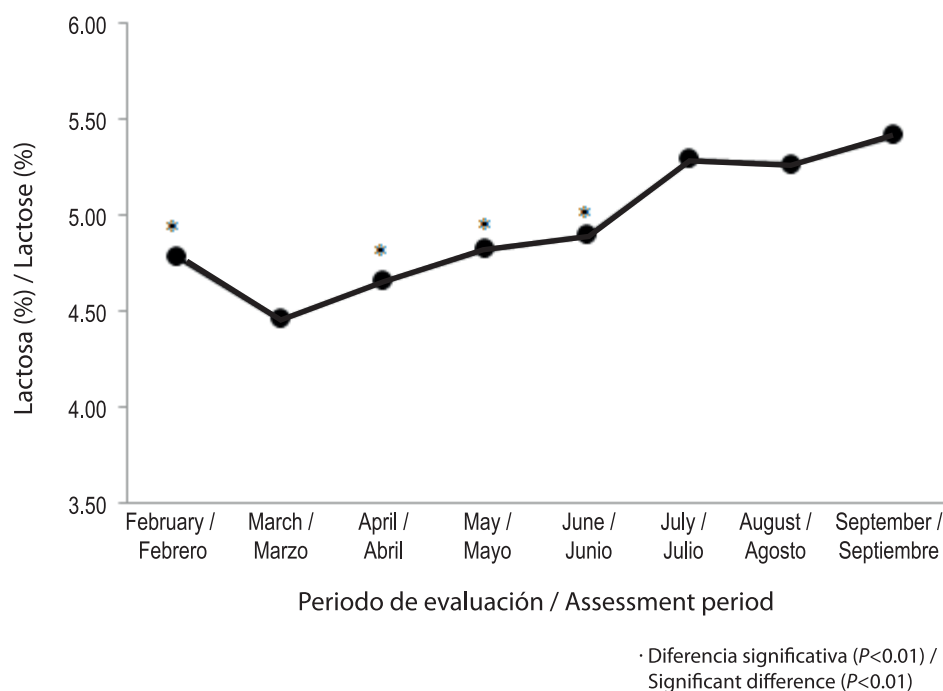
### Lactosa

En este estudio los resultados para lactosa muestran un contenido promedio de  $4.95 \pm 0.43$  %, este dato es superior a otros reportes encontrados, como los de Ludueña et al. (2006), Barba et al. (2001), Frau et al. (2012), y Kanwal et al. (2004) con promedios de 4.01 %,  $4.29 \pm 0.20$  %,  $4.22 \pm 0.38$  % y  $4.66 \pm 0.33$  %, respectivamente. Esta superioridad puede indicar que el tipo de alimentación y el encaste generado a través del tiempo en la región ofrecen un mayor contenido de lactosa en la leche, ya que los demás reportes muestran que en otros lugares como Islas Canarias, España, Santiago del Estero, Argentina e Islamabad, Pakistán, los promedios de lactosa en los biotipos regionales son inferiores a los encontrados en la región lagunera de Coahuila, México.

La Figura 3 muestra el comportamiento del contenido de lactosa en la leche de las cabras locales de la región lagunera, encontrando un comportamiento similar al de la proteína, aunque con niveles mayores.

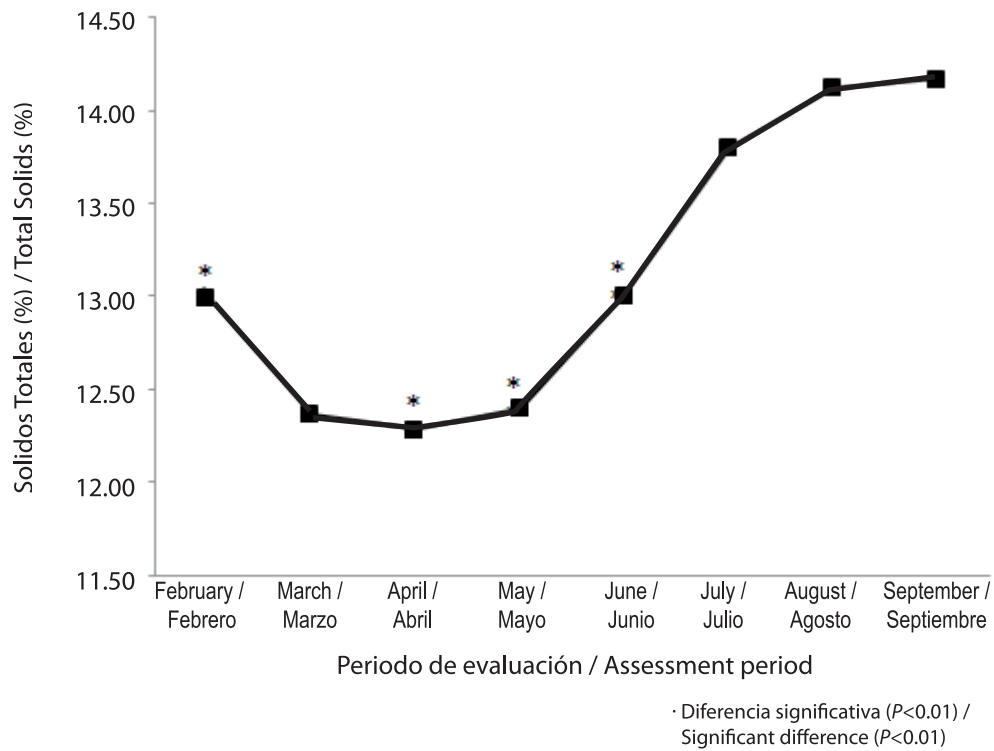
### Sólidos Totales

Los resultados para sólidos totales (Cuadro 1) muestran un contenido promedio de 13.14 %, nivel que puede considerarse como satisfactorio, sin embargo otros autores como Ludueña et al. (2006), Kanwal et al. (2004),



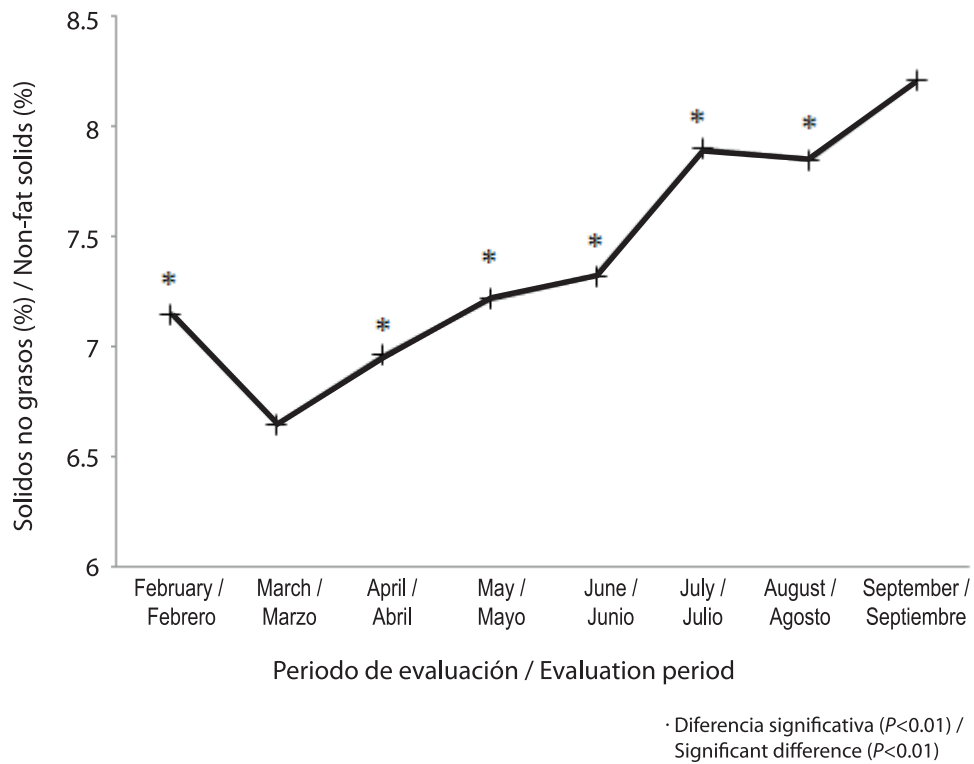
**Figure 3. Behavior over time of the lactose component in goat milk.**

**Figura 3. Comportamiento en el tiempo del componente Lactosa en la leche de cabra.**



**Figure 4. Behavior over time of the total solids component in goat milk.**

**Figura 4. Comportamiento en el tiempo del componente Solidos Totales en la leche de cabra.**



**Figure 5. Behavior over time of the non-fat solids component in goat milk.**

**Figura 5. Comportamiento en el tiempo del componente Solidos no grasos en la leche de cabra.**

Finally, the results for non-fat solids in the months of February, April, May, June, July and August were highly significant ( $P < 0.01$ ) compared to the averages of the other months, which indicates that this component varies over time and that as lactation comes to an end, non-fat solids content decreases along with production (Figure 5).

## Conclusions

The level of protein, total solids and non-fat solids was lower than that reported in all breed types with which the milk quality was compared; this opens up a window of opportunity to improve these components and make local goat milk in northern Mexico more attractive for the processing industry, mainly for the production of cheeses and milk sweets.

The lactose content was higher than in all other breed types to which it was compared. This may indicate that the type of feed and mating generated over time in the region have helped increase this component; however, it is necessary to determine whether these levels are attractive for both industry and personal consumption.

## Acknowledgements

The authors are grateful to CONACYT and INIFAP for the scholarship granted for graduate studies, as well as the Colegio de Postgraduados for the necessary training to carry out this work.

### End of English version

## References / Referencias

- Ángel-Marín P. A.; Agudelo-Gómez D. A.; Restrepo L. F.; Cañas-Álvarez J. J.; Cerón-Muñoz M. F. (2009). Curvas de lactancia de cabras mestizas utilizando modelos matemáticos no lineales. *Revista Lasallista de Investigación*, vol. 6, núm. 1, pp. 43-49.
- Baraza E.; Ángeles S.; García A. Valiente B. A. (2008). Nuevos recursos naturales como complemento de la dieta de caprinos durante la época seca, en el Valle de Tehuacán, México. *Interciencia*, Vol. 33 núm. 12.
- Barba C.; De la Nuez J.; Fernández M.; Rodríguez J.; Pariacote F. (2001). Estimación de la producción de leche en la agrupación caprina canaria. Caso de una explotación modelo en régimen intensivo. *Zootecnia Trop.* 19 (Supl. 1): 289-296.
- Bedoya M. O.; Rosero N. R.; Posada L. S/F. Composición de la leche de cabra y otros factores nutricionales que afectan el contenido de sus componentes <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/124/1/7.%2093-110.pdf>
- Cantú R. E.; Colín N. M.; Contreras M.; García J. (1989). Estudios sobre la estacionalidad reproductiva de

Ceballos et al. (2009) y Oliszewski et al. (2007) reportan contenidos similares a los encontrados en este estudio con valores que van de 13.38 %, 13.55 %, 13.57 % y 15.59  $\pm$  0.25 % respectivamente.

Los resultados para el contenido de sólidos totales (Figura 4) muestran un comportamiento similar al de proteína y lactosa en el periodo de estudio, asimismo los meses de febrero, abril, mayo y junio fueron diferentes a las otras medias mensuales ( $P < 0.01$ ).

## Sólidos no grasos

El promedio para este componente en las cabras locales de la región lagunera es de 7.41 %, dato inferior a los reportados por Frau et al. (2007), García et al. (2013), Kanwal et al., (2004) y Oliszewski et al. (2002), con valores de 8.44, 8.41, 8.92, y 11.02 % respectivamente en razas Anglo-Nubia, Saanen, Roja Sokoto y Criolla Serrana.

Por último los resultados para sólidos no grasos en los meses de febrero, abril, mayo, junio, julio y agosto fueron altamente significativos ( $P < 0.01$ ) a las medias de los otros meses; lo que nos indica que este componente varía en el tiempo y conforme la lactancia se mueve hacia el final el contenido de sólidos no grasos disminuye al igual que la producción (Figura 5).

## Conclusiones

El nivel de proteína, sólidos totales y sólidos no grasos resultó ser inferior a todos los tipos raciales con los que se comparó la calidad de leche, esto abre una ventana de oportunidad para mejorar estos componentes y hacer de la leche de las cabras locales del norte de México un producto más atractivo para la industria transformadora principalmente para la elaboración de quesos y dulces.

El contenido de lactosa resultó ser superior a todos los tipos raciales comparados, esto puede indicar que el tipo de alimentación y el encaste generado a través del tiempo en la región han ayudado a incrementar este componente, sin embargo es necesario determinar si estos niveles son atractivos tanto para la industria como para el autoconsumo.

## Agradecimientos

A CONACYT e INIFAP por el apoyo como becario para la realización de estudios de posgrado, así como al Colegio de Postgraduados por la capacitación para la preparación de este trabajo.

- los machos caprinos de las razas Saanen y Alpina. En: Memorias de la V reunión Nacional sobre la Caprinocultura. Zacatecas, México. P. 67.
- Castagnasso H.; Micelli E.; Dietrich M.; Lacchini R. (2007). Composición de leche de cabra criolla y cruce x Nubia. V Congreso de especialistas en pequeños rumiantes y camélidos sudamericanos. Mendoza, Argentina. Universidad de la Plata. [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_caprina/leche\\_caprina/70-castagnasso\\_composicion.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_caprina/leche_caprina/70-castagnasso_composicion.pdf)
- Ceballos L. S.; Morales E. R.; De La Torre G. A.; Castro J. D.; Martínez L. P.; Sanz-Sampelayo M. R. (2009). Composition of goat and cow milk produced under similar conditions and analyzed by identical methodology. *Journal of food composition and analysis*. 22:322-329.
- Cruz-Castrejón U.; Véliz F. G.; Rivas-Muñoz R.; Flores J. A.; Hernández H.; Duarte-Moreno G. (2007). Respuesta de la actividad sexual a la suplementación alimenticia de machos cabríos tratados con días largos, con un manejo extensivo a libre pastoreo. *Técnica Pecuaria en México*, vol. 45, núm. 1, pp. 93-100.
- Ducoin W. A. E. (2011). Producción de leche de cabra: situación y perspectivas. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM.
- FAOSTAT. (2012). Estadísticas de producción de leche de cabra a nivel mundial y nacional. Recuperado el 4 de Julio del 2014 de <http://faostat.fao.org/site/569/DesktopDefault.aspx?PageID0569#ancor>
- Frau F., Font G., Paz R., Pece N. (2012). Composición fisicoquímica y calidad microbiológica de leche de cabra en rebaño bajo sistema extensivo en Santiago del Estero (Argentina). *Revista de la Facultad de Agronomía. La Plata*. Vol. 111(1)-7.
- García C. M.; Salas P. L.; Esparza R. J.; Preciado R. P.; Romero P. J.; (2013). Producción y calidad fisicoquímica de la leche de cabras suplementadas con forraje verde hidropónico de maíz. *Agronomía Mesoamericana*. 24 (1) 169-176.
- Gallardo M. (2006). Alimentación y composición química de la leche. Sitio argentino de producción animal. Pp. 1-2 [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
- Kanwal R.; Ahmed T.; Mirza B. (2004). Comparative analysis of quality of milk collected from buffalo, cow, goat and sheep of Rawalpindi/Islamabad region in Pakistan. *Asian Journal of Plant Sciences*. 3(3):300-305.
- Ludueña F.; Peralta S.; Arroyo O.; Fung L.; González C. (2006). Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la leche de cabra y su conservación mediante la activación del sistema lactoperoxidasa. [http://www.hablemosclaro.org/Repositorio/biblioteca/b\\_178\\_Caracterización\\_fisioquimica\\_de\\_la\\_leche\\_de\\_cabra.pdf](http://www.hablemosclaro.org/Repositorio/biblioteca/b_178_Caracterización_fisioquimica_de_la_leche_de_cabra.pdf)
- Merlos-Brito M.; Martínez-Rojero R.; Torres-Hernández G.; Mastache-Lagunes A.; Gallegos-Sánchez J. (2008). Evaluación de características productivas en cabritos Boer x Local, Nubia x Local y de la cruce de especial de Guerrero, México. *Vet. Mex.* Vol. 39, No 3.
- Montaldo, H. H.; Torres-Hernández, G.; Valencia-Posadas, M. 2010. Goat breeding research in Mexico. *Small Rumin. Res.* 89:155-163.
- Olhagaray. R. E.; y Espinoza A. J. (2007). Producción y comercialización de la leche de cabra en el GGAVATT-INIFAP "Juan E. García" del municipio de Lerdo, Dgo. México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, vol. XI, núm. 20, pp. 308-313
- Oliszewski R.; Rabasa A. E.; Fernández J. L.; Poli M. A.; Núñez K. M. (2002). Composición química y rendimiento quesero de la leche de cabra criolla serrana del noroeste Argentino. *Zootecnia Trop.* V. 20 No. 2. Maracay.
- Pinto C. M.; Carrasco R. E.; Fraser L. B.; Letelier H. A.; Dorner P. W. (1998). Composición química de la leche cruda y sus variaciones a nivel de silos en plantas lecheras de la VII, IX y X regiones de Chile. Parte I. Macrocomponentes. *Agrosur*. Disponible en <http://mingaonline.uach.cl>
- Piñeros G. G.; Téllez I. G.; Cubillos G. A. (2005). La calidad como factor de competitividad en la cadena láctea. Caso: Cuenca lechera del alto Chicamocha (Boyaca). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Bogotá, Colombia.
- Sánchez, C.; García, M.; Álvarez, M. (2003). Efecto de la suplementación alimenticia sobre el comportamiento productivo de cabras al postparto en la microrregión Río Tocuyo, Estado Lara. *Zootecnia Trop.* 21:43-55.
- SAS 9.0. (2002). By SAS Institute Inc., Cary, NC, US.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2007). Anuario estadístico de la producción agropecuaria, SAGARPA Región Lagunera Durango-Coahuila.
- Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP-SAGARPA). (2011). Anuario estadístico de la producción agropecuaria.
- Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP-SAGARPA). (2013). Anuario estadístico de la producción agropecuaria.
- Torres-Vázquez J. A.; Valencia-Posadas M.; Castillo-Juárez H.; Montaldo H. H. (2010). Genetic and phenotypic trends for milk yield and milk composition traits of Saanen goats from Mexico. *Rev. Méx. Cienc. Pecu.* 1(4):337-348
- Vargas L. S.; Vázquez A. R.; Mora y Nava C. R. (1990). El sistema pastoril caprino de la ganadería familiar de un ejido en el norte de México. Memorias de la IV reunión Nacional sobre Caprinocultura. San Luis Potosí, Méx. pp 135-140.
- Villanueva D. J.; Cerano P. J.; Constante G. V.; Stahl D. W.; Estrada A. J.; Tostado P. M. (2011). Variabilidad hidrolimática histórica del norte de México inferida con anillos de crecimiento de Douglas-Fir. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 2:221-234.