

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE VETERINARIA**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD HIGIÉNICO-SANITARIA Y DE COMPOSICIÓN DE  
LECHE CAPRINA DE LA RAZA SAANEN EN LA SEGUNDA MITAD DE LA  
LACTANCIA EN UN ESTABLECIMIENTO CAPRINO EN LA ZONA RURAL DE  
MONTEVIDEO**

“por”

**Daniel CRUZ GADEA \***



**TESIS DE GRADO** presentada como uno  
de los requisitos para obtener el título de  
**Doctor en Ciencias Veterinarias**  
Orientación: Higiene, Inspección-  
Control y Tecnología de los Alimentos  
de origen animal

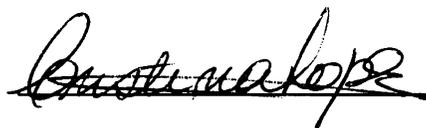
**MODALIDAD: Estudio de caso**

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2012**



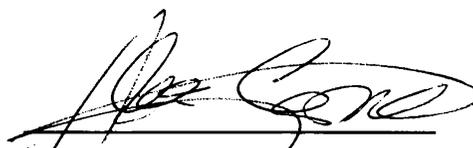
Tesis de grado aprobada por:

Presidente de mesa:



Dra. Cristina López

Segundo miembro (Tutor):



Dra. Silvana Carro

Tercer miembro:

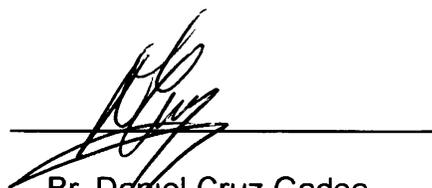


Dra. Lucía Grille

Fecha:

3/09/12

Autor:



Br. Daniel Cruz Gadea

FACULTAD DE VETERINARIA

Aprobado con 12 (doce) vot

## **AGRADECIMIENTOS**

La presente tesis de grado, si bien ha requerido de esfuerzo y dedicación por parte del autor, no hubiese sido posible su realización sin la cooperación y trabajo de aquellas personas e instituciones que citaré a continuación.

En primer lugar, agradecer al Departamento de Ciencia y Tecnología de la Leche de la Facultad de Veterinaria, Dra. Lorena Bentancor, Téc. Lech. Yuver Acosta, Lic. Karina Cal, Lic. Sheila Giacaman, Dr. Álvaro González y Br. Florencia Lazzarini por la ayuda y apoyo recibido durante el período de esta investigación.

A la Dra. Silvana Carro, encargada de este Departamento y tutora de esta tesis, por permitir la realización de este trabajo, por su apoyo y conocimientos compartidos y enseñados.

A la Dra. Lucía Grille, por sus consejos, enseñanzas y ánimos brindados, no sólo en el ámbito académico, sino también para mi desarrollo personal.

Agradecer al Parque de Actividades Agropecuarias de la Intendencia Municipal de Montevideo (PAGRO): Dra. Silvana González, Dr. Carlos Pintos, Ing. Agr. Román Gadea y a Julio por su colaboración y cooperación para facilitarnos las extracciones de muestras.

Agradezco a aquellas personas que me ayudaron en la búsqueda bibliográfica en la Biblioteca de Facultad de Veterinaria.

A la Profesora Adjunta Carmen Silvia Gallo Muniz, encargada del Área de Inglés de Facultad de Veterinaria, por su colaboración en la traducción del resumen.

Finalmente, a mi familia por su apoyo y respaldo brindado. A ellos les dedico este trabajo.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>PÁGINA DE APROBACIÓN</b> .....	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>3</b>
<b>LISTA DE CUADROS Y FIGURAS</b> .....	<b>5</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>7</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>8</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>9</b>
LECHE CAPRINA EN EL MUNDO.....	9
IMPORTANCIA EN LA NUTRICIÓN Y SALUD HUMANA.....	11
CARACTERÍSTICAS DE LA LECHE DE CABRA.....	13
CONCEPTOS DE CALIDAD DE LECHE.....	14
CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA Y DE COMPOSICIÓN.....	15
CALIDAD HIGIÉNICO-SANITARIA.....	18
CALIDAD HIGIÉNICA (MICROBIOLÓGICA).....	19
CALIDAD SANITARIA (RECUENTO DE CÉLULAS SOMÁTICAS).....	23
<b>OBJETIVO GENERAL</b> .....	<b>27</b>
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	<b>27</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>28</b>
DISEÑO EXPERIMENTAL.....	28
MUESTREO PARA ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.....	28
MUESTRAS INDIVIDUALES.....	28
MUESTRAS REPRESENTATIVAS DEL RODEO (TARRO).....	29
MUESTREO PARA ANÁLISI FÍSICO-QUÍMICO.....	30
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>32</b>
CALIDAD HIGIÉNICO-SANITARIA.....	32
Recuento total de mesófilos aerobios (RTMA) y recuento de células somáticas (RCS) en muestras individuales.....	32
RTMA y RCS en muestras representativas.....	32
Determinación de coliformes totales y <i>Staphylococcus coagulasa positiva</i> en muestras representativas.....	33
CALIDAD DE COMPOSICIÓN.....	33
PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS.....	35
<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>37</b>
CALIDAD HIGIÉNICO-SANITARIA.....	37
Recuento total de mesófilos aeróbios.....	37
Recuento de células somáticas.....	37
Recuento de coliformes totales.....	38
Recuento de <i>Staphylococcus coagulasa positiva</i> .....	39
CALIDAD DE COMPOSICIÓN.....	39
PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS.....	40
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>43</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>44</b>
<b>ANEXO</b> .....	<b>52</b>

## LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Gráfico N° 1: Evolución del recuento total de mesófilos aerobios (RTMA) y recuento de células somáticas (RCS) expresados en logaritmo base 10 ( $\log_{10}$ ), en leche caprina en 6 muestreos individuales (n=25)...	32
Gráfico N° 2: Principales componentes de la leche caprina (muestreo individual) durante la segunda mitad del ciclo de lactancia (n=25).....	33
Tabla N°1: Valores promedio en porcentaje de materia grasa, proteína, y lactosa en leche caprina en 6 muestreos sucesivos representativos (tarro) del ordeño matutino durante la segunda mitad del ciclo de lactancia.....	34
Tabla N°2. Valores de muestras individuales positivas a diferentes graduaciones en la prueba de alcohol (%).....	35
Tabla N°3: Valores promedio para acidez (°Dörnic) y pH en leche de cabra obtenida de 6 muestreos individuales (n=25) del ordeño matutino durante la segunda mitad del ciclo de lactancia (diciembre de 2009 a abril del 2010).....	36
Tabla N°4: Valores promedio para acidez (°Dörnic) y pH en leche de cabra obtenida de 6 muestreos representativos (tarro) del ordeño matutino durante la segunda mitad del ciclo de lactancia (diciembre de 2009 a abril del 2010).....	36
Tabla N°5: Valores de composición de la leche caprina durante el período de diciembre del 2009 a abril del 2010.....	52
Tabla N°6: Valores de composición de la leche caprina durante el período de diciembre del 2009 a abril del 2010.....	53
Tabla N°7: Valores de composición de la leche caprina durante el período de diciembre del 2009 a abril del 2010.....	54
Tabla N°8: Valores de RTMA en leche caprina durante el período de diciembre del 2009 a abril del 2010.....	55
Tabla N°9: Valores de RTMA en leche caprina durante el período de diciembre del 2009 a abril del 2010.....	56
Tabla N°10: Valores de RCS en leche caprina durante el período de diciembre del 2009 a abril del 2010.....	57
Tabla N°11: Valores de RCS en leche caprina durante el período de diciembre del 2009 a abril del 2010.....	58
Tabla N°12: Valores de <i>Staphylococcus aureus</i> en leche caprina durante el período de diciembre del 2009 a abril del 2010.....	59
Tabla N°13: Valores de coliformes totales en leche caprina durante el período de diciembre del 2009 a abril del 2010.....	59

Tabla N°14: Valores de acidez en leche caprina durante el período de diciembre del 2009 a abril del 2010.....	60
Tabla N°15: Valores de pH en leche caprina durante el período de diciembre del 2009 a abril del 2010.....	61
Tabla N°16: Prueba de alcohol (68% de etanol) en leche caprina durante el período de diciembre del 2009 a abril del 2010.....	62
Tabla N°17: Prueba de alcohol (58% de etanol) en leche caprina durante el período de diciembre del 2009 a abril del 2010.....	63
Tabla N°18: Prueba de alcohol (55% de etanol) en leche caprina durante el período de diciembre del 2009 a abril del 2010.....	64

## RESUMEN

Los beneficios nutricionales, terapéuticos y para el mantenimiento de la salud y funciones fisiológicas que presenta la leche de cabra y sus subproductos son muy importantes para su valoración. El consumo de leche procedente de los pequeños rumiantes puede estar determinado simplemente, por ser la leche más disponible en determinadas zonas, o en otros casos por ser la base de alimentos especialmente preferidos (queso de oveja y cabra) o incluso por poder llegar a satisfacer requerimientos específicos de determinados estratos de la población. En Uruguay, la explotación caprina se centraliza en la producción de leche, la que se emplea en su mayoría para la fabricación de varios tipos de quesos. La calidad de la leche debe tener el potencial para tolerar el tratamiento tecnológico y que se transforme en un producto que satisfaga las expectativas de los consumidores, en términos de salud, valor nutricional, de seguridad (higiénicos) y atributos sensoriales. En Uruguay, no existe reglamentación que defina parámetros para evaluar la calidad higiénico-sanitaria en la leche de cabra.

El principal objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad higiénico-sanitaria y de composición. Se determinaron valores de recuento total de mesófilos aerobios, recuento de células somáticas, coliformes totales, *Staphylococcus aureus*, materia grasa, proteína y lactosa, acidez, pH y prueba del alcohol. Se utilizaron cabras de la raza Saanen, pertenecientes al Parque de Actividades Agropecuarias (PAGRO), localizado en la zona de Colón, Montevideo, Uruguay. Se realizaron 6 muestreos individuales a 25 animales, y se extrajo una muestra representativa del tarro producido durante el ordeño de la mañana. El intervalo entre cada muestreo fue aproximadamente de 15 días, y se realizó durante la segunda mitad del ciclo de lactancia.

Se concluye que en relación a la calidad higiénico-sanitaria los valores se encuentran dentro de los reportados en la región, así como los valores de materia grasa y lactosa, mientras que el porcentaje de proteína fue levemente superior. En relación a las propiedades físico-químicas: acidez y pH se encontraron valores similares a los reportados por la literatura. Mientras que en la prueba del alcohol se observó una gran inestabilidad en la graduación 68° GL, sin determinarse con las graduaciones de etanol evaluadas, una que fuera apropiada para indicar la termoestabilidad de esta leche.

## SUMMARY

Goat milk and its by-products are very important for the nutritional and therapeutic benefits, health maintenance and physiological functions and for their evaluation. Milk consumption derived from small ruminants can be determined simply by being the more available milk in certain areas, or in other cases as the basis of especially preferred food (cheese from sheep and goat) for or to meet the specific demands of certain strata of the population. The goat farm in Uruguay is centralized in the production of milk, which is used mostly for manufacturing various types of cheeses. The quality of the milk must have the potential to tolerate the technological treatment and its transformation into a product that meets consumer expectations in terms of health, nutritional value, safety (hygiene) and sensory attributes. There is no regulation that defines the parameters in order to evaluate the standards of hygienic-sanitary quality of goat milk in Uruguay. The main objective of this study was to evaluate the standards of hygienic-sanitary quality and milk composition. There were determined values for total aerobic mesophilic count, somatic cell counting, total coliforms, *Staphylococcus aureus*, fatty matter, protein and lactose, acidity, pH and alcohol testing. We used Saanen goats belonging to the Agricultural Activities Park (PAGRO by its acronym in Spanish) located in the area of Colón (Columbus), Montevideo, Uruguay. 6 Individual samples were performed to 25 animals, and a representative sample of the jar produced during milking in the morning was taken. The interval between each sample was approximately 15 days and it was conducted during the second half of the lactation cycle. We conclude that values regarding the standards of hygienic-sanitary quality are within those reported in the region as well as the values of fatty matter and lactose, while the percentage of protein was slightly higher. Concerning the physico-chemical properties: acidity and pH values were similar to those reported in the literature. While the alcohol test showed a great instability in the graduation 68 ° GL, undetermined for the evaluated ethanol, an appropriate one to indicate this milk thermostability.

## INTRODUCCIÓN

### **Leche caprina en el mundo**

Durante su larga historia coexistiendo con la civilización, la cabra ha mantenido su presencia en todas las esferas de la actividad humana. Las cualidades excepcionales de esta especie (adaptabilidad a una amplia gama de ambientes, la capacidad de pastar en diferentes tipos de forraje incluso aquellos de mala calidad, habilidad para caminar largas distancias, alta eficiencia en la producción de leche, etc.), hacen que sea un animal destacado e importante en las regiones rurales marginales con climas secos o semi-secos (Boyazoglu y col, 2005).

Las cabras han sido importantes para la alimentación y la seguridad económica de las regiones en desarrollo durante años y su contribución en el retorno económico de los países desarrollados ha ido en aumento (Sahlu y Goetsch, 2005; Ribeiro y Ribeiro, 2010), esto es particularmente importante para los países del Mediterráneo (Boyazoglu y col, 2005). En estas áreas la producción de cabras y ovejas se basan en un sistema de pastoreo y desempeñan un papel ecológico esencial. Es importante la producción de quesos, la cual satisface los nichos de mercado para estos productos que han sido cada vez más populares en los últimos años en esa región y a nivel de exportaciones, especialmente bajo las etiquetas orgánicas (Morand-Fehr y col., 2007).

Los pequeños rumiantes están presentes en todo el mundo y se considera que se adaptan bien al pastoreo de tierras pobres y son vistos como muy atractivos para la producción a pequeña escala en países en desarrollo y en las zonas menos favorecidas del punto de vista climático y topográfico (Pirisi y col. 2007; Haenlein, 2001). En estos países la mayoría de la leche producida es para autoconsumo o se vende a nivel local a través del sector informal. En América del Sur con su tradición hispánica para el consumo de quesos de leche de cabra tiene varios puntos regionales de producción en Brasil, México, Argentina y Chile, aunque la importancia económica del sector es muy baja (Dubeuf, 2005).

La alta facilidad de adaptación de estos rumiantes puede ser vista a través de la eficiencia de producción, la cual puede ser medida por el volumen de leche y el número de crías por año. Así por ejemplo, el consumo de forraje de seis cabras, con producción media de 1,2 litros de leche/día/animal, equivale al de una vaca con producción de 6 litros de leche/día, o sea la producción total es 15% mayor. En cuanto al número de crías, seis cabras pueden tener 21 cabritos en dos años, mientras que la vaca sólo produciría dos crías como máximo (De Cuadros, 2008).

En los últimos 20 años, un nuevo y creciente interés en la leche caprina y productos derivados ha ocurrido en diferentes sitios del mundo, no obstante la mayoría de los sectores organizados en la leche de cabra están ubicados en los países desarrollados de Europa (Dubeuf, 2005) y también la mayoría de la investigación científica proviene de éstos (Sahlu y Goetsch, 2005). Los beneficios nutricionales, terapéuticos y para el mantenimiento de la salud y funciones fisiológicas que presenta esta leche y sus productos son muy importantes para su valoración (Ribeiro y Ribeiro, 2010).

El consumo de leche procedente de los pequeños rumiantes puede estar determinado simplemente, por ser la leche más disponible en determinadas zonas, o en otros casos por ser la base de alimentos especialmente preferidos (queso de oveja y cabra) o incluso por poder llegar a satisfacer requerimientos específicos de determinados estratos de la población (Haenlein, 1996a).

A nivel mundial, el sector de la leche de cabra está claramente posicionada en los productos lácteos para los consumidores con ingresos altos (Dubeuf, 2005). En Estados Unidos la industria de leche y productos lácteos caprinos ha sido reconocida y tiene buenas perspectivas de progreso, debido a los nichos de mercados "gourmet" incluyendo alimentos alternativos y fuentes naturales de proteínas y lípidos (Haenlein, 1996b).

Según Ribeiro y Ribeiro (2010), el sabor es el principal criterio usado por los consumidores para tomar la decisión de comprar y consumir la leche caprina y sus productos y el sabor típico de cabra es considerado como un componente de calidad en los quesos de esta especie.

De acuerdo con la FAO, la mayoría de la población mundial tiene acceso a la leche de cabra (Pirisi y col., 2007). La producción mundial alcanzó los 16,6 millones de toneladas en 2010 (leche entera), con 921 millones de cabezas. Los primeros lugares en cantidad de producción lo ocupan India, Bangladesh y Sudán, con 4,6, 2,4 y 1,6 millones de toneladas, respectivamente. Le siguen Pakistán, Francia, España, Grecia e Irán alcanzando valores de 739.000, 645.176, 602.000, 470.000 y 452.000 toneladas respectivamente. En América del Sur se produjeron 197.580 toneladas, destacándose Brasil con 148.149 toneladas (FAOSTAT, 2010).

Europa posee solo el 2.5% del rebaño caprino mundial pero produce el 18% de la producción mundial de leche de ésta especie. Es el único continente donde esta leche tiene importancia económica, el sector es organizado y la mayoría de la producción es comercializada. En estos países los derivados de ésta son casi exclusivamente los quesos, aunque recientemente las ventas de leche UHT se ha incrementado debido a sus cualidades dietéticas. (Dubeuf, 2005).

Según Pirisi y col. (2007), comunican que la leche de oveja y cabra juntas representan sólo el 4.25% del total de la producción mundial de leche con las mayores cantidades en Asia. Durante los últimos años la tendencia ha sido una leve reducción en el número de animales criados, mientras que al mismo tiempo ha habido un aumento general en el volumen de leche producida. Sin embargo, de acuerdo con Haenlein (2001), la necesidad de disponibilidad de más leche parece reflejarse en los incrementos de las poblaciones de cabras lecheras durante los últimos 20 años: 52% para todo el mundo, el 56% para los países en desarrollo y 17% para los desarrollados.

En Uruguay se estima que existen entre 2000 y 3000 cabras. Las principales razas caprinas son Saanen, Anglo Nubian, Pardo Alpina o Alpina Francesa, y Toggenburg. Mayormente se emplea un sistema de cría semiextensivo, con pastoreo de praderas implantadas y una estabulación nocturna donde los animales reciben una suplementación de ración al igual que durante los ordeños (en total entre 200 y 300 g/día/animal). Generalmente, estos tambos de pequeña extensión emplean mano de obra familiar. La leche habitualmente se transporta congelada a otros establecimientos que elaboran quesos de tipo

artesanal. La explotación caprina se centraliza en la producción de leche, la que se emplea en su mayoría para la fabricación de varios tipos de quesos (puros o mezclados con leche de vaca, ahumados, duros para rallar, en aceite de oliva, madurados en vino, crema de untar, etc.), (Ciappesoni, 2006).

## **Importancia en la nutrición y salud humana**

La buena imagen de la leche de cabra con respecto a la salud y valor nutricional constituyen dos aspectos positivos que pueden ser beneficiosos para los productores e industriales, siempre que se mantengan estrictas condiciones microbiológicas. Tanto la leche de cabra como la de vaca no pueden sustituir a la lactancia materna sin embargo, podría ser utilizada en humanos, con efectos beneficiosos asociados con otros alimentos después del año de edad (Desjeux, 1993).

De acuerdo con Haenlein (2004), citado por Ribeiro y Ribeiro (2010), existen tres razones para la demanda de leche de cabra, la primera es el consumo doméstico. Esta demanda va en aumento debido al crecimiento de la población humana. La segunda razón es el interés en los subproductos, especialmente quesos y yogures en muchos países desarrollados. La tercera razón se deriva por una necesidad médica, debido a las alergias a la leche de vaca y otros problemas gastrointestinales.

Según Flores y col. (2009), la leche de cabra posee los mejores valores nutricionales y terapéuticos, sólo la supera la leche materna humana con alta calidad nutricional y de sabor agradable.

El valor nutricional se refiere a las medidas que unen composición de la leche con la biodisponibilidad y el metabolismo de sus constituyentes en el hombre (Desjeux, 1993).

En muchos países la ingesta diaria recomendada de por lo menos 60g de proteína animal y 800mg de calcio no se alcanza. No obstante, el suministro de 500 mL de leche de cabra o su equivalente en queso o yogur ofrece 94% de aminoácidos esenciales de la ingesta diaria recomendada para adultos, 83% de calcio, 78% de riboflavina, y otras vitaminas y minerales en menor grado. Mientras que en la leche de vaca los aportes son de 81%, 74%, y 89% respectivamente. Además, el aporte de ácidos grasos esenciales, monoinsaturados y de cadena media son mayores en la leche caprina (Haenlein, 2001).

Los triglicéridos de cadena media (MCT), presentan un interés muy particular desde un punto de vista terapéutico, a causa de su utilidad en ciertas enfermedades metabólicas (Boza y Sanz, 1997; Sanz y col., 2003). También son beneficiosos para los síndromes de mala absorción, incluida la reducción de los niveles de colesterol, mejora de la digestión y trastornos del sueño, especialmente en los niños (Haenlein, 2001), enfermedades coronarias, fibrosis quística y cálculos biliares debido a su capacidad única de proporcionar energía metabólica mientras que al mismo tiempo reduce, inhibe y disuelve los depósitos de colesterol (Park, 1994; Sanz y col., 2003).

El bajo peso molecular e hidrosolubilidad de los MCT, facilita la acción de las enzimas digestivas, haciendo que su hidrólisis sea más rápida y completa que la de los triglicéridos de cadena larga y, a diferencia de éstos, la digestión de los MCT comienza a producirse en el estómago, ya que la lipasa gástrica,

prácticamente sin acción sobre los triglicéridos de cadena larga, inicia la hidrólisis de los MCT, la que será completada por la lipasa pancreática, a un ritmo cinco veces superior a la hidrólisis de los triglicéridos de cadena larga (García, 1996; citado por Sanz y col., 2003).

Con el consumo de leche de cabra, el organismo aumenta la absorción y la utilización del hierro y del cobre, junto a los altos contenidos de triglicéridos de cadena media y a los aminoácidos cistina y lisina. Los niños que se alimentan con leche de cabra alcanzan mayor peso, mayor estatura, más mineralización de los huesos, y en plasma sanguíneo, mayor densidad de las vitaminas A, tiamina, riboflavina y niacina, así como del calcio y de la hemoglobina. En resumen, esta leche contiene la mayoría de las vitaminas y de los minerales que requiere el desarrollo de los niños (Solís y Castro, 2007).

Según Park y col., (2007), las cantidades de Ca, P y K en la leche de cabra (mg/100g) son de 134, 121 y 181, frente a 122, 119 y 152 respectivamente en la leche de vaca. Boza y Sanz (1997), y Desjeux (1993), mencionan la importancia del Se, micronutriente esencial en la nutrición humana para la función antioxidante, encontrándose 13,3 µg/l en la leche de cabra, valor superior a la de vaca, 9,6 µg/l, y próximo a la humana, 15,2 µg/l. Además, el contenido de glutatión peroxidasa es más elevado en la leche de cabra en comparación con la de vaca y humana y, consecuentemente la actividad peroxidasa asociada a dicha enzima es superior.

En cuanto a las vitaminas la leche de los pequeños rumiantes es rica en vitaminas: A, colina, tiamina, riboflavina, ácido nicotínico y biotina (De Cuadros, 2008). Sin embargo resulta deficiente en vitaminas D, E, C y B12, así como en ácido fólico (Sanz y col., 2003; Desjeux, 1993).

Otra cualidad destacada son sus efectos beneficiosos y terapéuticos en las personas y en los niños especialmente, que tienen alergia a la leche de vaca (Ribeiro y Ribeiro, 2010; Haenlein 2001; Park, 1994). Park (1994), encontró que aproximadamente el 40% de todos los pacientes que son sensibles a las proteínas lácteas de vaca toleran las de cabra y es muy útil para las personas que sufren de problemas como la acidez, el eczema, el asma, migraña, colitis, úlcera estomacal, trastornos digestivos, enfermedades del hígado y de vesícula biliar y síntomas relacionados con el estrés, tales como insomnio e indigestión neurótica.

Según Korhonen y Pihlanto-Leppala (2003), citado por Park y col. (2007), la hidrólisis enzimática de las proteínas lácteas puede liberar fragmentos (péptidos bioactivos) capaces de ejercer actividades biológicas específicas tales como el efecto antihipertensivo (mediante la inhibición de la enzima convertidora de la angiotensina), antimicrobiano, opioide, antioxidante, e inmunomodulador. Debido a su versatilidad fisiológica y físico-química, los péptidos de la leche son considerados como componentes importantes para la promoción de los alimentos saludables o en las aplicaciones farmacéuticas.

De acuerdo con De Souza y col. (2009), son muchos los casos en que la leche de cabra ha sido usada como sustrato para formulaciones de alimentos funcionales con efectos medicinales benéficos.

## Características de la leche de cabra

Según Larrosa y Kremer (1990) la leche de cabra recién ordeñada presenta un sabor dulzón y olor neutro. Sin embargo, Boza y Sanz (1997) mencionan que su olor es fuerte, como consecuencia de la absorción de compuestos aromáticos durante su manejo, generalmente inadecuado, con la presencia de machos en los lugares de ordeño, mala higiene de los establos al que queda expuesta la leche, tardanza en el filtrado y enfriamiento tras el ordeño; sabor y olor que por otro lado, se pueden eliminar en gran parte por un sencillo tratamiento de desodorización al vacío. Ambos autores coinciden en que el color es más blanco que la de vaca, esto se debe a la diferencia en el contenido de carotenos.

Park y col. (2007), citando a varios autores, indican que la leche de cabra posee un contenido de sólidos totales y de nutrientes en una posición intermedia entre la leche de vaca y oveja.

Se diferencia de la leche de vaca y humana en la digestibilidad más alta, alcalinidad, capacidad buffer, y en sus características terapéuticas para la salud y nutrición humana (Boza y Sanz, 1997; Park y col., 2007).

Park (1994); Park y col., (2007); y De Souza y col., (2009), mencionan que la digestibilidad es más alta en la leche de cabra frente a la de vaca debido a la homogeneización natural, ya que los glóbulos de grasa de la leche caprina son más pequeños (promedio de 3,49  $\mu\text{m}$  frente a 4,55  $\mu\text{m}$  en los de leche de vaca) y tienen una superficie mayor para el ataque de las lipasas intestinales, lo cual mejora la digestibilidad y la eficiencia del metabolismo de los lípidos.

Según Morand-Fehr (2007), la composición de macro y micro-nutrientes en la leche de cabra depende de los principales factores de producción que constituyen el sistema productivo: genotipo, características reproductivas y sanitarias de los animales, condiciones agro-climáticas y ambiente socio-económico y los métodos de producción tales como la alimentación y el ordeño. Los sistemas de producción basados en pasturas se caracterizan por dar un alto rendimiento en el contenido de grasa láctea debido a la dieta rica en fibra. Dicha leche es rica en micro-componentes (vitaminas) y en compuestos volátiles (*flavour* y terpenos) favorable para la nutrición y salud humana.

Las proteínas de esta leche no tienen grandes diferencias en comparación con la leche de vaca, excepto, en términos de digestibilidad y en la secuencia de ciertas variantes genéticas (Desjeux, 1993).

Dado que el interés de la leche de los pequeños rumiantes, radica esencialmente, en que constituye una leche que se deriva en su mayor parte a la industria de transformación, especialmente para la fabricación de queso, las proteínas más interesantes resultan ser las caseínas, proteínas coagulables, que determinan el rendimiento de fabricación indicado y, por tanto, la calidad tecnológica de la leche en cuestión (Sanz y col. 2003). En relación con la leche de cabra existe un polimorfismo genético ligado a la composición de su proteína en razón de la presencia en mayor o menor cantidad, o incluso ausencia de la  $\alpha\text{S1}$ -caseína, aspecto de singular interés, ya que es capaz de determinar la calidad tecnológica (mayor cuanto más cantidad de  $\alpha\text{S1}$ -caseína) de esta leche así como la nutritiva (cuanto menos  $\alpha\text{S1}$ -caseína es más

digestible) o incluso saludable de la misma (Haenlein, 1996a). De acuerdo con Park y col. (2007), contiene menos  $\alpha$ -S1-caseína, tiene más  $\alpha$ -S2-caseína y las proporciones de K-caseína y especialmente  $\beta$ -caseína son mayores que en la leche de vaca. Las micelas de caseínas caprinas contienen más calcio y fósforo inorgánico, y son menos solventes, menos estables al calor y pierden más fácilmente la  $\beta$ -caseína en comparación con las caseínas bovinas.

Los lípidos son los componentes más importantes de la leche en términos de costo, nutrición, y en las características físicas y sensoriales que imparten a los productos lácteos. Los triglicéridos son el grupo más importante (casi 98%), incluyendo un gran número de ácidos grasos esterificados (Park y col., 2007). Los MCT, son triglicéridos formados por ácidos grasos cuya cadena carbonada tiene entre 6 y 14 átomos de carbono, alcanzan normalmente, un porcentaje mayor del 30%, a diferencia de la leche de vaca que no alcanza más del 20% (Sanz y col., 2003). Es por esto por lo que los ácidos grasos caproico (C6:0), caprónico (C8:0) y cáprico (C10:0), toman su nombre concretamente de la leche en donde mayormente aparecen, alcanzando estos tres ácidos en la leche de cabra un 15% de los mismos, valor que sólo llega al 5% en la vaca (Boza y Sanz, 1997). Estos niveles elevados de ácido butírico, caproico, caprónico y cáprico le confieren características únicas para fabricar quesos, ya que intervienen en el sabor del mismo (Draksler y col., 2002).

La lactosa es el principal carbohidrato de la leche y es un valioso nutriente porque favorece la absorción intestinal del calcio, magnesio y fósforo, y la utilización de la vitamina D. Es importante para el mantenimiento del equilibrio osmótico entre el torrente sanguíneo y las células alveolares de la glándula mamaria durante la síntesis de leche, también para la secreción en la luz alveolar y en el sistema de conductos de la ubre. Otros carbohidratos importantes presentes en la leche de cabra son los oligosacáridos, por sus propiedades antigénicas y para la promoción del crecimiento de la microbiota intestinal en los bebés (Park y col., 2007).

## **Conceptos de calidad de leche**

Según Fernández y col. (2006), la calidad de un producto se puede definir como el cumplimiento de un conjunto de requisitos que permiten la idoneidad para su uso. Esos requisitos corresponden a un grupo de especificaciones ya establecidas y se relacionan directamente con las diferentes propiedades de cada producto en particular, las cuales pueden ser cuantificadas. De acuerdo con García y Jordano, (1998), la calidad es un concepto evolutivo (por el diferente protagonismo de los indicadores de la misma a lo largo del tiempo), relativo (al poder ser considerado desde diferentes puntos de vista), y variable (al poder variar según intereses, regiones, países o legislaciones). Estos autores entienden que la calidad no sólo implica un contenido normal de sustancias (grasa, proteínas, lactosa, minerales o vitaminas), sino también un bajo contenido en gérmenes y glóbulos blancos, la ausencia de cuerpos extraños y de agentes patógenos, y también la existencia de sabores y olores normales.

Con el fin de responder a la necesidad de los procesadores y consumidores de leche, los criterios de calidad de la leche se han establecido en muchos países. Estos criterios de calidad (requerimientos higiénicos, tecnológicos y sensoriales) forman parte de los sistemas de pago por calidad de leche, que a su vez, garantizan una mejor calidad (higiénica y sensorial) a los productos finales (Raynal-Ljutovac y col., 2005).

En los países desarrollados el concepto de calidad ha evolucionado considerablemente por ejemplo, el bienestar de los animales, el medio ambiente de la granja y la organización general de la producción se toman en cuenta recientemente (Pirisi y col., 2007).

Según Delucchi y col. (2008), la calidad está influenciada por factores como las condiciones sanitarias del ganado, alimentación, adecuada conservación y tipo de procesamiento de la leche.

Los subproductos de alta calidad sólo pueden ser producidos a partir de leche de cabra de buena calidad, con procedimientos de higiene y buenas prácticas de elaboración. Esta calidad debe tener el potencial para tolerar el tratamiento tecnológico y que se transforme en un producto que satisfaga las expectativas de los consumidores, en términos de salud, valor nutricional, de seguridad (higiénicos) y de los atributos sensoriales (Ribeiro y Ribeiro, 2010).

Para Flores y col. (2009), desde el punto de vista tecnológico, la composición de la leche determina su calidad nutritiva, sus propiedades y su valor como materia prima para fabricar productos alimenticios. Según Haenlein (1996a), la calidad nutritiva de cualquier leche reside en el contenido de proteína, lípidos, vitaminas y minerales que presenta, quedando su composición determinada, sobre todo, por dos clases de factores: genéticos (especie, raza, variedad) y medioambientales (especialmente la alimentación).

Según Ribeiro y Ribeiro (2010), la salud del rebaño caprino debe ser de importancia primordial para los productores y un buen incentivo para lograrlo es el pago basado en la calidad del producto, tanto en la composición nutricional (proteína y grasa) como microbiológico (recuento de células somáticas y recuento bacteriano).

En su código general de prácticas higiénicas para la Industria Láctea, la Federación Internacional de Lechería (1984), indica que la leche deberá ser de buena calidad bacteriológica y propia para el consumo humano. Por otro lado, el recuento total de bacterias y el recuento de células somáticas se consideran parámetros importantes dentro del concepto de calidad especialmente higiénico-sanitaria.

### **Calidad físico-química y de composición**

La calidad físico-química de la leche de cabra es necesaria para asegurar que el producto presente los parámetros mínimos de composición, que no fue adulterada y que no contenga contaminantes. Esta calidad muchas veces es afectada por factores como tiempo de lactancia, raza de los animales, período de ordeño, clima, enfermedades, factores fisiológicos, genéticos y principalmente de origen alimentario (Silva y col., 2011).

Debido a la tendencia de fijar el precio de la leche por su calidad, valorando no sólo el volumen, sino también la calidad físico-química y sanitaria de la misma,

es fundamental completar la información sobre composición de la leche con el valor de acidez que presente. Esta determinación es una medida indirecta de su calidad sanitaria (Frau y col, 2010) y es utilizada como indicador del estado de conservación de la leche en función de la relación entre disponibilidad de lactosa y producción de ácido láctico por la acción microbiana que implica un aumento de la acidez y disminución del contenido de lactosa (Silva y col., 2011). La acidez elevada indica una alta actividad microbiana, la cual a su vez puede ser dependiente del estado de conservación de la leche o de los procedimientos de higiene durante el proceso de obtención de la misma (Schmidt y col., 2008).

El valor de acidez de la leche (acidez valorable) se expresa en grados Dörníc (un grado Dörníc equivale a 0.1 g de ácido láctico por litro de leche), su valor oscila entre 12 y 14 °D, en función del período de lactación, ya que la concentración de caseínas varía en las distintas etapas. Al final de la lactación, la acidez, asociada a la riqueza de la leche en caseínas, es de 16 a 18°D (Luquet, 1991). Esta acidez se debe a la presencia de fosfatos ácidos, aminoácidos, CO<sub>2</sub> y caseína en suspensión (Draksler y col 2004). Frau y col. (2010) que compararon la composición de dos razas diferentes (Saanen y Anglo Nubian) en Santiago del Estero, Argentina, encontraron valores de acidez de 20,36 y 19,52°D para Anglo Nubian y Saanen respectivamente. Para la raza Saanen en los 6 meses de lactancia el valor más alto fue en el segundo mes con 22,63°D y el más bajo fue de 16,55°D en el último mes. En Brasil Queiroga y col. (2007), estudiaron leche de cabras Saanen, reportando valores de acidez de 15, 14,2 y 16,5°D a los 35, 85 y 135 días de lactación respectivamente y concluyen que las variaciones observadas pueden estar relacionadas con las diferencias en el contenido de ácidos carboxílicos y con el perfil microbiológico de la leche. Morgan y col. (2003), estudiaron las características de la leche caprina en países del Mediterráneo como Grecia, Portugal y Francia, caracterizándose los dos primeros por tener sistemas de producción extensiva con pocas cabras y baja producción de leche, mientras que en Francia los sistemas son en su mayoría intensivos con modernas técnicas de producción. Estos autores hallaron en Grecia en diferentes localidades valores de acidez de 16, 17, 18 y 20°D; en Portugal 16°D y en Francia 14 y 16°D.

En cuanto al pH se han encontrado variaciones de aspecto racial, pero en general está comprendido entre 6,1 y 6,7 (Draksler y col., 2004). Park y col. (2007) indican un rango de 6,5 a 6,8. Morgan y col. (2003) encontraron valores de pH entre 6,41 y 6,61 en Grecia; 6,59 en Portugal; 6,63 a 6,75 en Francia.

En Uruguay la prueba de alcohol se realiza en leche bovina y es la que determina la aceptación o el rechazo de la misma por parte de la planta industrial para recibirla, siendo utilizada para medir su aptitud al tratamiento térmico (Barros y col., 1999; Arnaud y col., 2009). Según Acuña (2008), la prueba de alcohol es una prueba presuntiva y se recomienda hacerla junto con la de estabilidad por ebullición. El alcohol actúa deshidratando los coloides de proteínas y los factores que afectan esta prueba se pueden dividir en tres grupos: leche con elevada carga bacteriana por malas condiciones de refrigeración o falta de condiciones higiénicas; leche de composición anormal (ej. exceso de albúminas) y leche con desequilibrio salino.

Barros y col. (1999), en leche bovina constataron valores de calcio iónico significativamente más elevados en las leches reaccionantes positivas a la prueba del alcohol, confirmando la relación inversa entre la estabilidad de las proteínas y el tenor natural en calcio iónico de la leche. La variación de este mineral se ha relacionado con la composición de la leche según el período de lactancia (inicio y final de lactación se encuentran valores de calcio iónico más elevados). También este mineral varía según: tiempo de recolección de la leche (a las 8 horas se incrementa un 30% en promedio); leches mastíticas y calostrales (aumentan los minerales). Por tal razón, los resultados de esta prueba pueden tener mayores posibilidades de ser positivos en rodeos por efectos estacionales (elevado número de animales a principio o final de su lactancia), esto se acentúa en los rodeos constituidos por razas con mayor contenido de proteínas en la leche (Acuña, 2008).

Barros y col. (2000), concluyeron que el calcio iónico está relacionado positivamente con la prueba del alcohol y no con el pH natural en condiciones de explotación corriente.

Con respecto a la relación de la prueba de alcohol con la acidez valorable (titulable), se acepta que la estabilidad de las micelas de caseína depende de la acidez. A medida que hay más acidez, el estado coloidal es menos estable y coagulará más rápido. En la acidificación de la leche, hay migración del fosfato cálcico y del calcio ligado con la consiguiente desmineralización de la caseína, precipitando como caseína isoelectrica. La prueba del alcohol es una medida indirecta de la acidez, determinando alteraciones de la leche y la coagulabilidad. La acidez titulable puede estar influida por el ácido láctico y otros ácidos procedentes de la degradación microbiana de la lactosa y eventualmente de lípidos, en las leches en vías de alteración. La degradación microbiana determina la acidez desarrollada y este aumento indica el inicio de la fermentación de la lactosa (por cada molécula de lactosa utilizada en las degradaciones microbianas forman cuatro moléculas de ácido láctico) (Arnaud y col. 2009).

Según Alais (1985), existe una buena correspondencia entre la prueba del alcohol y la estabilidad de la suspensión coloidal, aunque ésta depende sólo de la acidificación de la leche por las bacterias. Sin embargo, las leches con un contenido elevado de calcio iónico o de composición anormal, especialmente las del final de lactación y leches mastíticas pueden coagular por el alcohol sin ser ácidas.

Existen escasos trabajos que evalúen la estabilidad de la leche de cabra por la prueba del alcohol. En Perú, Ludeña y col. (2006), estudiaron la estabilidad al alcohol en leche caprina obteniendo la media de 48.93° GL, destacando el valor más bajo de 46° GL en el inicio de la lactación y el más alto fue de 54° GL en la séptima semana de lactación (mitad de lactación), disminuyendo nuevamente hacia el fin de la lactancia.

Guo y col. (1998), al comparar la estabilidad de la leche de cabra y de vaca frente a la prueba de alcohol, determinaron que la leche de cabra precipita con alcohol a 44° GL, en cambio la leche de vaca a 72° GL, lo cual fue explicado por la carencia de la  $\alpha$ -s<sub>1</sub> caseína en la leche de cabra y su mayor contenido de sales.

La composición de la leche es determinante para establecer su valor para ser procesada por la industria. Al inicio del siglo pasado la leche era considerada

de calidad elevada solamente en función del contenido de grasa, pero hoy se considera a las proteínas y a los sólidos más importantes en el valor económico (De Souza y col., 2009). Cualquier cambio en la composición de leche se verá reflejado en aspectos nutricionales, tecnológicos y económicos; tanto en la leche de cabra como en otros productos lácteos que se elaboren a partir de ella (Frau y col., 2010). Según Morand-Fehr y col. (2007), los componentes de la leche (grasa, proteína y lactosa) parecen ser bastante menos influenciado por el tipo de sistema de agricultura que por el nivel de producción de leche. La producción de leche depende del nivel de ingestión, el contenido de grasa en el efecto indirecto de la dilución (a mayor volumen de leche menor porcentaje de grasa), mientras el contenido de proteína varía en general como la producción de leche.

En Brasil, la Normativa del Ministerio de Agricultura, Pesca y Abastecimiento (MAPA), indica tenores de grasa, proteína, extracto seco desengrasado, recuento total de bacterias y residuos de antibióticos como requisitos de calidad en leche de cabra. Los tenores mínimos en leche de cabra en este país son de 2,8% para proteína, 4,3% para lactosa, y 8,2% para extracto seco desengrasado (De Souza y col., 2009). Estos autores presentaron resultados de 458 muestras de leche de rebaños caprinos con los siguientes valores promedio: grasa 3,46%, proteína 2,89%, lactosa 4,44%. También en Brasil, Queiroga y col. (2007) reportan valores de 3,4%, 2,7% y 4,1% para los mismos componentes en cabras Saanen.

En Argentina, Frau y col. (2010) en cabras Saanen cruzas Anglo Nubian (75% Saanen), pertenecientes a un rebaño con manejo extensivo, encontraron valores de 5,59%, 3,39%, y 4,36% en materia grasa, proteína y lactosa respectivamente.

En países del Mediterráneo, Morgan y col. (2003), hallaron en Grecia porcentajes de 5,14%, 3,69%, 3,81%; en Francia 3,64%, 3,24%, 4,55%; y en Portugal 4,27%, 3,49% y 4,21% de materia grasa, proteína y lactosa respectivamente.

En Uruguay, Damián y col. (2008), encontraron los siguientes valores de materia grasa, proteína y lactosa en cabras Saanen: 3,59%, 2,84% y 4,54%.

### **Calidad higiénico-sanitaria**

En Uruguay, no existe reglamentación que defina parámetros para evaluar la calidad higiénico-sanitaria en la leche de cabra, en cambio sí existe para la leche bovina. Esta calidad se clasifica de acuerdo al decreto 57/999 del Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP, 1999), para el pago por calidad desde el punto de vista higiénico-sanitario en tres categorías: A, B y C. La categoría A comprende un recuento microbiano menor a  $2,0 \times 10^5$  ufc/mL y un recuento de células somáticas menor a  $8,0 \times 10^5$  mil cél/mL de leche. La categoría B comprende un recuento microbiano mayor a  $2,0 \times 10^5$  ufc/mL pero menor de  $8,0 \times 10^5$  ufc/mL y un recuento de células somáticas mayor a  $8,0 \times 10^5$  cél/mL pero menor a  $1,0 \times 10^6$  cél/mL. La categoría C, comprende un recuento microbiano mayor a  $8,0 \times 10^5$  ufc/mL y un recuento de células somáticas mayor a  $1,0 \times 10^6$  cél/mL de leche.

En el Reglamento Bromatológico Nacional (RBN, decreto 315/994) se acepta para leche bovina un recuento de aerobios mesófilos (RTMA) de  $1 \times 10^6$  ufc/mL

en leche cruda, y en leche pasteurizada  $5 \times 10^4$  ufc/mL (abril-agosto) y  $1 \times 10^5$  ufc/mL (para el resto del año). Coliformes totales no deben sobrepasar el límite de  $1,0 \times 10^4$  y de *Staphylococcus aureus* se admiten hasta  $1,0 \times 10^3$  ufc/ml.

En Uruguay la reglamentación existente para establecimientos que producen leche caprina y ovina, sólo determina los procedimientos para la habilitación y control sanitario de los mismos. En la misma, se establecen medidas tendientes a la prevención de la Brucelosis y Tuberculosis en dichas especies y también la obligatoriedad de la vacuna contra carbunco bacteridiano, con el fin de asegurar la condición higiénico-sanitaria de los animales y la calidad de sus productos (MGAP, 2004).

La calidad higiénico-sanitaria puede ser avalada en base a dos indicadores, recuento de células somáticas que indica la frecuencia de animales con mastitis en el rebaño, y el recuento total de bacterias, que refleja las condiciones de higiene y almacenamiento de la leche desde su obtención hasta el envío a la industria. Esta calidad también se relaciona a la ausencia de agentes químicos (antibióticos, pesticidas, herbicidas, aditivos, drogas) resultantes, generalmente del manejo inadecuado del uso de agentes químicos en el rebaño (De Souza y col. 2009).

### **Calidad higiénica (microbiológica)**

Según García y col. (2009), la identificación de la microbiota en leche contribuye con la determinación de las principales fuentes de contaminación, para que basados en ésta se tomen las acciones correctivas necesarias, así mismo, cuando es cuantificada la carga bacteriana con base al número de aerobios mesófilos, la leche puede ser clasificada de acuerdo a la calidad microbiológica, siguiendo los estándares establecidos por los organismos competentes, y podrá entonces sugerirse las mejores alternativas para su posterior manejo.

La calidad microbiológica de la leche está relacionada con las condiciones higiénico-sanitarias de obtención, con influencia directa en la calidad del producto final. Los procesos lipolíticos provocados por la acción bacteriana ocasionan la degradación de los ácidos grasos y formación de sustancias volátiles con el consecuente efecto en las características sensoriales de la leche (Queiroga y col., 2007).

De acuerdo con Zweifel y col. (2005), la evaluación de la calidad microbiológica es importante para la seguridad alimentaria y la protección de la salud de los consumidores. Estos autores concluyen que mejorar las condiciones higiénicas durante el ordeño es un punto importante en el control de la calidad microbiológica de la leche. Este control consiste en: limpieza del tambo, higiene de ubre, la sala de ordeño y del tanque, el sellado de pezones, chequeo de la máquina de ordeño, no demorar en el transporte de la leche al tanque, mantener la leche refrigerada así como una frecuente recolección de la misma. Según Margariños (2001), citado por García y col. (2009), la calidad bacteriológica de la leche de cabra puede verse afectada desde su origen, debido a que (en el caso de una glándula mamaria sana) las primeras secreciones de leche contienen microorganismos que colonizan el canal del pezón, a lo cual debe sumarse la contaminación que puede ocurrir durante el

ordeño, transporte y procesamiento. Según Alais (1985), cuando el contenido de estos microorganismos es muy elevado, suele deberse a una proliferación de aquellos típicos de la mastitis contagiosa: estreptococos y estafilococos. La primera leche que se extrae de la mama es siempre más contaminada y luego el número de gérmenes decrece a lo largo del ordeño. Dentro del grupo de bacterias (aerobios mesófilos) existen los agentes etiológicos de la mastitis y la microbiota normal de la piel. La causa de un recuento alto de aerobios mesófilos se debe a la contaminación bacteriana de residuos de leche que han quedado en la superficie de los utensilios usados en la obtención y almacenamiento de la leche, malas condiciones higiénicas del establo, de los sitios de ordeño, a ubres sucias o no higienizadas previo al ordeño, manos de los operarios que no están limpias, calidad bacteriológica del agua y la no refrigeración rápida de la leche entre otros factores (Calderón y col. 2006).

La leche de cabra, al igual que la bovina, puede ser una fuente importante de microorganismos patógenos, incluyendo aquellos adquiridos por contaminación primaria, secundaria o terciaria. Dentro de los microorganismos asociados a contaminación primaria, se destacan *Staphylococcus aureus* y los *Enterococos*; asociados a contaminación secundaria la lista de patógenos es bastante extensa, destacándose *Escherichia coli*, *Salmonella* y *Listeria monocytogenes* entre otros. No obstante, es importante destacar que, a diferencia de la leche de vaca, los estándares microbiológicos para la producción y distribución de leche de cabra son más laxos y la información de la microbiología de ésta en la literatura es bastante limitada (Araya y col. 2008).

La presencia de bacterias causantes de infección intramamaria, y la consecuente producción de mastitis en cabras, puede inducir cambios importantes en la composición de la leche, alterando su aptitud para la coagulación en el proceso de elaboración de queso, disminuyendo el rendimiento del mismo (Leitner y col., 2004, citado por García y col. 2009), además de provocar un impacto negativo en la calidad microbiológica de la leche y de producir pérdidas en la producción diaria por cabra (15 a 20%). La patogenicidad de algunos géneros (*Staphylococcus* y *Streptococcus*) para el hombre son aspectos que reflejan la importancia de controlar la presencia de bacterias causantes de infección intramamaria en el rebaño caprino (García y col. 2009).

El grupo coliformes incluye a microorganismos de la familia *Enterobacteriaceae* Gram negativos, aerobios y anaerobios facultativos, no formadores de esporas, que son capaces de fermentar la lactosa, formación de ácido y gas dentro de 48 horas a 35 °C. Elevando la temperatura de incubación a 44.5 °C ± 0.2 por 24 ± 2 horas se diferencian los microorganismos coliformes de origen fecal (o termotolerantes) y los de origen no fecal (APHA, 1984). La presencia de coliformes totales en el caso de la leche cruda se convierte en un parámetro que evalúa el grado de limpieza que realizan los operarios, de la limpieza y desinfección de la piel de los pezones y de las pezoneras entre otras (Calderón y col., 2006). El término habitual coliformes comprende *Escherichia coli* y otras diversas especies. En los alimentos frescos o naturales de origen animal, la mayor parte de las enterobacterias puede indicar una manipulación no higiénica y/o un almacenamiento inadecuado, incluso contaminación fecal (ICMSF, 1983).

Los coliformes constituyen el grupo de enterobacterias más importantes presentes en leche cruda. Se encuentran prácticamente en todas partes, por lo que son utilizadas como “indicadores”, es decir microorganismos cuya presencia en gran número demuestra prácticas de trabajo en malas condiciones higiénicas (Draksler y col. 2002).

Según Contreras y col. (2010), los patógenos más prevalentes en la cabra son los estafilococos. Éstos son los principales agentes causales de infección intramamaria en pequeños rumiantes, siendo la especie más aislada en casos de mastitis clínica *Staphylococcus aureus*, mientras que en casos de mastitis subclínica la especie es *Staphylococcus coagulasa negativa* (Bergonier y col., (2003), citado por García y col. 2009).

*S. aureus* es un germen ubicuo, capaz de contaminar diferentes superficies y se aísla fácilmente de la piel y mucosas de animales sanos incluyendo los humanos. Sin embargo, en ganado caprino *S. aureus* puede considerarse un patógeno mayor por el considerable aumento del recuento de células somáticas que provoca, pero tiene escasa capacidad para transmitirse entre cabras por lo tanto las cepas de *S. aureus* caprinas se comportan como ambientales (poca transmisión durante el ordeño), aunque también pudiera ocurrir que fueran cepas propias, distintas tanto de las bovinas como de las encontradas en portadores humanos sanos. Las enterotoxinas estafilocócicas producidas por *S. aureus* coagulasa positiva en general se caracterizan por ser termorresistentes y persisten en los productos lácteos elaborados con leche de animales infectados, a pesar de la pasteurización o esterilización lo que implica un riesgo para el consumidor. Por último, la presencia de infección subclínica por *S. aureus* no sólo va a determinar una disminución de la producción de leche, sino un desmejoramiento de los parámetros bioquímicos y celulares (Contreras y col., 2010).

En la Unión Europea el recuento total de mesófilos aerobios (RTMA) en leche cruda de pequeños rumiantes usada para el consumo de leche fluida y subproductos pero tratada térmicamente no debe superar el valor de  $1,0 \times 10^6$  ufc/mL; en cambio si esa leche cruda se destina para la producción de productos sin el tratamiento térmico no debe exceder a  $5,0 \times 10^5$  ufc/mL (Zweifel y col., 2005). En Brasil, uno de los requisitos para que la leche de cabra sea de buena calidad además de los tenores mínimos de los principales componentes, es el RTMA, el cual no puede superar a  $5,0 \times 10^5$  ufc/mL para la leche cruda. Mientras que en Estados Unidos la leche de ésta especie tiene que ser inferior a  $1,0 \times 10^6$  cél/mL (células somáticas) y menor a  $1,0 \times 10^5$  ufc/mL (RTMA) para ser clasificada como “A” por la Food and Drugs Administration (De Souza y col., 2009).

En Suiza, Zweifel y col. (2005), analizaron la influencia de diferentes factores en el RTMA de la leche de cabra del tanque (344 muestras en un período de 4 meses), obteniendo una media fue de 6,92 log ufc/mL. Estos autores indican que independientemente del tamaño del rebaño, los niveles de recuentos de mesófilos son más elevados en aquellos establecimientos en los que se mantiene mayor número de ordeños de leche almacenada en los tanques de frío.

En España, que se caracteriza en este aspecto por tener un sistema de producción semi-extensivo, Delgado-Pertiñez y col. (2003) examinaron la calidad higiénico-sanitaria de 28 establecimientos, y hallaron que los que presentan un buen manejo higiénico-sanitario presentan los mejores valores de RTMA comparando con aquellos que no lo aplican ( $1,65 \times 10^5$  ufc/mL frente a  $3,79 \times 10^5$  ufc/mL en muestras tomadas del tanque). La contaminación microbiana de la leche en el momento que sale de la ubre fue de  $4,6 \times 10^4$  ufc/mL (ordeño a mano) y  $8,5 \times 10^4$  ufc/mL (ordeño a máquina) y aumenta cuando llega al tanque de acopio (en el caso de ordeño a mano,  $2,62 \times 10^5$  ufc/mL) o al tanque de refrigeración del establecimiento (en el caso de ordeño a máquina,  $3,62 \times 10^5$  ufc/mL). Finalmente estos autores concluyen que los establecimientos con menos de 75 animales que practican el ordeño a mano presentan la mejor calidad higiénico-sanitaria.

En otros países de Europa, Morgan y col. (2003), hallaron valores promedio de RTMA de  $3,6 \times 10^7$  ufc/mL en Grecia;  $4,0 \times 10^7$  ufc/mL en Portugal y  $1,0 \times 10^5$  ufc/mL en Francia. En cuanto a coliformes totales encontraron  $1,8 \times 10^6$  ufc/mL en Grecia;  $4,0 \times 10^7$  ufc/mL en Portugal y  $1,4 \times 10^2$  ufc/mL en Francia. Mientras que los valores de *Staphylococcus coagulasa* positiva fueron de  $1,68 \times 10^5$  ufc/mL,  $7,58 \times 10^4$  ufc/mL y  $2,75 \times 10^2$  ufc/mL en Grecia, Portugal y Francia respectivamente.

Muehlherr y col. (2003), que analizaron muestras de leche de cabra del tanque (344 muestras) en Suiza, detectaron gérmenes *Enterobacteriaceae* en 212 muestras (61,6%), con un promedio de 1,88 log ufc/mL (valor máximo 7,64 log ufc/mL). En cambio *Staphylococcus aureus* fue detectado en 109 muestras (31,7%), con un valor promedio menor a 1 log<sub>10</sub> ufc/mL (máximo valor fue de 4,34 log ufc/mL).

En la Provincia de Salta, Argentina, Chávez y col. (2007), con cabras Saanen estabuladas, hallaron  $3,3 \times 10^7$  ufc/mL de aerobios mesófilos, coliformes totales  $1,0 \times 10^5$  ufc/mL y coliformes fecales  $5,9 \times 10^3$  ufc/mL. También en Argentina pero en la provincia de Buenos Aires, Cordiviola y col. (2007) publican que la media de RTMA fue de  $3,18 \times 10^6$  ufc/mL.

En Rio Grande do Sul, Brasil, Schmidt y col. (2008), investigaron las características higiénicas de 8 establecimientos productores de leche caprina asociados a una cooperativa, y hallaron que los coliformes totales en un primer muestreo variaron entre  $5,2 \times 10^3$  y  $1,4 \times 10^6$  ufc/mL y en el segundo muestreo a los 30 días del primero los valores encontrados fueron entre  $4,3 \times 10^3$  y  $8,0 \times 10^4$  ufc/mL. En cuanto a *Staphylococcus coagulasa* negativa se identificó su presencia en 6 establecimientos en el primer muestreo y en 5 establecimientos en el segundo muestreo, variando entre  $3 \times 10^2$  y  $6 \times 10^3$  ufc/mL. El germen *Staphylococcus coagulasa* positiva no se encontró en ninguno de los dos muestreos.

En la región Nordeste de Brasil, Queiroga y col. (2002), estudiaron las características microbiológicas de cabras mestizas Saanen y obtuvieron valores de RTMA de  $6,0 \times 10^3$  ufc/mL a los 135 días de lactación. La presencia de coliformes totales determinados fue superior a 3 NMP/mL. Mientras que la presencia de *Staphylococcus aureus* fue de  $8,0 \times 10^1$  ufc/mL.

García y col. (2009) en Venezuela, determinaron la calidad bacteriológica recolectando 100 muestras a nivel del pezón, de 50 animales y 10

correspondientes al *pool* de cada unidad. El 28% de las muestras individuales fueron positivas al crecimiento bacteriano, presentando valores promedio de aerobios mesófilos de  $1,8 \times 10^7$  ufc/mL, y  $8,3 \times 10^5$  ufc/mL de coliformes totales. Los géneros aislados más importantes fueron *Staphylococcus* (54,84%) y *Streptococcus* (22,58%), ambos reconocidos como importantes agentes de infección intramamaria en ganado bovino y caprino. Del género *Staphylococcus* se identificó que 32% correspondían a *Staphylococcus* coagulasa negativo y 22% a *S. aureus*.

### **Calidad sanitaria (Recuento de Células Somáticas)**

Las células somáticas son las células blancas de la sangre (leucocitos), y constituyen la defensa contra aquellas bacterias que penetran la barrera física del canal del pezón de la ubre. La infección bacteriana causa mastitis clínica o subclínica, y los leucocitos están implicados en la reparación de los daños tisulares y en la eliminación de las bacterias. Estos leucocitos aumentan considerablemente en respuesta a la invasión bacteriana y pueden alcanzar concentraciones de millones por mililitro en los casos de mastitis agudas. En consecuencia, en general se acepta que la concentración de células somáticas en la leche está directamente relacionada con el grado de infección o salud de la ubre (Escobar, 2002). El aumento en el Recuento de Células Somáticas (RCS) es una respuesta fisiológica normal del organismo frente a la infección (Pridalová y col., 2009; Paape y col., 2007; Raynal-Ljutovac y col., 2007; Poutrel y col., 1997).

Según Dulin y col. (1983) citado por Paape y col. (2007), en cabras las células somáticas que predominan son los polimorfonucleares neutrófilos (PMN), tanto en glándulas mamarias sanas como infectadas. En cabras sanas los PMN constituyen el 45-74%, los macrófagos representan el 15-41% y los linfocitos 9-20%. En animales con infección intramamaria los PMN aumentan hasta 71-86%, los macrófagos 8-18% y los linfocitos entre 5-11%.

Además de las células provenientes de la sangre en respuesta a un estímulo, también se encuentran células epiteliales provenientes de la descamación del epitelio de la glándula mamaria a medida que envejece (De Souza y col., 2009).

En las cabras el RCS presenta algunas particularidades, ya que en su secreción de leche se eliminan partículas citoplasmáticas junto a los leucocitos y células epiteliales. Estas partículas son no nucleadas, pero son similares a los leucocitos en el diámetro y morfología (Gomes y col., 2006). Esto dificulta su interpretación por algunos métodos de análisis que no diferencian células nucleadas de las no nucleadas (Robertson y Muller, 2005).

De acuerdo con Paape y col. (2007) el RCS se ha convertido en un parámetro aceptado para evaluar la calidad de leche y es la base de los programas de control mundiales de leche de vaca, oveja y cabra para prevenir el ingreso de la leche anormal o no apta para el consumo humano.

Según Raynal-Ljutovac y col. (2007), ciertas especies microbianas provocan una respuesta inflamatoria en la ubre con diferentes niveles de RCS. Sin embargo, el RCS se reconoce como un indicador confiable de la salud de la ubre. El uso del RCS sirve para evaluar y manejar la situación sanitaria en los

rebaños con eficacia para el control de la infección intramamaria. Más allá de los efectos directos en la salud animal y manejo del rebaño, la existencia de la infección intramamaria, asociado con valores altos de RCS, no está exenta de serios problemas económicos para los productores, debido a las pérdidas en la producción de leche (15-20% menos leche por cabra por día), cambios en su composición, efectos en la aptitud quesera e incremento de los costos operativos.

Sin embargo, de acuerdo con Robertson y Muller (2005), en las cabras es más difícil conectar el RCS con una presunta infección intramamaria como sí ocurre en vacas y ovejas. La razón de la controversia que existe entre RCS y la infección por mastitis es que la secreción de la leche de cabra difiere de la de vaca. Mientras que en la vaca la secreción es merócrina (la leche es presionada hacia fuera de los alvéolos) en la cabra es apócrina, apareciendo un gran número de partículas citoplasmáticas en la leche normal. Estas partículas que no contienen ADN, enmascaran y complican la interpretación de la respuesta de los leucocitos a la inflamación. Paape y col. (2007) coinciden con Robertson y Muller, (2005), al mencionar que en las cabras el RCS no es aplicable para evaluar la calidad de leche debido a que el RCS de cabras sanas es más alto que en vacas y ovejas sanas. Escobar (2002), Paape y Capuco (1997), y Pridalová y col. (2009), indican que el alto valor de RCS de la leche caprina es en parte causado por un aumento en la tasa de desprendimiento de células epiteliales y partículas de citoplasma como consecuencia de la secreción apócrina. De acuerdo con Zeng (1996) citado por Robertson y Muller (2005), estas características mencionadas pueden crear errores en la determinación del RCS por medio de los equipos analizadores (Fossomatic o Bentley) calibrados para la leche de vaca. Bajo estas circunstancias, se ha encontrado una sobreestimación de un 27,3%.

Según Raynal-Ljutovac y col. (2007), citando a varios autores, muchos factores no-infecciosos causan una considerable variación en el RCS, especialmente en la leche de cabra, y debe ser considerado en la implementación de regulaciones en el control de calidad. Entre estos factores están: la raza, número de lactancia, tipo de parto, estro, variaciones durante el día, mes y estación, y el más importante es: etapa de lactación.

De acuerdo con Robertson y Muller, (2005), los principales factores no-infecciosos que afectan el RCS son la etapa de lactación (aumenta con el número de días de lactancia); estro (incrementa el RCS); método de ordeño (ordeño a máquina tiende a aumentar el RCS); estación (aumenta en otoño e invierno y disminuye en la primavera); raza; y número de lactancias (un aumento en el número de lactancia es acompañado por un incremento del RCS). Wilson y col. (1995) citado por Paape y col. (2007), determinaron que más del 90% de la variación en el RCS en cabras no se debió a la infección intramamaria. Ellos reportaron que el aumento en los días en lactación y los meses del año fueron los factores más importantes que contribuyeron al aumento del RCS en ausencia de infección intramamaria. En menor medida, el número de lactancia y la baja producción de leche también contribuyeron a aumentar el RCS.

Según Cordiviola y col. (2007), existe una marcada coincidencia entre la mayoría de los autores citados acerca del valor relativo del RCS como indicador de infecciones intramamarias, dada la cantidad y peso que factores no infecciosos han demostrado tener sobre la variabilidad de dicho parámetro.

Entre éstos cabe destacarse la influencia que el volumen diario de producción de leche pudiera tener a través de un efecto de dilución o concentración. Esto plantea la duda de si los mayores RCS son causa o consecuencia de los menores rendimientos, correspondiendo éstos a leche con un mayor grado de concentración proveniente de cabras con una producción diaria más baja. Paape y col. (2007), coincide con este último autor al mencionar que el aumento del RCS puede ser explicado por el efecto dilución, ya que la producción disminuye mientras avanza la lactación, y las células somáticas siguen un crecimiento lineal a través de la lactancia.

Sin embargo, de acuerdo con Raynal-Ljutovac y col. (2007), y Paape y col. (2007) la infección bacteriana de la glándula mamaria es la mayor causa de variación en el RCS. Según Koop y col. (2009), existe una correlación moderada ( $r = 0,4$ ) entre el RCS y la carga bacteriana, siendo la infección intramamaria probablemente el factor más importante que impulsa esta correlación.

En Estados Unidos el límite legal establecido para el RCS por la Food and Drug Administration es para leche de vaca  $7,5 \times 10^5$  mL y para leche caprina y ovina  $1,0 \times 10^6$  cél/mL (Martínez, 2001). Mientras que en la Unión Europea el límite legal para leche de vaca es de  $4,0 \times 10^5$  cél/mL y para leche caprina y ovina no existen límites legales (Paape y col., 2007). Aunque en el Simposio Internacional de Células Somáticas y leche de pequeños rumiantes celebrado en Italia (1994) se sugirió un umbral de  $1,5 \times 10^6$  cél/mL (Corrales y col., 2004).

Según Koop y col. (2009), en cabras con ubres libres de infección intramamaria, los valores de la literatura para RCS varían entre 0,27 y  $2,0 \times 10^6$  cél/mL. Estos autores registraron la variación temporal del RCS y su correlación con el RTMA del 90% de los establecimientos de cabras lecheras de Holanda, de las cuales la mayoría fueron de la raza Saanen (317 establecimientos con un promedio de 550 animales en ordeño), y hallaron que la media del RCS fue de 6.06, 6.07 y 6.09  $\log_{10}$  cél/mL en los años 2005, 2006 y 2007 respectivamente.

Robertson y Muller (2005) citando a varios autores, indican que la media del RCS obtenida de ubres no infectadas y hallada mediante métodos basados en la tinción de ADN por el bromuro de etidio, puede variar entre  $2,7 \times 10^5$  y  $3,6 \times 10^5$  cél/mL. Mientras que cuando el conteo es determinado por métodos no específicos (Coulter o microscopio directo con colorante no específico), la media puede variar entre  $6,8 \times 10^5$  a  $8,8 \times 10^5$  cél/mL.

Poutrel y col. (1997), registraron la media del RCS de 1060 cabras pertenecientes a 8 establecimientos en diferentes etapas de la lactación en Francia. Ellos compararon el estatus de infección de la ubre con el RCS y sus registros fueron de  $2,72 \times 10^5$ ,  $9,32 \times 10^5$  y  $2,44 \times 10^6$  cél/mL en ubres no infectadas, ubres infectadas con *Staphylococcus coagulasa negativa* y en ubres infectadas con patógenos mayores respectivamente. Estos autores concluyeron que el RCS es una manera confiable para detectar las cabras con mastitis subclínica causada por patógenos mayores o menores.

En España, Corrales y col. (2004), investigaron el efecto de la infección intramamaria reportando que un 70% de los rebaños estudiados presentaron valores por debajo del valor propuesto por la UE (límite legal de 1.500.000

cél/mL). Además encontraron que los rebaños libres de micoplasma (el que fue objetivo del estudio) presentaron 776.000 cél/mL.

En Brasil, Gomes y col. (2006), estudiaron el efecto de la etapa de la lactación en 40 cabras Saanen sanas en 8 meses de lactancia, usando un método de análisis que cuenta sólo las células nucleadas (Fossomatic®). La media del RCS del primer al octavo mes fue de 2,56, 4,42, 3,45, 8,52, 5,96, 5,84, 6,41 y  $6,51 \times 10^5$  cél/mL respectivamente. Indican que el alto valor que se registró en el cuarto mes se debió a que la mayoría de las cabras se encontraban en estro y concluyen que ocurre un incremento en el RCS a medida que avanza la lactación en ausencia de infección intramamaria.

Delgado-Pertiñez y col. (2003), analizaron el efecto del manejo higiénico-sanitario (H-S) en la calidad de leche de cabra en sistemas semi-extensivos en España y registraron los siguientes resultados de RCS: los establecimientos que practican un manejo H-S presentaron una media de  $1,56 \times 10^6$  cél/mL, mientras que los que no practican este manejo la media fue de  $2,35 \times 10^6$  cél/mL. En aquellos que ordeñan a mano, la media fue menor en comparación con los que ordeñan a máquina:  $1,78 \times 10^6$  cél/mL frente a  $2,53 \times 10^6$  cél/mL. Estos autores también hallaron que en los 10 meses de lactación, en los primeros 4 meses se registraron los menores valores de RCS (1,38 a  $1,68 \times 10^6$  cél/mL) y en los 2 últimos meses los valores más altos ( $3,02$  y  $3,80 \times 10^6$  cél/mL).

Pridalová y col. (2009), monitorearon el RCS de cabras pertenecientes a dos tipos de establecimientos en República Checa. Los de manejo intensivo ordeñadas a máquina (42 muestras de leche del tanque) presentaron una media de  $1,87 \times 10^6$  cél/mL ( $1,39 - 2,80 \times 10^6$  cél/mL) y en los establecimientos más pequeños y de ordeño a mano (15 muestras) la media fue de  $8,95 \times 10^5$  cél/mL ( $7,81 \times 10^5 - 1,04 \times 10^6$  cél/mL).

Cordiviola y col. (2007), que analizaron la calidad higiénico-sanitaria de la leche caprina en la cuenca de Cañuelas, Provincia de Buenos Aires, mediante el método de recuento por microscopio directo, concluyeron que el análisis del RCS ( $7,99 \times 10^6$  cél/mL) fue superior a los límites propuestos por legislaciones extranjeras como la europea y estadounidense. En sólo uno de los 31 registros, el RCS estuvo por debajo de los límites citados ( $1,0 \times 10^6$  cél/ml en U.S.A. y  $1,5 \times 10^6$  cél/ml en U.E.).

Paape y col. (2007), estudiaron los efectos que contribuyen a elevar el RCS, tales como la etapa de la lactación, número de partos, raza, área/región y tendencia anual en Estados Unidos. En el primer parto, a los 15 días de lactación el promedio fue de  $2,0 \times 10^5$  cél/mL y a los 285 días de lactación fue de  $5,0 \times 10^5$  cél/mL. En el quinto parto a los 15 días el promedio fue de  $2,5 \times 10^5$  cél/mL y a los 285 días fue de  $1,15 \times 10^6$  cél/mL. Estos autores indican que mientras la infección intramamaria incrementa el valor del RCS, otros factores no infecciosos como el estro, temporada, y la producción de leche también contribuyen a aumentar el recuento. A su vez, en ubres no infectadas, un progresivo aumento en el recuento también es observado a medida que avanza la lactación y el número de partos.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Evaluar en un establecimiento caprino la calidad higiénico-sanitaria y de composición de la leche de cabras de la raza Saanen durante la segunda mitad de la lactancia.

### **Objetivos Específicos**

- Determinar valores en relación a parámetros de calidad higiénica sanitaria y de composición, durante la segunda mitad de la lactancia.
- Determinar propiedades físico químicas: acidez, pH y prueba de alcohol, durante la segunda mitad de la lactancia.
- Evaluar la estabilidad de la leche caprina frente al alcohol con diferentes graduaciones, a fin de determinar la apropiada para la realización de esta prueba como aceptación o rechazo en leche caprina.

## MATERIALES Y MÉTODOS

FACUL

### **Diseño Experimental**

Se utilizó un rebaño caprino en lactancia de la raza Saanen, perteneciente al Parque de Actividades Agropecuarias (PAGRO) de la Intendencia Municipal de Montevideo (IMM), localizado en la zona de Colón, Montevideo, Uruguay.

Se realizaron 6 muestreos individuales al total de los animales (n=25) del rebaño con un intervalo de 15 días durante la segunda mitad de la lactancia. Además, se extrajo una muestra representativa del volumen de leche producido en el ordeño de la mañana (tanque).

### **Muestreo para análisis microbiológico**

Previo a la extracción de muestras se realizó la limpieza de la ubre de la siguiente manera:

- Lavado de pezones y secado con toallas descartables.
- Desinfección del pezón que se va a extraer la muestra (izquierdo) con alcohol 70° GL.

Luego se descartan los primeros chorros y se procede a la extracción de la muestra manualmente (con previa desinfección de manos con alcohol 70°) en un frasco estéril para análisis microbiológicos. Cada frasco se cierra inmediatamente luego de extraída cada muestra, identificándolo con el número de caravana de la cabra correspondiente.

Una vez extraídas las muestras para análisis microbiológicos fueron remitidas bajo refrigeración al laboratorio del Departamento de Ciencia y Tecnología de la Leche de la Facultad de Veterinaria para su posterior análisis mediante la metodología descrita por APHA, (1984).

Para tomar la muestra representativa del ordeño (tarro), previamente se mezcla mecánicamente la leche del tarro durante por lo menos 5 minutos (obteniendo una correcta homogeneización) para luego extraer una alícuota del volumen. Las muestras se colocaron en recipientes isotérmicos refrigerados con las fichas correspondientes al laboratorio. Los análisis fueron realizados dentro de las 24 horas posteriores a la extracción, las que se mantuvieron en refrigeración.

Los análisis microbiológicos realizados fueron los siguientes:

### **Muestras individuales:**

- Recuento Total de Mesófilos Aerobios (RTMA), con medio estándar Plate Count Agar (PCA).

## **Muestras representativas del rodeo (tarro):**

- Recuento Total de Mesófilos Aerobios (RTMA), con medio estándar Plate Count Agar (PCA).
- Coliformes totales, medio Violet Red Bilis Agar (VRBA). Caracterizándose las colonias morfológicamente según su tamaño y presencia de pigmentos.
- *Staphylococcus* coagulasa positiva, medio Baird Parker Agar (BP), las colonias características (negras brillantes de bordes lisos; negras brillantes con halo y precipitado; gris oscuras de bordes irregulares con o sin halo y precipitado) se confirman con las pruebas de catalasa y coagulasa.

Otro análisis que se realizó a cada muestra de leche individual y la representativa del volumen total de leche producida es el Recuento de Células Somáticas (RCS) mediante la técnica de Prescott y Breed (Internacional Dairy Federation, 1995).

Las técnicas utilizadas se describen a continuación:

Recuento total de mesófilos aerobios (RTMA): utilizando el método de siembra en profundidad en placa, a través del medio de cultivo Plate Count Agar (PCA) según la metodología APHA (1984).

El recuento total de bacterias o recuento total de mesófilos aerobios se determina sembrando diluciones de las muestras de leche en placas de petri. Se utiliza un medio de cultivo sólido nutritivo no selectivo (PCA), que permite el crecimiento de microorganismos aerobios mesófilos. La incubación se realiza en aerobiosis, a 37° durante 24-48 horas (Cousins y col, 1987).

Determinación de *Staphylococcus* coagulasa positiva: según la metodología APHA (1984), el recuento de *S. aureus* en los alimentos se hace mediante siembra directa por extensión en placas con el medio Baird Parker, el que contiene agar base con yema de huevo, telurito de potasio, glicina, piruvato, cloruro de litio. Se siembran las muestras y se incuban a 37° durante 42 – 48 horas y se efectúa la lectura después de 18-24hs y 42-48hs. Este medio selectivo y diferencial tiene la ventaja de que en él pueden crecer incluso las células de *Staphylococcus* que han sufrido un stress (Mossel y col., 2006). En la actualidad, son de gran aceptación los medios que contienen yema de huevo junto a los agentes selectivos incorporados. En estos medios la mayoría de las cepas de *S. aureus* utilizan la lipoproteína de la yema de huevo conocida como lipovitelina, lo que da lugar a que, en torno y debajo de las colonias, aparezcan áreas de aclaramiento, debido a la acción de la lecitinasa. Otro carácter propio de las “reacciones de yema de huevo” es la aparición de un precipitado blanco en las áreas total o parcialmente aclaradas que es debido a la formación de sales de calcio y magnesio de los ácidos grasos liberados, por la acción de la enzima lipasa de este microorganismo (ICMSF, 1982). Las colonias

características son: negras debido a la reducción del telurito, brillantes, convexas, rodeadas de una zona transparente que puede ser translúcida, puede aparecer un anillo opalescente en la zona de contacto de éste halo transparente con las colonias (Beerens, 1990). Las colonias características o sospechosas se siembran en caldo infusión de cerebro y corazón (BHI), medio que se incuba a 37° C por 24 horas, las que se confirman mediante la prueba de la coagulasa (Mossel y col., 2006). Esta técnica consiste en tomar 0.1 mL del caldo BHI luego de incubar las colonias sospechosas y junto a 0.3 mL del plasma de conejo, se incuba a 35-37°C, examinándose los tubos cada media hora, durante 6 horas con el fin de detectar si existe coagulación; si no se observa la misma se completa la lectura a las 24 horas (ICMSF, 1982).

Determinación de coliformes totales, según la metodología APHA (1984). El grupo coliformes incluye a microorganismos de la familia *Enterobacteriaceae*. Son gérmenes Gram negativos, aerobios y anaerobios facultativos, no formadores de esporas, fermentan la lactosa, forman ácido y gas dentro de 48 horas a 35 °C. Aumentando la temperatura de incubación a 44.5 °C por 24 horas se detecta crecimiento de coliformes de origen fecal (o termotolerantes). Los coliformes fecales se limitan a los organismos que crecen en el tracto gastrointestinal de humanos y animales de sangre caliente y son miembros de al menos tres géneros: *Escherichia*, *Klebsiella*, y *Enterobacter* (APHA, 1984).

El medio agar cristal violeta rojo neutro bilis (VRBA), es uno de los más utilizados para determinar coliformes totales. Es un método de siembra en medio sólido cuya principal ventaja es su rapidez. La técnica de recuento en placa consiste en realizar la siembra en profundidad, cubriéndose con aproximadamente 10 mL de este agar fundido, luego enfriado, en cada placa de Petri. Se mezcla cuidadosamente el medio con el inóculo y se deja solidificar en una superficie horizontal. Se incuba a 30-37° durante 24 horas, colocándose las placas en forma invertida. Se cuentan las colonias rojas intensas, con diámetro de 0.5-1 mm y halo de precipitación de sales biliares (Beerens, 1990). Este análisis se realizó, al igual que el anterior, en las muestras representativas (tarro) del ordeño.

Recuento de células somáticas: mediante la técnica de Breed, siendo éste el método de referencia, (International Dairy Federation, FIL-IDF, 1995). El método de recuento directo: Breed, permite la evaluación de células y gérmenes en la leche, por extensión de un volumen conocido de leche sobre una superficie dada y la numeración de células o gérmenes en un campo microscópico de diámetro igualmente conocido (Sosa y Feder, 1976). Esta técnica determina cuantitativamente el contenido de células somáticas o leucocitos en la leche (Fraser, 1982).

### **Muestreo para el análisis físico-químico**

Se realizó según la metodología descrita por la Federación Internacional de Lechería (FIL-IDF 50C:1995, citada por Pinto y col, 1998). Se tomó una alícuota representativa del ordeño total de cada animal (del caudalímetro, necesario para realizar el control lechero); se colocaron en frascos de plástico, limpios, secos e identificados con el número de caravana de cada animal.

A estas muestras se les realizaron los siguientes análisis físico-químicos:

- Determinación de acidez de valoración (Dörnic).
- pH
- Prueba del alcohol (55° GL, 58° GL, 68° GL).

Acidez de valoración (Dörnic): Es la acidez titulable, la que se mide mediante la neutralización de todas las reacciones ácidas presentes en la leche. Se titula con una solución alcalina de concentración conocida y se le agrega un indicador (fenolftaleína) cuyo pH de variación de color: 8.4 es el punto final de valoración. La acidez se debe a los distintos componentes que puede presentar la leche: 2/5 a ésteres fosfóricos de la caseína, 2/5 a sustancias minerales y ácidos orgánicos, 1/5 al over-run que corresponde a las reacciones secundarias de los fosfatos con precipitación del fosfato de calcio. El grado de acidez expresado como grados Dörnic (°D) o porcentaje de ácido láctico corresponde a la suma de todas las sustancias de acción contenidas en la leche, para cuya neutralización se requiere 1 mL de NaOH N/9 (hidróxido de sodio normalizado 0.1111) por 100 mL de leche (Alais, 1985, Arnaud y col., 2009)

pH Representa la acidez actual o verdadera de la leche. No es un valor constante, puede variar en el curso de la lactación y bajo la influencia de la alimentación. Las variaciones del pH se deben al contenido de caseína y fosfatos. Para la determinación del pH se utilizó un pH-metro (Orion, modelo 9107) El mismo mide la diferencia de potencial o voltaje de dos electrodos sumergidos en la muestra. Uno de los electrodos es de referencia e independiente del pH de la solución analizada; el otro es sensible a la concentración molar de iones hidrogeniones en solución (Alais, 1985).

Prueba del alcohol (55° GL, 58° GL, 68° GL) Se mezclan volúmenes iguales de leche y alcohol (1mL/1mL) en cada tubo de ensayo con sus respectivas graduaciones y se agita por inversión dos o tres veces. Se considera positiva la prueba cuando se observan partículas coaguladas de caseína (cuajada) en la pared del tubo (Arnaud y col., 2009).

#### Análisis de composición

Se determinó contenido de materia grasa, proteína y lactosa, los que fueron realizados en el laboratorio COLAVECO, utilizando un equipo Milkoscan, mediante la espectrofotometría infrarroja. El principio básico se fundamenta en que la leche contiene sustancias orgánicas que son la causa de bandas de absorción características. La absorción de las bandas infrarrojas se efectúa por los grupos funcionales de las moléculas de grasa, proteína y lactosa. Las absorciones cuantitativas de energía de la radiación infrarroja de longitud de onda de 5.730 nm corresponde al grupo carbonilo de los triglicéridos, en la longitud de onda de 6.400 nm corresponde a los grupos aminos de las proteínas y en los 9.600 nm a los grupos hidroxilos de la lactosa (Arnaud y col., 2009).

## RESULTADOS

### CALIDAD HIGIÉNICO-SANITARIA

#### RTMA y RCS en muestras individuales

Los resultados obtenidos en relación al contenido de mesófilos aerobios y células somáticas en leche caprina se presentan en el Gráfico N°1.

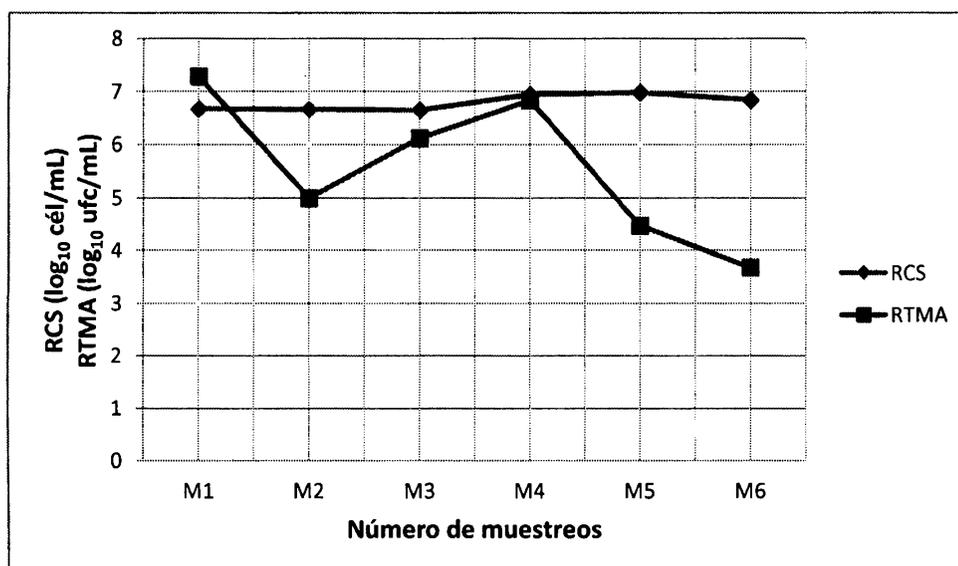


Gráfico N°1. Evolución del recuento total de mesófilos aerobios (RTMA) y recuento de células somáticas (RCS) expresados en logaritmo base 10 ( $\log_{10}$ ), en leche caprina en 6 muestreos individuales (n=25).

#### RTMA y RCS en muestras representativas

Los resultados del RTMA de los 6 muestreos representativos (tarro) del ordeño matutino dieron un promedio de 7,01  $\log_{10}$  ufc/mL en RTMA. Observándose el recuento más bajo en el muestreo 6, de 3,34  $\log_{10}$  ufc/mL y el más alto correspondió al muestreo 1, presentando 7,51  $\log_{10}$  ufc/mL. Mientras que los resultados del RCS de los mismos muestreos representativos dieron un promedio de 6,61  $\log_{10}$  cél/mL. El recuento más bajo se obtuvo en el muestreo 1, siendo de 6,41  $\log_{10}$  cél/mL y el más alto correspondió al muestreo 3, con 6,72  $\log_{10}$  cél/mL.

## Determinación de coliformes totales y *Staphylococcus coagulasa* positiva en muestras representativas (tarro)

El valor promedio observado para coliformes totales obtenido a partir de los 6 muestreos representativos (tarro) del ordeño matutino fue de 5,70 log<sub>10</sub> ufc/mL, El recuento más bajo se obtuvo en el muestreo 3, siendo de 2,02 y el más alto correspondió al muestreo 1, siendo de 6,47 log<sub>10</sub> ufc/mL.

Para *Staphylococcus coagulasa* positiva el valor promedio fue de 2,60 log<sub>10</sub> ufc/mL. Se observaron los valores más bajos en los muestreos 3, 4, 5 y 6 siendo de 2 log<sub>10</sub> ufc/mL, y en los dos primeros muestreos los valores más altos, siendo en ambos casos de 3 log<sub>10</sub> ufc/mL.

## CALIDAD DE COMPOSICIÓN

Los resultados observados en relación a la calidad de composición durante los 6 muestreos individuales (n=25) durante la segunda mitad de la lactación se muestran en el Gráfico N° 2.

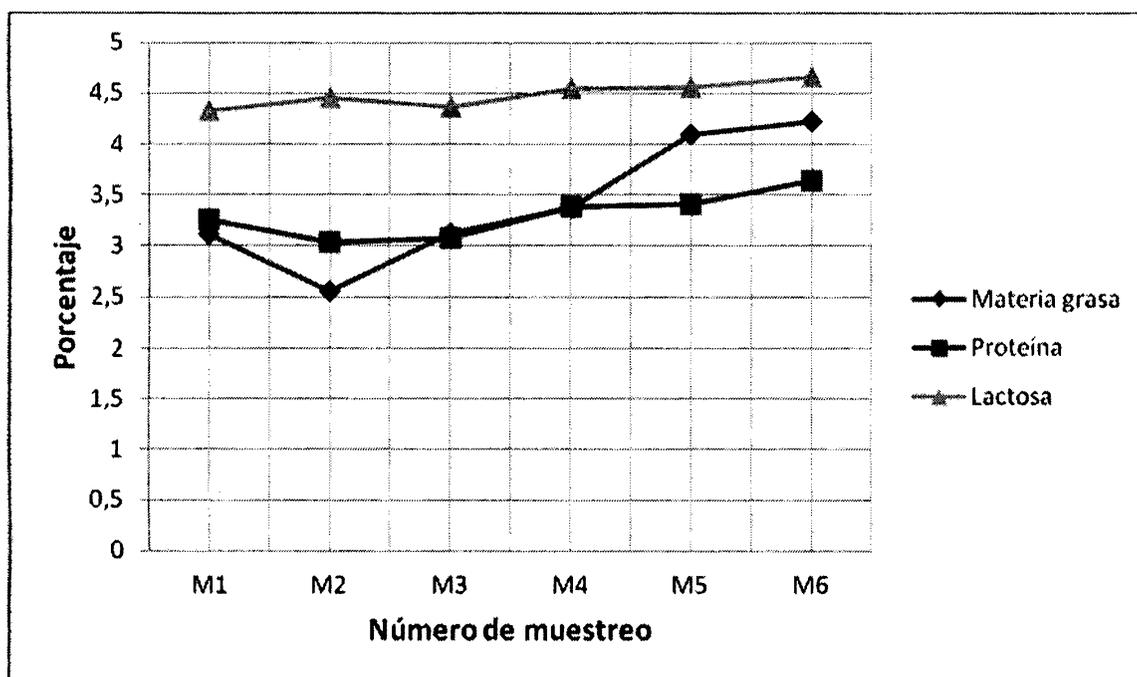


Gráfico N° 2: Principales componentes de la leche caprina (muestreo individual) durante la segunda mitad del ciclo de lactancia (n=25).

En la tabla N°1, se observan los valores en relación a la calidad composicional de leche de cabra obtenida de 6 muestreos representativos (tarro) del ordeño matutino.

Tabla N°1: Valores promedio en porcentaje de materia grasa, proteína, y lactosa en leche caprina en 6 muestreos sucesivos representativos (tarro) del ordeño matutino durante la segunda mitad del ciclo de lactancia.

<b>Muestreos</b>	<b>Materia grasa (%), media</b>	<b>Proteína (%), media</b>	<b>Lactosa (%), media</b>
<b>M1 (14/12/09)</b>	3,41	3,01	3,80
<b>M2 (18/01/10)</b>	2,50	2,99	4,47
<b>M3 (01/02/10)</b>	3,30	3,07	4,32
<b>M4 (22/02/10)</b>	3,26	3,27	4,48
<b>M5 (09/03/10)</b>	3,83	3,37	4,57
<b>M6 (06/04/10)</b>	4,12	3,54	4,56

## PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

### Prueba del alcohol

Tabla N°2. Valores de muestras individuales positivas a diferentes graduaciones en la prueba de alcohol (%)

<b>Muestreos</b>	<b>68°GL</b>	<b>58°GL</b>	<b>55°GL</b>
<b>M1 (14/12/09)</b>	100%	75%	50%
<b>M2 (18/01/10)</b>	100%	91,7%	70,9%
<b>M3 (01/02/10)</b>	100%	95,9%	83,4%
<b>M4 (22/02/10)</b>	100%	79,2%	70,8%
<b>M5 (09/03/10)</b>	100%	39,2%	21,8%
<b>M6 (06/04/10)</b>	73,7%	25%	0%

Con respecto a las muestras del tarro los resultados obtenidos con las diferentes graduaciones fueron las siguientes:

Al utilizar alcohol 68°GL se observó que todas las muestras dieron resultados positivos, con alcohol 58°GL se obtuvo que en todos los muestreos dieron resultados positivos excepto en el muestreo 5.

En la graduación 55°GL, los resultados positivos se observaron en los muestreos 1, 2 y 3. Mientras que en los muestreos 4, 5 y 6 se registraron resultados negativos.

### Acidez y pH.

Los valores de acidez y pH encontrados en este trabajo se observan en las siguientes tablas.

Tabla N°3: Valores promedio para acidez (°Dörníc) y pH en leche de cabra obtenida de 6 muestreos individuales (n=25) del ordeño matutino durante la segunda mitad del ciclo de lactancia (diciembre de 2009 a abril del 2010).

Muestreos	Acidez (°D), media ± desvío estándar (rango)	pH, media ± desvío estándar (rango)
<b>M1</b> (14/12/09)	15,65 ± 1,46 (14 – 19)	6,66 ± 0,08 (6,5 – 6,8)
<b>M2</b> (18/01/10)	13,95 ± 1,68 (11 – 17)	6,74 ± 0,07 (6,6 – 6,9)
<b>M3</b> (01/02/10)	15,89 ± 1,73 (13,5 – 20)	6,68 ± 0,08 (6,5 – 6,8)
<b>M4</b> (22/02/10)	16,45 ± 2,07 (14 – 21)	6,63 ± 0,08 (6,5 – 6,8)
<b>M5</b> (09/03/10)	19,39 ± 2,08 (15 – 23)	6,65 ± 0,09 (6,5 – 6,8)
<b>M6</b> (06/04/10)	17,82 ± 1,76 (16 – 21,5)	6,76 ± 0,07 (6,6 – 6,9)

Tabla N°4: Valores promedio para acidez (°Dörníc) y pH en leche de cabra obtenida de 6 muestreos representativos (tarro) del ordeño matutino durante la segunda mitad del ciclo de lactancia (diciembre de 2009 a abril del 2010).

Muestreos	Acidez (°D), media	pH, media
<b>M1</b> (14/12/09)	17,5	6,7
<b>M2</b> (18/01/10)	14,5	6,7
<b>M3</b> (01/02/10)	15	6,7
<b>M4</b> (22/02/10)	16,7	6,6
<b>M5</b> (09/03/10)	19	6,6
<b>M6</b> (06/04/10)	19,5	6,7

## DISCUSIÓN

### **CALIDAD HIGIÉNICO SANITARIA**

#### Recuento total de mesófilos aerobios

En este estudio en relación al RTMA obtenido de las muestras representativas se obtuvieron valores similares a los reportados en la bibliografía. Chávez y col. (2007), en cabras Saanen y Cordiviola y col. (2007), ambos en Argentina, obtuvieron valores de  $3,3 \times 10^7$  y  $3,18 \times 10^6$  ufc/mL respectivamente. También coinciden con Morgan y col. (2003) en Grecia  $3,6 \times 10^7$  ufc/mL y Portugal  $4,0 \times 10^7$  ufc/mL y Zweifel y col. (2005) en Suiza  $1,0 \times 10^6$  ufc/mL. Por otra parte, Delgado-Petiñez y col. (2003) en España citaron valores de 1,65 a  $3,79 \times 10^5$  ufc/mL y Morgan y col. (2003)  $1,0 \times 10^5$  ufc/mL en Francia. Mientras que la mayoría de los valores citados con respecto al RTMA de las muestras individuales son inferiores a los obtenidos por este trabajo. Para muestras individuales, Delgado-Pertiñez y col. (2003) publican valores de 4,6 a  $8,5 \times 10^4$  ufc/mL; Queiroga y col. (2002)  $6,0 \times 10^3$  a  $1,4 \times 10^5$  ufc/mL en cabras Saanen mestizas. Sin embargo, García y col. (2009) en Venezuela reportan un valor promedio de  $1,8 \times 10^7$  ufc/mL en muestras individuales.

Los resultados obtenidos en este trabajo de muestras individuales y tarro son coincidentes con los del estudio realizado por Delgado-Pertiñez y col. (2003), que indican que la contaminación de la leche en el momento que sale de la ubre (muestras individuales) es baja y aumenta cuando llega al tanque de recepción (muestra representativa). Esto puede ser debido a la contaminación que puede ocurrir durante la obtención y almacenamiento de la leche, malas condiciones higiénicas del establo, de los sitios de ordeño, a ubres sucias o no higienizadas previo al ordeño, manos sucias de los operarios, calidad bacteriológica del agua y la no refrigeración rápida de la leche entre otros factores (Calderón y col. 2006).

Las diferencias observadas en el promedio del RTMA de ambos tipos de muestras entre los sucesivos muestreos pudieron ser debido a cambios en la rutina de ordeño, tales como limpieza de ubres y pezones en el momento del ordeño, eliminación de los primeros chorros de leche, utilización de toallas descartables, adecuada higiene de las manos del ordeñador, así como el movimiento del animal en el momento de extracción de las muestras individuales lo que provoca que caigan partículas de polvo o pelos en el frasco colector de la muestra de leche.

#### Recuento de células somáticas

En este análisis, el valor promedio obtenido con respecto al RCS fue:  $6,5 \times 10^6$  cél/mL (muestras individuales) y  $4,1 \times 10^6$  cél/mL (muestras representativas), los que fueron similares a los registrados por la mayoría de los autores citados.

Koop y col. (2009), señala que los valores para cabras con ubres libres de infección mamaria son inferiores a  $2,0 \times 10^6$  cél/mL. Delgado-Pertiñez y col.

(2003), en España hallaron valores de  $1,3$  a  $3,8 \times 10^6$  cél/mL, los que son variables dependiendo de si los establecimientos practican o no un manejo higiénico-sanitario y también de la etapa de lactación de los animales. Gomes y col. (2006) en Brasil, hallaron valores promedio entre  $2,56$  y  $8,52 \times 10^5$  cél/mL. Mientras que en Argentina, Cordiviola y col. (2007) hallaron el RCS mediante el método de recuento por microscopía directa (Prescott y Breed) y encontraron un valor promedio de  $7,99 \times 10^6$  cél/mL, lo cual se asemeja al encontrado en este trabajo en el que fue realizada la misma metodología. Además de acuerdo con Robertson y Muller (2005), los valores varían dependiendo del método de análisis, los cuales aumentan si dicho método no distingue células nucleadas de las no nucleadas.

Esto podría explicar los valores superiores hallados en este trabajo en comparación con la mayoría de los autores citados, que analizaron el RCS mediante métodos que diferencian células con contenido de ADN.

A su vez los valores encontrados corresponden a la segunda mitad de la lactación, lo cual coincide con la mayoría de los autores con respecto al aumento del RCS a medida que avanza la lactación (Paape y col., 2007; Raynal-Ljutovac y col., 2007; Robertson y Muller., 2005).

Se observó que los resultados de los mismos muestreos en las muestras individuales y representativas fueron diferentes, por ejemplo el valor más alto en las muestras individuales fue en el muestreo 5 de  $9,5 \times 10^6$  cél/mL, mientras que en el mismo muestreo, el valor de la muestra representativa fue de  $4,2 \times 10^6$  cél/mL. Esto pudo ser debido a la mayor contaminación microbiana de la muestra representativa, lo cual dificulta el conteo de células somáticas.

Finalmente otros factores no infecciosos pudieron haber influido en el RCS, como ejemplo un elevado número de animales en estro o animales con más de 3 lactancias, ya que según Paape y col. (2007) el RCS aumenta a medida que los animales presentan más lactaciones o número de partos.

### Recuento de coliformes totales

Los coliformes constituyen el grupo de enterobacterias más importante presentes en leche cruda. Se encuentran prácticamente en todas partes, por lo que son utilizadas como "indicadores", es decir microorganismos cuya presencia en gran número delata prácticas de trabajo en malas condiciones higiénicas (Draksler y col. 2002).

Morgan y col. (2003), encontraron valores promedio de coliformes totales de  $1,8 \times 10^6$  ufc/mL,  $4,0 \times 10^7$  ufc/mL y  $1,4 \times 10^2$  ufc/mL en Grecia, Portugal y Francia respectivamente. Chavez y col. (2007) en Argentina, registraron un promedio de  $1,0 \times 10^5$  ufc/mL. En Brasil, Schmidt y col. (2008), indican que los coliformes totales variaron entre  $4,3 \times 10^3$  y  $1,4 \times 10^6$  ufc/mL. García y col. (2009) en Venezuela, reportan un valor promedio de  $8,3 \times 10^5$  ufc/mL.

El valor promedio de coliformes totales obtenido en el presente estudio, en relación a las muestras representativas  $5,0 \times 10^5$  ufc/mL fue similar a los valores citados anteriormente.

Las diferencias encontradas entre los sucesivos muestreos pudieron ser debidas a: alteraciones en la rutina de ordeño, contaminación de la leche con éste tipo de microorganismo del ambiente e inclusive dentro de este grupo podría indicarse una contaminación con materia fecal (coliformes fecales).

### Recuento de *Staphylococcus coagulasa positiva*

Los patógenos más prevalentes en la cabra son los estafilococos. Estos autores señalan que las enterotoxinas estafilocócicas producidas por *S. coagulasa positiva* en general se caracterizan por ser termorresistentes y persisten en los productos lácteos elaborados con leche de animales infectados, a pesar de la pasteurización o esterilización lo que implica un riesgo para el consumidor (Contreras y col. 2010). Aunque ciertas cepas de *Staphylococcus aureus* son responsables de mastitis subclínicas, este patógeno es también uno de los principales responsables de mastitis clínicas en la cabra.

En cuanto a valores de *Staphylococcus coagulasa positiva* Morgan y col. (2003), registraron valores promedio de  $1,68 \times 10^5$  ufc/mL,  $7,58 \times 10^4$  ufc/mL y  $2,75 \times 10^2$  ufc/mL en Grecia, Portugal y Francia respectivamente.

En Brasil, Queiroga y col. (2002) publican que el valor máximo de *Staphylococcus aureus* fue de  $8,0 \times 10^2$  ufc/mL. Muehlherr y col. (2003), en Suiza detectaron *Staphylococcus aureus* en el 31,7% de las muestras, con un valor promedio menor a  $1,0 \times 10^1$  ufc/mL y el valor máximo fue de  $1,0 \times 10^4$  ufc/mL.

En el Reglamento Bromatológico Nacional (RBN, decreto 315/994) se admiten hasta  $1,0 \times 10^3$  ufc/mL de *Staphylococcus aureus* en leche cruda bovina, no existiendo en Uruguay niveles establecidos para leche caprina.

En este trabajo el valor promedio encontrado ( $4,0 \times 10^2$  ufc/mL) fue similar a los citados en la bibliografía y se encuentra dentro de los niveles permitidos para leche bovina por el Reglamento Bromatológico Nacional (MSP, 1994).

### **CALIDAD DE COMPOSICIÓN**

En el presente trabajo en relación a la composición se obtuvieron los siguientes valores promedio: materia grasa 3,41%, proteína 3,29% y lactosa 4,48%. En Uruguay, Damián y col. (2008), encontraron los siguientes valores de materia grasa, proteína y lactosa en cabras Saanen: 3,59%, 2,84% y 4,54%.

De Souza y col. (2009) en Brasil, presentaron resultados con los siguientes valores promedio: grasa 3,46%, proteína 2,89%, lactosa 4,44%. También en Brasil, Queiroga y col. (2007) reportan valores de 3,4%, 2,7% y 4,1% en los mismos componentes en cabras Saanen.

En comparación con nuestro trabajo, se observa que los valores de materia grasa y lactosa son similares a los tres autores citados, mientras que el contenido de proteínas es mayor a los obtenidos por dichos autores.

En Argentina, Frau y col. (2010) en cabras Saanen cruzas Anglo Nubian (75% Saanen), pertenecientes a un rebaño con manejo extensivo encontraron valores de 5,59%, 3,39%, y 4,36% en materia grasa, proteína y lactosa respectivamente. Estas diferencias evidencian la importancia de la raza y sistemas de producción en la composición de la leche. De acuerdo con Morand-Fehr y col. (2007), se registran diferencias significativas en la composición cuando la ingesta de energía proviene de sistemas de producción basados en pasturas o si proviene de sistemas intensivos con estabulación. Los sistemas de producción basados en pasturas se caracterizan por dar un alto rendimiento en el contenido de grasa láctea debido a la dieta rica en fibra. Mientras que en los sistemas intensivos, altos suministros de concentrados permiten una producción de leche rica en proteínas y relativamente baja en grasas (Morand-Fehr y col., 2007). Park y col. (2007), indican que los cambios en la composición se producen por temporadas, debido a que en el final de la lactación, la grasa, proteína, sólidos totales y el contenido mineral se incrementan, mientras que el contenido de lactosa decrece.

En nuestro trabajo existe una coincidencia con estos autores, ya que se registró un aumento progresivo de proteína y materia grasa a partir del segundo muestreo. No ocurrió lo mismo con respecto a la lactosa, ya que se registró un leve aumento progresivo a partir del tercer muestreo.

## **PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS**

### Acidez

Frau y col. (2010) en Argentina, registraron el valor promedio de acidez de 19,52°D (16,55 – 22,63°D). En Brasil Queiroga y col. (2007), que analizaron la leche de cabras Saanen, reportan valores de acidez de 15, 14,2 y 16,5°D a los 35, 85 y 135 días de lactación respectivamente. Morgan y col. (2003), hallaron en Grecia valores de acidez de 16, 17, 18 y 20°D; en Portugal 16°D y en Francia 14 y 16°D.

Los resultados encontrados en este trabajo (media de 16,52°D en muestras individuales y 17,03°D en muestras representativas) son similares al citado por Queiroga y col. (2007) a los 135 días de lactación. Existe una coincidencia con Luquet (1991) que indica que al final de la lactación, la acidez, asociada a la riqueza de la leche en caseínas, es de 16 a 18°D. Los valores reportados por Frau y col. (2010) provienen de leches con un elevado tenor proteico lo que explica su alto valor de acidez, que de acuerdo con Draksler la acidez se debe a la presencia de fosfatos ácidos, aminoácidos, CO<sub>2</sub> y caseína en solución.

A sí mismo el mayor valor obtenido en el promedio de muestras representativas con respecto al de las muestras individuales pudo ser debido a la mayor contaminación microbiana que presentaban las primeras.

## pH

Draksler y col. (2004) han encontrado variaciones de aspecto racial, pero en general está comprendido entre 6,1 y 6,7. Park y col. (2007) indican un rango de 6,5 a 6,8. Morgan y col. (2003) encontraron valores de pH entre 6,41 y 6,61 en Grecia; 6,59 en Portugal; y 6,63 y 6,75 en Francia.

El promedio obtenido en este estudio (6,68 en muestras individuales y 6,66 en muestras representativas) son similares a los obtenidos por Morgan y col. (2003) en Francia. Según Arnaud y col. (2009), el pH representa la acidez actual o verdadera de la leche, no es un valor constante, pudiendo variar durante el curso del ciclo de la lactación y bajo la influencia de la alimentación.

## Prueba del alcohol

La prueba de alcohol se utiliza como indicador rápido y simple de frescura en la leche, así como también para determinar la tendencia de la misma a coagular frente al calor. La respuesta de la prueba se relaciona con la concentración de alcohol utilizada, lo cual induce a la desestabilización de la leche. Comúnmente la leche de cabra precipita a un volumen de etanol 45°GL, mientras que la leche de vaca precipita a un volumen de etanol de 70°GL. Las diferencias en la composición de la estructura de la micela entre la leche caprina y bovina, son probablemente las responsables de la baja estabilidad de la leche de cabra al etanol, así como también de la inestabilidad cuando es sometida a procesos UHT (Raynal-Ljutovac y col., 2004). Horne y Parker (1981), indicaron que la baja estabilidad de la leche caprina al etanol comparada con la leche bovina está dada en parte por las diferentes proporciones de caseínas, en particular la ausencia del homólogo de la  $\alpha_1$ - caseína bovina, así como también por el alto contenido de calcio, el cual es responsable de la inestabilidad de la misma.

Guo y col. (1998), mencionan que la estabilidad coloidal de las micelas de caseína dependen de varios factores, entre ellos composición de las micelas y/o estructura, pH del medio, temperatura y fuerza iónica o balance de sales, especialmente del nivel de  $\text{Ca}^{2+}$  y distribución de fosfatos. Otro factor a considerar es que debido a la composición de proteínas, las micelas en leche de cabra son menos hidratadas que en la leche de vaca (Assaife y col., 2010). En cabras las micelas contienen más calcio y fosfatos inorgánicos, (Park y col., 2007)

Guo y col. (1998) también sugieren que la baja estabilidad al etanol en la leche de cabra puede estar relacionada con la proporción de sodio/potasio. En un estudio anterior mostraron que la relación Na/K en leche de cabra es mucho más baja que en leche de vaca (0.20-0.22 *versus* 0.31). Se encontró que la adición de sodio incrementa la proporción Na/K, mejorando la estabilidad de la micela de caseína a la prueba del alcohol (Lou y Gou, 1991).

En Perú, Ludeña y col. (2006), estudiaron la estabilidad al alcohol en leche caprina obteniendo la media de 48,93° GL, destacando el valor más bajo de 46° GL en el inicio de la lactación y el más alto fue de 54° GL en la séptima

semana de lactación (mitad de lactación), disminuyendo nuevamente hacia el fin de la lactancia. Guo y col. (1998), determinaron un valor promedio para leche de cabra de 44° GL.

En este trabajo en relación a las muestras individuales para la graduación 68° GL, se observó una gran inestabilidad (100% de las muestras dieron positivas), aunque en el último muestreo disminuyó esa inestabilidad dado que el 73,7% de las muestras dieron positivas.

La prueba del alcohol con esta graduación no es aplicable para demostrar la termoestabilidad de leche caprina (Wasiksiri y col., 2010)

A su vez en las graduaciones 58° y 55°GL, se observa en un principio una disminución de la estabilidad al alcohol hasta el tercer muestreo y luego un aumento progresivo de dicha estabilidad.

Barros y col. (1999) en leche bovina, indican que hacia el final de la lactación los resultados de esta prueba pueden tener mayores posibilidades de ser positivos a la prueba del alcohol porque los valores de calcio iónico son más elevados, el cual se relaciona positivamente con esta prueba.

En relación a las muestras representativas, para la graduación de 68° GL todas las muestras fueron positivas, en cambio en la graduación 58° GL en un muestreo se encontraron resultados negativos.

La mayor inestabilidad al alcohol que se observa en estas muestras representativas (tarro) al alcohol 68°GL y 58°GL pudo ser debido a la mayor contaminación microbiana y por lo tanto mayor valor de acidez que presentaron estas muestras, ya que a mayor acidez el estado coloidal es menos estable y coagulará más rápido (Arnaud y col. 2009).

Mientras que en la graduación 55° GL, se observó resultado positivo en los 3 primeros muestreos y los últimos 3 negativos. Coincidiendo con los resultados obtenidos en las muestras individuales.

Se recomienda evaluar en futuras investigaciones la estabilidad de la leche caprina frente a la prueba de alcohol, utilizando graduaciones de alcohol menores a las utilizadas en este trabajo, ya que otros autores observaron que la leche caprina precipita a una graduación de 45°GL (Raynal-Ljutovac y col., 2004).

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y a los resultados obtenidos se puede concluir que:

La calidad higiénico-sanitaria y de composición, así como sus propiedades físico-químicas de leche de cabras Saanen en la segunda mitad de la lactancia se puede definir como aceptable ya que los valores obtenidos coinciden con encontrados por otros autores en estudios similares, en países de la región.

1. Los valores definidos en este trabajo en relación a la calidad higiénico-sanitaria y de composición así como los valores de acidez y pH, en leche caprina de la raza Saanen en la segunda mitad de la lactancia concuerdan con los valores consultados en la literatura para la misma raza.

2. En relación al comportamiento de la leche caprina frente a la prueba de alcohol, se puede concluir que ninguna de las graduaciones utilizadas en este estudio son recomendadas para evaluar la termoestabilidad de la misma, en particular aquella utilizada por la industria en leche bovina (68°GL) no siendo aplicable para esta especie.

## BIBLIOGRAFÍA

0 - FAC  
et.

1. Acuña, C. (2008). Factores que afectan los resultados de la Prueba del Alcohol en leche cruda. Disponible en: [http://www.engormix.com/factores\\_afectan\\_resultados\\_prueba\\_s\\_articulos\\_2028\\_GDL.htm](http://www.engormix.com/factores_afectan_resultados_prueba_s_articulos_2028_GDL.htm). Fecha de consulta: 28/04/12.
2. Alais, Ch. (1985). Ciencia de la leche, Principios de técnica lechera, 4º ed. Barcelona, Reverté, 872 p.
3. American Public Health Association (Apha) (1984). Compendium of Methods for the Microbiological examination of Food, 2º ed. Washinton, Marvin L. Speck, 914 p.
4. Araya, V., Gallo, L., Quesada, C., Chávez, C., Arias, M. (2008). Evaluación bacteriológica de la leche y queso de cabra distribuida en el Area Metropolitana de San José, Costa Rica. Archivos Latinoamericanos de Nutrición; 58(2): 182-186. Disponible en: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0004-06222008000200010&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0004-06222008000200010&script=sci_arttext). Fecha de consulta: 05/05/12.
5. Arnaud, F.; Carro, S.; De los Santos, R.; Grille, L.; Vera, S. (2009). Acidez y prueba de estabilidad de leche y derivados. Departamento de Ciencia y Tecnología de la leche. Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, 18p.
6. Assaife, F., Pinto, A., Zanela, M., Schmidt, V. (2010). Estabilidade térmica e ao álcool do leite de cabras Saanen e Alpina. Acta Scient Vet; 38(2): 165-169.
7. Barros, L., González, O., Galain, C., González, P., De Torres, E., Denis, N., Núñez, A. (2000). Variaciones de la leche y prueba del alcohol. XXVIII Jornadas Uruguayas de Buiatría. Punta del Este, Uruguay, p. 132.
8. Barros, L., Denis, N., González, O., Galain, C. (1999). Prueba del alcohol en leche y relación con calcio iónico. Rev Pract Vet; 2(9): 13-15.
9. Beerens, H., Luquet, F. (1990). La leche cruda. En: Beerens, H., Luquet, F. Guía práctica para el análisis microbiológico de la leche y los productos lácteos. Zaragoza, Acribia, pp. 3-68.
10. Boyazoglu, J., Hatzimininaoglou, I., Morand-Fehr, P. (2005). The role of goat in society: Past, present and perspectives for the future. Small Rum Res; 60:13-23
11. Boza, J., Sanz, S. (1997). Aspectos nutricionales de la leche de cabra. Anales de la Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental; 10:109-139. Disponible en: <http://www.insacan.org/racvao/anales/1997/articulos/10-1997-07.pdf>. Fecha de consulta: 20/04/12.
12. Calderón, A., García, F., Martínez, G. (2006). Indicadores de calidad de leches cruda en diferentes regiones de Colombia. Rev MVZ, Córdoba;

- 11(1):725-735. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/mvz/v11n1/v11n1a06.pdf>. Fecha de consulta: 04/05/12.
13. Ciappesoni, C. (2006). La producción caprina en Uruguay y Latinoamérica. Department of Tropical and Subtropical Animal Production. Disponible en: <http://www.caprahispana.com/mundo/uruguay/uruguay.htm> Fecha de consulta: 19/4/2012.
14. Chávez, M., Margalef, M., Martínez, M. (2007). Cuantificación de Lipólisis en leche caprina (Saanen) cruda y térmicamente tratada. Vº Congreso de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos, Mendoza, Argentina. Disponible en: [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar) Fecha de consulta: 03/05/12.
15. Contreras, A., Luengo, C., Sánchez, A., Corrales, J. (2010). Etiología de la infección intramamaria caprina en relación con los programas de control. XXV Jornadas de la SEOC; 369-372. Disponible en: <http://www.exopol.com/seoc/docs/1pmbcg09.pdf>. Fecha de consulta: 06/05/12.
16. Corrales, J., Sánchez, A., Luengo, C., Poveda, J., Contreras, A. (2004). Effect of Clinical Contagious Agalactia on the Bulk Tank Milk Somatic Cell Count in Murciano-Granadina Goat Herds. *J Dairy Sci*; 87:3165–3171.
17. Cordiviola, C., Arias, R., Vaamonde, G., Lacchini, R., Antonini, A. (2007). Calidad Higiénico-Sanitaria de la leche de cabra en la cuenca de Cañuelas, Provincia de Buenos Aires. Vº Congreso de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos, Mendoza, Argentina. Disponible en: [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar) Fecha de consulta: 12/04/12.
18. Cousins, C., Bramley, A. (1987). Microbiología de la leche cruda. En: Robinson, RK. Microbiología lactológica. Zaragoza, Acribia, pp. 109-150.
19. Damián, JP., Sacci, I., Reginesi, S., De Lima, D., Bermúdez, J. (2008). Cheese yield, casein fractions and mayor components of milk of Saanen and Anglo Nubian dairy goats. *Arq Bras Med Vet Zoot*; 60:1564-1569.
20. Delgado-Pertiñez, M., Alcalde, M., Guzman-Guerrero, J., Castel, J., Mena, Y., Caravaca, F. (2003). Effect of hygiene-sanitary management on goat milk quality in semi-extensive systems in Spain. *Small Rum Res*; 47:51-61.
21. Delucchi, I., Lamas, D., Viñoles, F., De Torres, E., Rios, C., Carro, S. (2008). Guía de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) para la producción de leche y Calidad. Boletín de Divulgación INIA N° 93, 56 p.
22. De Quadros, D. (2008). Leite de Cabra. Produção e Qualidade. *PUBVET* 2 (1), Jan 1. Disponible en: [www.caprtec.com.br/pdf/LeiteCabraProducaoQualidade](http://www.caprtec.com.br/pdf/LeiteCabraProducaoQualidade) Fecha de consulta: 12/04/12.
23. De Souza, G., Renaldi, J., Gomes de Faria, C., Castro, L. (2009). Composição e qualidade higienico-sanitária do leite de rebanhos caprinos.

- Produção de Caprinos na Região da Mata Atlântica. Juiz de Fora, MG. Embrapa, 272 p.
24. Desjeux, J.F. (1993). Valeur nutritionnelle du lait de chevre. Lait; 73:573-580.
25. Draksler, D, Núñez, M., González, S, Oliver, G. (2002). "Leches de pequeños rumiantes: Características generales y su microbiología. En: Barberis y col. (2002) Bromatología de la leche. San Luis, Hemisferio Sur, pp. 121-148.
26. Dubeuf, J-P. (2005). Structural, market and organisational conditions for developing goat dairy production systems. Small Rum Res; 60:67-74.
27. Dulin, A., Paape, M., Schultze, W., Weinland, B. (1983). Effect of parity, stage of lactation and intramammary infection on concentration of somatic cells and cytoplasmic particles in goat milk. J Dairy Sci; 66:2426-2433.
28. Escobar, E. (2002). Somatic Cells in Goat Milk. Institute for Goat Research, Langston University, Oklahoma. Disponible en: <http://www2.luresext.edu/goats/library/field/escobar99a.pdf>. Fecha de consulta: 07/05/12.
29. FAOSTAT (2010). Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/569/DesktopDefault.aspx?PageID=569#ancor>. Fecha de consulta: 15/04/12.
30. Fernández, M., Castillo, H., Fernández, J., Saltijeral, J., González, J. (2006). Calidad sanitaria de leche caprina de razas europeas explotadas en el Bajío Mexicano. XIV Congreso Internacional de la Federación Mediterránea de Sanidad y Producción de Rumiantes, Lugo-Santiago de Compostela, España, pp. 413-417.
31. Federación Internacional de Lechería. Grupo de expertos. (1984). Código general de prácticas higiénicas por la Industria láctea. Boletín (178). FIL. Bruselas, Bélgica, 23 p.
32. International Dairy Federation (FIL/IDF). (1995). Milk enumeration of somatic cells. International IDF Standar 148<sup>a</sup>: 1995. Brussels, FIL/IDF, pp. 1-2.
33. Flores, M., Pérez, R., Basurto, M. (2009). La leche de cabra y su importancia en la nutrición. Tecnociencia Chihuahua; 3(2):107-113. Disponible en: [http://tecnociencia.uach.mx/numeros/v3n2/data/La\\_leche\\_de\\_cabra\\_y\\_su\\_importancia\\_en\\_la\\_nutricion.pdf](http://tecnociencia.uach.mx/numeros/v3n2/data/La_leche_de_cabra_y_su_importancia_en_la_nutricion.pdf). Fecha de consulta: 20/04/12.
34. Frau, S., Togo, J., Pece, N., Paz, R., Font, G. (2010). Estudio comparativo de la producción y composición de leche de cabra de dos razas diferentes en la provincia de Santiago del Estero. Rev Fac Agro, La Plata; 109(1): 9-15.

35. Fraser, B. (1982). Fundamentación general de un plan de pago de leche por calidad en Producción e Industria de la leche. Jornadas Veterinarias de Atlántida, Uruguay; F1- F15.
36. García, U., Rivero, J., Gonzáles, P., Valero-Leal, K., Izquierdo, P., García, A., Colmenares, C. (2009). Calidad bacteriológica de la leche cruda de cabra producida en la parroquia Faría, Municipio Miranda, estado Zulia, Venezuela. Rev Fac Agro (LUZ); 26:59-77.
37. García, F., Jordano, R. (1998). Calidad de la leche cruda: Definición y tipo de calidad. Industrias Lácteas Españolas; 236: 33-37.
38. Gomes, V., Della-Libera, A., Paiva, M., Madureira, K., Araújo, W. (2006). Effect of stage of lactation on somatic cell counts in healthy goats (*Caprae hircus*) breed in Brazil. Small Rum Res; 64:30-34.
39. Guo, M., Wang, Z. LI, J., Qu, L., Jin, P. Kindstedt. (1998). Ethanol stability of goats milk. Int Dairy J; 8:57-6.
40. Haenlein, G. (1996a). Nutritional value of dairy products of ewes and goats milk. Int. J Anim Sci; 11: 395-411.
41. Haenlein, G. (1996b) Status and prospects of the dairy goat industry in the United States. J Anim Sci; 74: 1173-1181. Disponible en: <http://jas.fass.org/content/74/5/1173> Fecha de consulta: 19/04/12.
42. Haenlein, G. (2001). Past, Present, and Future Perspectives of Small Ruminant Dairy Res. J Dairy Sci; 84: 2097-2115.
43. Horne, D., T. Parker. (1981). Factors affecting the ethanol stability of bovine milk. J Dairy Res; 48:273-284.
44. Internacional Comité Microbiológico Specifications on Food (1983). Microbiología de los alimentos 1, Técnicas de análisis microbiológico. Zaragoza, Acribia, 422 p.
45. Koop, G., Nielen, M., Van Werven, T. (2009). Bulk milk somatic cell counts are related to bulk milk total bacterial counts and several herd-level risk factors in dairy goats. J Dairy Sci; 92:4355–4364.
46. Larrosa, J., Kremer, R. (1990). Leche ovina y caprina. Una nueva alternativa agroindustrial. Montevideo, Hemisferio Sur, 172 p.
47. Lou, C., Gou, M. (1991). Change in some major minerals of goat milk during lactation. China Dairy Ind; 19:195-200.
48. Ludeña, F., Peralta, S., Arroyo, O., Fung, L., Gonzalez, C. (2006). Caracterización físico-química y microbiológica de la leche de cabra y su conservación por el sistema lactoperoxidasa. Mos Cient; 3(1):17-27.

49. Luquet, F.M. (1991). Leche y Productos lácteos. Vaca-Cabra-Oveja. Zaragoza, Acribia, 390 p.
50. Martínez, B., Ribelles, A., Celda, M., Peris, C. (2001). Calidad Higiénico Sanitaria de la leche de cabra de los Rebaños de la Asociación de Ganaderos de Caprinos de la Raza Murciano-Granadina de la Comunidad de Valencia. Disponible en: <http://www.exopol.com/seoc/docs/sm463exn.pdf>. Fecha de consulta: 12/06/12.
51. Morand-Fehr, P., Fedele, V., Decandia, M., Le Frileux, Y. (2007). Influence of farming and feeding systems on composition and quality of goat and sheep milk. *Small Rum Res*; 68: 20–34.
52. Morgan, F., Massouras, T., Barbosa, M., Roseiro, L., Ravasco, F., Kandarakis, I., Bonnin, V., Fistakoris, M., Anifantakis, E., Jaubert, G., Raynal-Ljutovac, K. (2003). Characteristics of goat milk collected from small and médium enterprises in Greece, Portugal and France. *Small Rum Res*; 47: 39-49.
53. Mossel, D., Moreno, B., Struijk, S. (2006). Microbiología de los alimentos. Zaragoza, Acribia, pp. 137-181.
54. Muehlherr, J., Zweifel, C., Cortl, S., Blanco, J., Stephan, R. (2003). Microbiological Quality of Raw Goat's and Ewe's Bulk-Tank Milk in Switzerland. *J Dairy Sci*; 86: 3849-3856.
55. Paape, M., Wiggans, G., Bannerman, D., Thomas, D., Sanders, A., Contreras, A., Moroni, P., Miller, R. (2007). Monitoring goat and sheep milk somatic cell counts. *Small Rum Res*; 68:114-125.
56. Paape, M., Capuco, A. (1997). Cellular defense mechanisms in the udder and lactation of goats. *J Anim Sci*; 75:556-565. Disponible en: <http://jas.fass.org/content/75/2/556> Fecha de consulta: 09/05/12.
57. Park, Y. (1994). Hypo-allergenic and therapeutic significance of goat milk. *Small Rum Res*; 14:151-159.
58. Park, Y., Juárez, M., Ramos, M., Haenlein, G. (2007). Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Rum Res*; 68:88-113.
59. Pinto, M., Vega y Leon, S. (1998). Metodos de análisis de La leche y derivados. Valdivia, Universidad Austral de Chile, 489p.
60. Pirisi, A., Lauret, A., Dubeuf, J.P. (2007). Basic and incentive payments for goat and sheep milk in relation to quality. *Small Rum Res*; 68:167-178.
61. Poutrel, B., De Crémoux, R., Ducelliez, M., Verneau, D. (1997). Control of intramammary infections in goats: impact on somatic cell counts. *J Anim Sci*; 75: 566-570. Disponible en: <http://jas.fass.org/content/75/2/566>. Fecha de consulta: 17/05/12.

62. Pridalová, H., Janstová, B., Cupaková, S., Dracková, M., Navratilová, P., Vorlová, L. (2009). Somatic cell count in goat milk. *Folia Vet*; 53(2):101-105.
63. Queiroga, R., Costa, R., Biscontini, T. (2002). Características Microbiológicas de la leche de cabra producida en el Nordeste de Brasil. Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia. Disponible en: <http://www.exopol.com/seoc/docs/vsci0opl.pdf>. Fecha de consulta: 03/05/12.
64. Queiroga, R., Costa, R., Biscontini, T., Medeiros, A., Madruga, M., Schuler, A. (2007). Influência do manejo do rebanho, das condições higiênicas da ordenha e da fase de lactação na composição química do leite de cabras Saanen. *Rev Bras Zootec*; 36(2):430-437.
65. Raynal-Ljutovac, K., Pirisi, A., De Crémoux, R., Gonzalo, C. (2007). Somatic cells of goat and sheep milk: Analytical, sanitary, productive and technological aspects. *Small Rum Res*; 68:126-144.
66. Raynal-Ljutovac, K., Gaborit, P., Lauret, A. (2005). The relationship between quality criteria of goat milk, its technological properties and the quality of the final products. *Small Rum Res*; 60:167-177.
67. Raynal-Ljutovac, K., Massourasand, T., Barbosa, M. (2004). Goat milk and heat treatments. *South African J Anim Sci*; 34(1):173-175.
68. Reglamento Bromatológico Nacional: Decreto 315/994 (1994). 2ª ed. Montevideo, IMPO, pp. 143-155.
69. Ribeiro, A., Ribeiro, S. (2010). Specialty products made from goat milk. *Small Rum Res*; 89:225-233.
70. Robertson, N., Muller, C. (2005). Somatic cell count in goat's milk as an indication of mastitis. South African Society for Animal Science. Disponible en: <http://www.sasas.co.za/sites/sasas.co.za/files/RobertsonAPop05.pdf>. Fecha de consulta: 08/05/12.
71. Sahlu, T., Goetsch, A.L. (2005). A foresight on goat research. *Small Rum Res*; 60:7-12.
72. Sanz, S., Fernández, J., De la Torre, G., Ramos, E., Carmona, F., Boza, J. (2003). Calidad de la leche de los pequeños rumiantes. *Anales de la Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental*; 16:155-166. Disponible en: <http://www.insacan.org/racvao/anales/2003/bromat/vol1606.pdf>. Fecha de consulta: 20/04/12.
73. Schmidt, V., Gottardi, C., Muricy, R., Cardoso, M. (2008). Qualidade higiênica de leite caprino por contagem de coliformes e estafilococos. *Ciência Rural, Santa Maria*; 38(3):743-748.

74. Silva, J., Araújo, A., Dos Santos, E., Neto, J-P., Alves, T. (2011). Parámetros e determinantes da qualidade físico-química do leite caprino. *Rev Verde Agroecol Desenvolv Sust*; 6(3):32-38.
75. Sosa de Caruso, N., Feder, A. (1971). *Análisis y control de la leche y derivados*. Montevideo, Facultad de Veterinaria, 197 p.
76. Uruguay. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (1999). Decreto 57/999. Disponible en: [http://www.mgap.gub.uy/DGSG/Legislacion/Cap2\\_Sanidades\\_Especiales.pdf](http://www.mgap.gub.uy/DGSG/Legislacion/Cap2_Sanidades_Especiales.pdf). Fecha de consulta: 01/05/12.
77. Uruguay. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (2004). Decreto 164/2004. Disponible en: [http://www.mgap.gub.uy/DGSG/Resoluciones/Res\\_27\\_011\\_Manuales\\_habilitaci%C3%B3n\\_refrendaci%C3%B3n\\_leche\\_artesanal/I\\_Manual%20habilitaci%C3%B3n%20y%20refrendaci%C3%B3n%20tambos%20y%20queser%C3%ADas%20artesanales\\_v01m.pdf](http://www.mgap.gub.uy/DGSG/Resoluciones/Res_27_011_Manuales_habilitaci%C3%B3n_refrendaci%C3%B3n_leche_artesanal/I_Manual%20habilitaci%C3%B3n%20y%20refrendaci%C3%B3n%20tambos%20y%20queser%C3%ADas%20artesanales_v01m.pdf). Fecha de consulta: 01/05/12.
78. Wasiksiri, S., Chethanond, U., Pongprayoon, S., Srimai, S., Nasae, B. (2010). Quality aspects of raw goat milk in Lower Southern Thailand. *Songklanakarin J Sci Technol*; 32(2):109-113.
79. Wilson, D., Stewart, K., Sears, P. (1995). Effects of stage of lactation, production, parity and season on somatic cell counts in infected and uninfected dairy goats. *Small Rum Res*; 16:165-169.
80. Zeng, S. (1996). Comparison of goat milk standards with cow standards for analyses of somatic cell count, fat and protein in goat milk. *Small Rum Res*; 21: 221-225.
81. Zweifel, C., Muehlherr, J., Ring, M., Stephan, R. (2005). Influence of different factors in milk production on standard plate count of raw small ruminant's bulk-tank milk in Switzerland. *Small Rum Res*; 58:63-70.

## ANEXO

**Tabla N°5: Valores de composición de la leche caprina durante el período de diciembre del 2009 a abril del 2010.**

N° de Caravana	M1			M2		
	MG	Pr	Lc	MG	Pr	Lc
4	3,08	3,06	3,99	3,27	2,74	4,19
14	3,26	3,17	4,07	2,30	3,02	4,50
16	2,82	3,10	4,39	3,27	3,08	4,43
43	2,71	3,05	4,51	2,28	2,77	4,44
52	s/d	s/d	s/d	1,79	2,95	4,47
76	s/d	s/d	s/d	2,85	3,02	4,73
77	3,23	3,14	4,05	2,59	3,24	4,36
79	s/d	s/d	s/d	3,37	3,40	4,46
86	2,74	2,91	4,54	s/d	s/d	s/d
90	2,56	3,50	4,47	1,79	3,17	4,53
93	3,26	3,50	4,53	2,36	3,05	4,58
94	4,21	3,48	4,28	2,90	3,40	4,56
96	s/d	s/d	s/d	2,58	2,60	4,39
98	s/d	s/d	s/d	2,31	2,68	4,43
151	3,29	3,20	4,77	s/d	s/d	s/d
152	2,89	3,02	4,29	2,12	2,86	4,42
154	2,84	3,24	3,97	2,50	2,89	4,20
158	2,68	3,06	4,35	1,75	2,80	4,41
160	s/d	s/d	s/d	2,25	3,08	4,40
161	3,25	3,42	4,50	2,11	3,23	4,61
183	3,15	3,13	4,01	2,40	3,02	4,26
186	3,50	3,36	4,50	2,12	3,01	4,45
190	2,86	3,58	4,37	2,72	3,30	4,56
236	3,66	3,77	4,11	4,16	3,24	4,50
TARRO1	3,38	3,01	3,82	2,60	2,97	4,48
TARRO2	3,43	3,01	3,77	2,39	3,00	4,46

s/d: sin datos.

MG= Materia Grasa, Pr= Proteína, Lc= Lactosa

**Tabla N°6: Valores de composición de la leche caprina durante el período de diciembre del 2009 a abril del 2010.**

N° de Caravana	M3			M4		
	MG	Pr	Lc	MG	Pr	Lc
4	3,83	3,08	4,07	4,21	3,20	4,37
14	2,60	3,12	4,43	3,13	3,34	4,61
16	3,49	3,12	4,41	3,07	3,57	4,63
43	2,89	2,83	4,29	2,72	3,21	4,39
52	2,75	2,95	4,71	3,75	3,16	4,80
76	3,94	3,16	4,58	3,24	3,29	4,64
77	3,00	3,32	4,28	s/d	s/d	s/d
79	3,74	3,58	4,46	4,57	3,71	4,68
86	3,07	2,71	4,41	3,44	2,92	4,70
90	2,21	3,29	4,44	3,29	3,43	4,77
93	3,40	3,13	4,71	3,62	3,43	4,73
94	4,50	3,56	4,36	4,10	3,86	4,49
96	2,47	2,70	4,37	3,05	3,09	4,70
98	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
151	3,31	2,78	4,61	3,49	3,05	4,65
152	2,29	2,85	4,38	3,41	3,36	4,64
154	3,01	3,08	3,98	2,77	3,27	4,35
158	2,27	2,79	4,14	2,60	3,00	4,21
160	3,20	3,09	4,19	3,32	3,52	4,53
161	3,20	3,21	4,49	3,60	3,58	4,77
183	3,77	2,83	4,21	2,92	3,37	4,44
186	3,56	3,16	4,46	3,09	3,70	4,08
190	2,39	3,20	4,42	3,48	3,84	4,50
236	3,34	3,56	4,28	3,63	3,72	4,36
TARRO1	3,31	3,06	4,33	3,26	3,26	4,48
TARRO2	3,28	3,07	4,31	3,25	3,28	4,47

s/d: sin datos.

MG= Materia Grasa, Pr= Proteína, Lc= Lactosa

**Tabla N°7: Valores de composición de la leche caprina durante el período de diciembre del 2009 a abril del 2010.**

N° de caravana	M5			M6		
	MG	Pr	Lc	MG	Pr	Lc
4	4,44	3,39	4,35	4,95	3,32	4,49
14	4,01	3,54	4,63	3,88	3,96	4,64
16	4,44	3,52	4,66	4,46	3,81	4,76
43	3,31	3,33	4,49	3,15	3,45	4,54
52	4,77	3,48	4,77	3,87	3,56	4,69
76	4,41	3,43	4,66	4,30	3,72	4,62
77	4,33	3,70	4,47	3,97	3,77	4,57
79	4,83	3,78	4,59	5,87	4,19	4,66
86	4,18	3,07	4,72	4,08	3,33	4,87
90	2,98	3,30	4,75	3,01	3,32	4,79
93	4,58	3,54	4,77	3,87	3,61	4,67
94	5,09	3,84	4,44	4,88	4,38	4,51
96	3,14	2,82	4,45	s/d	s/d	s/d
98	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
151	3,95	2,77	4,71	4,86	3,26	4,78
152	4,12	3,44	3,44	4,54	3,57	4,83
154	3,21	3,41	4,47	3,80	3,76	4,54
158	3,35	3,09	4,39	3,17	3,28	4,36
160	3,70	3,57	4,25	4,04	3,63	4,50
161	4,96	3,78	4,78	4,98	3,93	4,92
183	3,95	3,12	4,49	4,52	3,41	4,69
186	4,64	3,37	4,78	4,57	3,69	4,85
190	3,37	3,45	4,54	3,93	3,77	4,66
236	4,10	4,24	4,06	3,97	3,86	4,53
TARRO1	3,84	3,37	4,56	s/d	s/d	s/d
TARRO2	3,81	3,37	4,57	4,12	3,54	4,56

s/d: sin datos.

MG= Materia Grasa, Pr= Proteína, Lc= Lactosa

**Tabla N°8: Valores de RTMA en leche caprina durante el período de diciembre del 2009 a abril del 2010.**

<b>N° de caravana</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
		Log <sub>10</sub>	Log <sub>10</sub>
<b>4</b>	260000000	8,41	8000
<b>14</b>	300000	5,47	8000
<b>16</b>	100	2	s/d
<b>43</b>	100	2	100
<b>52</b>	100	2	100
<b>76</b>	100	2	100
<b>77</b>	100	2	100
<b>79</b>	10000	4	9000
<b>86</b>	3000000	6,47	100
<b>90</b>	100	2	100
<b>93</b>	100	2	1000000
<b>94</b>	100	2	1000000
<b>96</b>	136000	5,13	3000
<b>151</b>	5500000	6,74	200000
<b>152</b>	100	2	100
<b>154</b>	100	2	100
<b>158</b>	162000000	8,20	100
<b>160</b>	100	2	s/d
<b>161</b>	100	2	100
<b>183</b>	100	2	6000
<b>186</b>	100	2	100
<b>190</b>	18200000	7,26	100
<b>203</b>	s/d	s/d	100
<b>236</b>	100	2	100
<b>TARRO1</b>	40000000	7,60	68000
<b>TARRO2</b>	25000000	7,39	6500

s/d= sin datos

**Tabla N°9: Valores de RTMA en leche caprina durante el período de diciembre del 2009 a abril del 2010.**

<b>N° de caravana</b>	<b>M4</b>	<b>Log<sub>10</sub></b>	<b>M5</b>	<b>Log<sub>10</sub></b>	<b>M6</b>	<b>Log<sub>10</sub></b>
<b>4</b>	s/d	s/d	18000	4,25	s/d	s/d
<b>14</b>	100	2	100	2	100	2
<b>16</b>	1000	3	1400	3,14	900	2,95
<b>43</b>	22000000	7,30	5900	3,77	100	2
<b>52</b>	420000	5,62	100000	5	300	2,47
<b>76</b>	800	2,90	1900	3,27	1000	3
<b>77</b>	100	2	s/d	s/d	100	3
<b>79</b>	7000	3,84	3900000	5,59	300	2,47
<b>86</b>	32000	4,50	s/d	s/d	100	2
<b>90</b>	600000	5,77	100	2	100000	5
<b>93</b>	800	2,90	300	2,47	1000	3
<b>94</b>	4600	3,66	700	2,84	100	2
<b>96</b>	30000000	7,47	5600	3,74	600	2,77
<b>151</b>	270000	5,43	2000	3,30	1000	3
<b>152</b>	2800	3,44	300	2,47	100	2
<b>154</b>	1200	3,07	300	2,47	100	2
<b>158</b>	13000000	7,11	1200	3,07	900	2,95
<b>160</b>	56000	4,74	1000	3	100	2
<b>161</b>	500	2,69	s/d	s/d	100	2
<b>183</b>	26000000	7,41	200	2,30	100	2
<b>186</b>	200	2,30	100000	5	100	2
<b>190</b>	30000000	7,47	1200	3,07	1000	3
<b>203</b>	30000000	7,47	4000	3,60	100	2
<b>236</b>	s/d	s/d	2000	3,30	2000	3,30
<b>TARRO1</b>	29000000	7,46	110000	5,04	2300	3,36
<b>TARRO2</b>	s/d		150000	5,17	2100	3,32

s/d= sin datos.

**Tabla N°10: Valores de RCS en leche caprina durante el período de diciembre del 2009 a abril del 2010.**

<b>N° de caravana</b>	<b>M1</b>	<b>Log<sub>10</sub></b>	<b>M2</b>	<b>Log<sub>10</sub></b>	<b>M3</b>	<b>Log<sub>10</sub></b>
<b>4</b>	4283416	6,63	3379576	6,52	3615360	6,55
<b>14</b>	5108662	6,70	2632925	6,42	3104494	6,49
<b>16</b>	6994937	6,84	s/d	s/d	5134636	6,71
<b>43</b>	5305149	6,72	3536766	6,54	4204821	6,62
<b>52</b>	4008334	6,60	6130394	6,78	1532598	6,18
<b>76</b>	2986602	6,47	4872877	6,68	3693955	6,56
<b>77</b>	4204821	6,62	2672223	6,42	3025899	6,48
<b>79</b>	2868710	6,45	4165524	6,61	7152126	6,85
<b>86</b>	7427208	6,87	3890442	6,58	7112829	6,85
<b>90</b>	5894610	6,77	4440606	6,64	6798450	6,83
<b>93</b>	5973204	6,77	3615360	6,55	5030067	6,70
<b>94</b>	5776717	6,76	4951472	6,69	3851145	6,58
<b>96</b>	2790115	6,44	5619528	6,74	3654658	6,56
<b>151</b>	4715688	6,67	6248286	6,79	4008334	6,60
<b>152</b>	3080781	6,48	6130394	6,78	4676390	6,66
<b>154</b>	5462338	6,73	2829412	6,45	4794282	6,68
<b>158</b>	4204821	6,62	6248286	6,79	2868710	6,45
<b>160</b>	3458171	6,53	s/d	s/d	4086929	6,61
<b>161</b>	4204821	6,62	4833580	6,68	8134561	6,91
<b>183</b>	4322714	6,63	5698123	6,75	8016669	6,90
<b>186</b>	5816015	6,76	6759152	6,82	2947305	6,46
<b>190</b>	4676390	6,66	5658825	6,75	3929740	6,59
<b>203</b>	s/d	s/d	3693955	6,56	6444773	6,80
<b>236</b>	6012502	6,77	4440606	6,64	3222386	6,50
<b>TARRO1</b>	2986602	6,47	4165524	6,61	6700000	6,82
<b>TARRO2</b>	2161357	6,33	4676390	6,66	4000000	6,60

s/d= sin datos.

**Tabla N°11: Valores de RCS en leche caprina durante el período de diciembre del 2009 a abril del 2010.**

N° de caravana	M4		M5		M6	
		Log <sub>10</sub>		Log <sub>10</sub>		Log <sub>10</sub>
4	6051799	6,78	5147959	6,71	9234889	6,96
14	5894610	6,77	6601963	6,81	3851145	6,58
16	10099431	7,00	6601963	6,81	6916342	6,83
43	9824350	6,99	7348613	6,86	2947305	6,46
52	7034234	6,84	10099431	7,00	3890442	6,58
76	2790115	6,44	8566833	6,93	2554331	6,40
77	4086929	6,61	4676390	6,66	38197072	7,58
79	6169691	6,79	5108662	6,70	11317651	7,05
86	3379576	6,52	41655244	7,61	1807680	6,25
90	7348613	6,86	8291751	6,91	2161357	6,33
93	3300981	6,51	5540933	6,74	3890442	6,58
94	2043464	6,31	5423041	6,73	24325090	7,38
96	6130394	6,78	7780948	6,89	3340279	6,52
151	4322714	6,63	6523368	6,81	3065197	6,48
152	2436438	6,38	20906216	7,32	4558498	6,65
154	903840	5,95	5658825	6,75	3929740	6,59
158	11907112	7,07	9038402	6,95	4086929	6,61
160	6366178	6,80	4322714	6,63	4322714	6,63
161	11121164	7,04	11199759	7,04	8055967	6,90
183	3065197	6,48	5265851	6,72	8016669	6,90
186	17958911	7,25	138332684	7,14	6130394	6,78
190	68770450	7,83	3772550	6,57	3497468	6,54
203	6051799	6,78	9902044	6,99	3379576	6,52
236	3262684	6,51	16033339	7,20	3969037	6,59
TARRO1	3600000	6,55	4200000	6,62	3500000	6,54
TARRO2	6000000	6,77	s/d	s/d	s/d	s/d

s/d= sin datos.

**Tabla N°12: Valores de *Staphylococcus aureus* en leche caprina durante el período de diciembre del 2009 a abril del 2010.**

	<b>M1</b>		<b>M2</b>		<b>M3</b>		<b>M4</b>		<b>M5</b>		<b>M6</b>
<b>TARRO 1</b>	$1,0 \times 10^3$	x	$1,0 \times 10^3$	x	$1,0 \times 10^2$						
<b>TARRO 2</b>	$1,0 \times 10^3$	x	$1,0 \times 10^3$	x	$1,0 \times 10^2$	x	s/d	x	$1,0 \times 10^2$	x	$1,0 \times 10^2$

s/d: sin datos

**Tabla N°13: Valores de coliformes totales en leche caprina durante el período de diciembre del 2009 a abril del 2010.**

	<b>M1</b>		<b>M2</b>		<b>M3</b>		<b>M4</b>		<b>M5</b>		<b>M6</b>
<b>TARRO1</b>	$3,4 \times 10^6$	x	$1,4 \times 10^4$	x	$1,1 \times 10^2$	x	$2,0 \times 10^2$	x	$1,0 \times 10^4$	x	$8,0 \times 10^2$
<b>TARRO2</b>	$2,6 \times 10^6$	x	$9,0 \times 10^3$	x	$1,0 \times 10^2$	x	s/d	x	$3,0 \times 10^3$	x	$2,3 \times 10^3$

s/d: sin datos

**Tabla N°14: Valores de acidez en leche caprina durante el periodo de diciembre del 2009 a abril del 2010.**

<b>N° de caravana</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>M5</b>	<b>M6</b>
<b>4</b>	15	15	16,5	s/d	21	16,5
<b>14</b>	15	15	15	16,5	20,5	16,5
<b>16</b>	14	14	14	15	22	19
<b>43</b>	14	14	15	16	17	17
<b>52</b>	s/d	12	15,5	11,5	21	16
<b>76</b>	16,5	13	17	17,5	20	18,5
<b>77</b>	16	13	18	18	22	21
<b>79</b>	s/d	16	19	21	23	17
<b>86</b>	15	14	13,5	17	20	16
<b>90</b>	17	15	17,5	17,5	21	18
<b>93</b>	16	13	15,5	17	20,5	17
<b>94</b>	18,5	17	18,5	19	19	21,5
<b>96</b>	s/d	11	14	15	19	s/d
<b>151</b>	14	11	14	15,5	15	16
<b>152</b>	15	13	15,5	16,5	18,5	16,5
<b>154</b>	14	13	15,5	16	20,5	20
<b>158</b>	14,5	12	15	14,5	18	16,5
<b>160</b>	s/d	14	14,5	15,5	16	17
<b>161</b>	17	16	17	18	21	20,5
<b>183</b>	15	14	15	16	17	19
<b>186</b>	16	14	16	14	17	s/d
<b>190</b>	16	16	16	15	s/d	17
<b>203</b>	s/d	13	14	s/d	19,5	s/d
<b>236</b>	19	17	20	20	17,5	s/d
<b>TARRO1</b>	17	15	15	16,5	19	20
<b>TARRO2</b>	18	14	15	17	s/d	19

s/d: sin datos

**Tabla N°15: Valores de pH en leche caprina durante el período de diciembre del 2009 a abril del 2010.**

<b>N° de caravana</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>M5</b>	<b>M6</b>
<b>4</b>	6,7	6,8	6,8	6,7	6,6	6,6
<b>14</b>	6,7	6,7	6,8	6,6	6,6	6,8
<b>16</b>	6,7	6,8	6,8	6,8	6,7	6,8
<b>43</b>	6,7	6,7	6,7	6,6	6,6	6,7
<b>52</b>	s/d	6,8	6,6	6,5	6,5	6,7
<b>76</b>	6,6	6,7	6,6	6,6	6,6	6,7
<b>77</b>	6,6	6,7	6,6	s/d	6,6	6,7
<b>79</b>	s/d	6,7	6,6	6,5	6,6	6,9
<b>86</b>	6,6	6,6	6,6	6,5	6,5	6,8
<b>90</b>	6,6	6,7	6,7	6,6	6,6	6,7
<b>93</b>	6,6	6,8	6,7	6,6	6,5	6,8
<b>94</b>	6,5	6,6	6,5	6,5	6,7	6,7
<b>96</b>	s/d	6,9	6,7	6,7	6,6	s/d
<b>151</b>	6,8	6,8	6,8	6,7	6,8	6,9
<b>152</b>	6,6	6,8	6,6	6,6	6,7	6,8
<b>154</b>	6,6	6,8	6,7	6,7	6,7	6,7
<b>158</b>	6,7	6,8	6,7	6,7	6,7	6,8
<b>160</b>	6,8	6,8	6,8	6,7	6,8	6,8
<b>161</b>	6,6	6,7	6,6	6,6	6,7	6,7
<b>183</b>	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,8
<b>186</b>	6,8	6,8	6,8	6,7	6,8	s/d
<b>190</b>	6,7	6,7	6,7	6,7	s/d	6,8
<b>203</b>	s/d	6,8	6,7	6,7	6,6	s/d
<b>236</b>	6,6	6,6	6,6	6,7	6,8	s/d
<b>TARRO1</b>	6,7	6,7	6,7	6,6	6,6	6,7
<b>TARRO2</b>	6,7	6,7	6,7	6,6	6,6	6,7

s/d: sin datos

**Tabla N°16: Prueba de alcohol (68% de etanol) en leche caprina durante el período de diciembre del 2009 a abril del 2010.**

<b>N° de caravana</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>M5</b>	<b>M6</b>
<b>4</b>	+	+	+	+	+	-
<b>14</b>	+	+	+	+	+	+
<b>16</b>	+	+	+	+	+	-
<b>43</b>	+	+	+	+	+	+
<b>52</b>	s/d	+	+	+	+	+
<b>76</b>	+	+	+	+	+	+
<b>77</b>	+	+	+	+	+	+
<b>79</b>	s/d	+	+	+	+	-
<b>86</b>	+	+	+	+	+	+
<b>90</b>	+	+	+	+	+	-
<b>93</b>	+	+	+	+	+	+
<b>94</b>	+	+	+	+	+	+
<b>96</b>	s/d	+	+	+	+	s/d
<b>151</b>	+	+	+	+	+	+
<b>152</b>	+	+	+	+	+	+
<b>154</b>	+	+	+	+	+	+
<b>158</b>	+	+	+	+	+	+
<b>160</b>	+	+	+	+	+	-
<b>161</b>	+	+	+	+	+	+
<b>183</b>	+	+	+	+	+	+
<b>186</b>	+	+	+	+	+	s/d
<b>190</b>	+	+	+	+	+	+
<b>203</b>	s/d	+	+	+	+	s/d
<b>236</b>	+	+	+	+	+	s/d
<b>TARRO1</b>	+	+	+	+	+	+
<b>TARRO2</b>	+	-	-	-	-	+

s/d: sin datos

**Tabla N°17: Prueba de alcohol (58% de etanol) en leche caprina durante el período de diciembre del 2009 a abril del 2010.**

<b>N° de caravana</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>M5</b>	<b>M6</b>
4	+	+	+	-	-	-
14	+	+	+	+	+	+
16	+	+	+	-	-	-
43	+	-	-	+	+	+
52	s/d	+	+	+	-	+
76	+	+	+	+	-	+
77	+	+	+	+	-	-
79	s/d	+	+	+	+	-
86	+	+	+	+	+	+
90	-	-	+	+	+	-
93	+	+	+	+	+	-
94	+	+	+	+	+	-
96	s/d	+	+	+	-	s/d
151	-	+	+	-	-	-
152	+	+	+	+	+	-
154	-	+	+	-	-	-
158	+	+	+	+	-	-
160	+	+	+	+	+	-
161	+	+	+	+	-	-
183	+	+	+	+	-	-
186	-	+	+	+	-	s/d
190	+	+	+	+	s/d	+
203	s/d	+	+	-	-	s/d
236	-	+	+	+	-	s/d
TARRO1	+	+	+	+	-	-
TARRO2	+	+	+	+	+	-

s/d: sin datos

**Tabla N°18: Prueba de alcohol (55% de etanol) en leche caprina durante el período de diciembre del 2009 a abril del 2010.**

<b>N° de caravana</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>M5</b>	<b>M6</b>
<b>4</b>	+	-	+	-	-	-
<b>14</b>	+	+	+	-	-	-
<b>16</b>	-	+	+	-	-	-
<b>43</b>	-	-	+	-	+	-
<b>52</b>	s/d	+	+	-	+	-
<b>76</b>	+	+	+	-	-	-
<b>77</b>	+	+	+	+	-	-
<b>79</b>	s/d	+	+	-	-	-
<b>86</b>	+	+	+	+	+	-
<b>90</b>	-	-	+	-	-	-
<b>93</b>	+	+	+	+	+	-
<b>94</b>	+	+	+	+	+	-
<b>96</b>	s/d	-	+	-	-	s/d
<b>151</b>	-	+	+	-	-	-
<b>152</b>	+	+	+	+	-	-
<b>154</b>	-	+	-	-	-	-
<b>158</b>	-	+	-	-	-	-
<b>160</b>	-	-	+	-	-	-
<b>161</b>	-	-	+	-	-	-
<b>183</b>	+	+	+	+	-	-
<b>186</b>	-	+	-	-	-	s/d
<b>190</b>	+	+	+	+	s/d	-
<b>203</b>	s/d	+	+	-	-	s/d
<b>236</b>	-	+	-	-	-	s/d
<b>TARRO1</b>	+	-	+	-	-	-
<b>TARRO2</b>	+	+	+	-	-	-

s/d: sin datos.