

Composición fisicoquímica y calidad microbiológica de leche de cabra producida en la provincia de Santiago del Estero (Argentina)

S. F. Frau¹, G. Font de Valdez², R. Paz, N. Pece³

UNSE-CONICET. Avda. Belgrano (S)1912. CP4200. Santiago del Estero, Argentina
Recibido: 07-03-2012. Aceptado: 20-06-2012

Physicochemical composition and microbiological quality of goat milk produced in Santiago del Estero Province (Argentina)

ABSTRACT. The largest caprine milk shed of Argentina is located in Santiago del Estero province, but little information is available about the quality of the milk produced there. The present study consisted of two phases and had the objective of analyzing the physical-chemical composition and microbiological quality of the goat's milk of this milk shed. In the first phase, milk from 30 small producer operations without defined animal breeds were analyzed with the following mean results: fat, 5.37%; protein, 3.39%; lactose, 4.32%; solids/not/fat (SNF), 8.30%; total solids (TS) 13.66%; acid degree value, 17.61°D; pH, 6.76; density, 1.031 g/mL; total aerobic mesophiles, 4.96 log cfu/mL and proportion of samples positive for fecal coliforms, 72%. The second phase of the study involved three goat farms with different breeds and production levels exceeding the average of the zone. The milk from these farms did not differ much from the physical-chemical composition cited above, but two of them (T2 and T3) had outstanding contents of fat (5.59 and 5.52%) and TS (14.13 and 13.84%), resulting from their use of the Anglo Nubian breed and feeding based on grazing of natural pastures and supplementation with cereals. The farm T1, that employs the Saanen breed, had the highest mean milk production (1.44 kg/day) and the lowest acid degree value (16.49°D), resulting from better management of the operation and more efficient cooling of the milk after milking. It is concluded that, eventhough better hygienic/sanitary management of the crude milk is needed, milk from this milk shed is well suited for cheese making.

Key Words: Goat milk, Milk quality, Santiago del Estero

RESUMEN. La mayor cuenca lechera caprina de Argentina está ubicada en la provincia de Santiago del Estero, pero existe escaso conocimiento de la calidad de leche producida allí. El presente trabajo constó de dos fases y tuvo como objetivo analizar la composición fisicoquímica y calidad microbiológica de la leche de cabra de esta cuenca lechera. En la primera fase se analizó la leche procedente de 30 pequeños tambos sin raza animal definida y se obtuvieron los siguientes valores medios: grasa, 5.37%; proteína, 3.39%; lactosa, 4.32%; sólidos no grasos (SNG), 8.30%; sólidos totales (ST), 13.66%; acidez, 17.61°D; pH, 6.76; densidad, 1.031g/mL; aerobios mesófilos totales, 4.96 log ufc/mL y proporción de muestras positivas de coliformes fecales, 72%. En la segunda fase, se seleccionaron tres tambos con razas lecheras definidas y volúmenes de producción superiores a la media de la zona. La leche de estos tambos no difirió mucho de la composición fisicoquímica ya citada, pero se destacaron dos de los mismos (T2 y T3) por sus respectivos contenidos de grasa (5.59 y 5.52%) y ST (14.18 y 13.84%), resultado de su uso de la raza Anglo Nubian y alimentación mediante pastoreo de pasturas naturales y suplementación con cereales. El T1, que usa la raza Saanen presentó la mayor producción media de leche, de 1.44 kg/d y la acidez más baja, de 16.49°D, resultado de mejores condiciones de manejo del tambo y enfriamiento de la leche postordeño. Se concluye que aun haciendo falta mejorar el manejo higiénico-sanitario que recibe la leche cruda, la leche de esta cuenca se presta muy bien para la elaboración de queso.

Palabras clave: Calidad de leche, Leche de cabra, Santiago del Estero (Argentina)

¹ Autor para la correspondencia: ffrau@unse.edu.ar

² CERELA-CONICET. Chacabuco 145. San Miguel de Tucumán

³ UNSE. Avda. Belgrano (S) 1912. CP4200. Santiago del Estero, Argentina

Introducción

La producción lechera caprina en Argentina se encuentra en franco desarrollo y expansión. La cuenca lechera más importante del país está ubicada en el área de riego de Santiago del Estero que alcanzó valores cercanos al millón de litros de leche en la campaña 2004. El desarrollo de esta actividad exige el conocimiento de la producción láctea caprina (Paz *et al.*, 2007).

La situación actual de la cuenca revela como principal debilidad de la misma un rendimiento bajo de producción lechera, debido principalmente al escaso conocimiento de la calidad de la leche obtenida en los tambos y su capacidad de conversión en quesos (Frau, 2011).

En el sentido más amplio de este concepto, se entiende por calidad de leche cruda el conjunto de características que determinan su grado de idoneidad para los fines previstos de tratamiento y empleo. En general, se puede decir que la leche es de calidad cuando reúne los siguientes requisitos: 1) ausencia absoluta de sustancias perjudiciales para la salud del consumidor; 2) capacidad de acidificación normal, es decir ausencia de sustancias inhibitorias de la flora acidoláctica; 3) baja carga microbiana, como requisito previa para obtener productos con capacidad de conservación prolongada; 4) características organolépticas normales; 5) escaso contenido celular; 6) bajo recuento de microorganismos tecnológicamente indeseables; 7) composición química normal (Tornadizo *et al.*, 1998).

En general, la calidad de leche destinada a la fabricación de queso es la suma de dos calidades: química y microbiológica (Tornadizo *et al.*, 1998).

Composición fisicoquímica

Numerosos autores han determinado la composición química de la leche de cabra de diferentes razas (Zumbo *et al.*, 2004; Ludeña *et al.*, 2006; Castagnasso *et al.*, 2007; Vega *et al.*, 2007; Park *et al.*, 2007; Raynal-Ljutovac *et al.*, 2008), sin

embargo, existen discrepancias entre las diferentes razas y regiones. Por esto resulta necesario conocer el comportamiento productivo bajo condiciones locales.

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. Las características fisicoquímicas de la leche tales como contenido de grasa, proteína y pH están relacionadas con el comportamiento de la leche durante la elaboración de quesos, especialmente en las etapas de coagulación, desuere y maduración (Carvajal Cuellar, 2004). El rendimiento quesero depende de la composición de la leche, principalmente del contenido de grasa y proteína, especialmente caseína (Jaubert, 1997).

Calidad Microbiológica

Además de los componentes bioquímicos, la calidad de la leche depende de sus características microbiológicas, que principalmente afectan la inocuidad de la leche y sus derivados (Faría Reyes *et al.*, 1999; Pinzón Fernández, 2006).

El contenido microbiológico de la leche cruda se encuentra afectado, fundamentalmente, por las condiciones higiénico-sanitarias del tambo y del ordeño y se ve altamente influido por el enfriado (Heer y Geottig, 2001).

Una alta carga de bacterias contaminantes en la leche disminuye la vida útil de los productos elaborados y desmejora la calidad organoléptica y nutricional. La calidad integral de la leche adquiere gran importancia en función a dos aspectos fundamentales como son la salud pública y su aptitud industrial (Revelli *et al.*, 2004).

El objetivo del presente trabajo fue analizar la composición fisicoquímica y calidad microbiológica de la leche de cabra producida en la cuenca lechera caprina de Santiago del Estero.

Materiales y Métodos

Para estudiar la calidad fisicoquímica y microbiológica de la cuenca lechera de Santiago del Estero, se seleccionaron tres tambos (establecimientos ganaderos destinados al ordeño), representativos de los establecimientos lecheros caprinos de la provincia, cada uno de ellos con razas definidas y volúmenes de producción altos en comparación con la producción media de la zona. También, con el objeto de incluir en la

caracterización de la leche de la cuenca a los establecimientos caprinos más pequeños, se estudiaron 30 pequeños establecimientos caprinos de la cuenca lechera de Santiago del Estero que no cuentan con una raza definida.

Al comenzar el estudio, se realizaron visitas a los establecimientos caprinos a fin de realizar el alta del establecimiento. Para esto se caracterizó a los mismos según: raza de los animales que conforman

la majada; alimentación que recibe el rebaño; rutina de ordeño y post ordeño.

Tambos en estudio

Pequeños tambos sin raza definida. Estos establecimientos son explotaciones campesinas localizadas en la zona de influencia del departamento Robles, ubicado en el Centro Oeste de la provincia de Santiago del Estero. La cabecera departamental es la localidad de Fernández, distante a 49 km de la ciudad Capital. Al momento de la visita a los establecimientos, la situación de los mismos era la siguiente:

Animales. La raza predominante era cruce Anglo Nubian sobre criolla. La población animal por rebaño variaba entre 34 y 120 y las cabras producían entre 0.5 y 1.5 L. de leche por día cada una. Los tambos estudiados presentaban un sistema extensivo de manejo del rebaño.

Alimentación: En los tambos estudiados no existía una cadena forrajera diseñada. Los animales se alimentaban a monte con pasturas naturales de la región y tenían, en la mayoría de los establecimientos, un suplemento alimenticio al momento del ordeño (pellets, alfalfa, maíz, algarroba y chañar). Debido a los cambios naturales la alimentación variaba según la época del año.

Rutina de Ordeño: Los animales se ordeñaban de forma manual una vez al día en horario matutino; sólo en cuatro de los tambos visitados el ordeño se realizaba dos veces al día. En cuanto a la rutina de ordeño sólo el 42% de los tamberos aplicaba metodologías de trabajo para cuidar la higiene de la leche: lavado de manos previo al ordeño, uso de pañuelos o gorras en la cabeza, limpieza manual de la ubre y pezones para quitar la tierra, eliminación del primer chorro, filtrado de la leche con lienzo, enfriamiento adecuado, lavado de utensilios con agentes desinfectantes, etc. En los restantes casos no existían rutinas adecuadas para preservar la calidad higiénico-sanitaria de la leche. En general, los tambos carecían de recursos para sellar pezones y realizar los controles de mastitis.

Rutina de post-ordeño: Una vez ordeñadas las cabras se observaron dos situaciones de manejo de la leche, relacionadas directamente con la disponibilidad o no de energía eléctrica en el tambo. En el primer caso la leche recién ordeñada se colocaba en el congelador de la casa; en la segunda situación la leche debía ser trasladada, sin refrigeración, hasta el lugar destinado a su almacenamiento (otros tambos cercanos que cuentan con electricidad). En ambos casos (con y sin energía eléctrica) la leche ordeñada se conservaba

en congelador, pero no se regulaba su temperatura, de manera que la mayoría de las veces se congelaba, especialmente en el invierno.

Tambo 1 (T1). Este tambo se encuentra ubicado en la Ruta Nacional 34, en el departamento Robles, dentro del área de riego del Río Dulce, en la provincia de Santiago del Estero, a 30 km de la ciudad Capital.

Animales: Al momento del alta del establecimiento, el rebaño estaba formado por, aproximadamente, 300 animales de raza Saanen (con un 75% de cruzamiento). La totalidad del rodeo contaba con un plan sanitario anual y de control de enfermedades. Los partos se producían un 70% en otoño-invierno y el 30% restante en primavera-verano. Las crías se separaban de la madre a los dos días de vida. El sistema de explotación era semi-extensivo.

Alimentación: El rodeo se alimentaba con pastoreo directo manejado con alambrado eléctrico. Los grupos de animales se clasificaban por categorías, definidas en función de las necesidades nutricionales de cada grupo: cabras en ordeño, cabras secas, chivos, cabras preñadas próximas a parición y paridas. La cadena forrajera básica estaba determinada por verdeos de verano (sorgo forrajero) e invierno (cebada y/o avena), alfalfa, pasturas sub-tropicales (grama rodes y gattón panic) y concentrados al momento del ordeño de maíz molido o semilla de algodón a razón de 300-500 g por cabra.

Rutina de ordeño: Las cabras destinadas al ordeño se llevaban del corral general al de espera, para ingresar posteriormente a la sala de ordeño, donde se ubicaban en la cornadiza; antes de colocar las mangueras el operario limpiaba el pezón con papel descartable, realizaba el despunte y colocaba la pezonera para realizar el ordeño mecánico, el cual tenía una duración de 10 min; al efectuar el despunte se realizaba prueba de mastitis (California Mastitis Test), en caso de dar positivo la cabra se separaba del grupo para su tratamiento. Una vez finalizado el procedimiento, el operario colocaba el sellapezón y enviaba la cabra a un corral de post-ordeño.

Rutina de post-ordeño: La leche extraída mecánicamente se recibía en recipientes de plástico y manualmente se colocaba en un enfriador de acero inoxidable. Terminado el ordeño se realizaba la limpieza de la sala y la ordeñadora según esquema fijado.

Tambo 2 (T2). El establecimiento caprino se encuentra ubicado en la localidad de Forres, Departamento Robles.

Animales: Al momento del alta del establecimiento, la majada estaba conformada por 130 animales de raza Anglo Nubian (90% del rebaño) y Saanen (10%), ambas razas con un nivel de cruzamiento avanzado ($\geq 75\%$); el 67% de los animales eran adultos de más de dos años de edad y más de dos partos. El período de lactancia medio del rebaño era de seis meses (180 d). Este tambo tenía las pariciones escalonadas de manera de disponer de producción de leche todo el año, las principales remesas eran las de otoño y las más pequeñas las de diciembre (60% y 40% respectivamente). El sistema de manejo del rebaño era extensivo.

Alimentación: El rebaño se alimentaba de una combinación de, avena, sorgo, maíz, pastoreo directo con alfalfa y luego pasturas naturales de la región; sin embargo, el establecimiento no contaba con una cadena forrajera diseñada, por lo que la alimentación podía variar ocasionalmente cuando el productor tenía acceso a alimentos a bajo precio. El monte proveedor del alimento a los animales estaba degradado, característico de los sistemas con mal manejo del riego, donde predominan las gramíneas de los géneros *Trichloris*, *Setaria*, *Digitaria*, y *Chloris*. Las especies arbóreas predominantes eran algarrobo blanco (*Prosopis alba*) y negro (*Prosopis nigra*), mistol (*Ziziphus mistol*), chañar (*Geoffroea dicorticans*) y vinal (*Prosopis ruscifolia*). El monte en conjunto producía un aporte de materia seca, proteína y fibra en función del estado vegetativo y de la estacionalidad. En las épocas de mayor escasez de recursos forrajeros (otoño-invierno-principios de primavera) se complementaba con alfalfa y productos de descarte de las huertas (zanahorias y verduras de hojas). Durante el ordeño se daba a cada animal una ración de 200 a 400 g de un suplemento alimenticio (por ejemplo maíz, afrecho de trigo, frutos del monte, etc.) con el propósito de aportar energía y proteína adicional a la dieta.

Rutina de Ordeño: El ordeño se realizaba una vez al día, en horario matutino. Los animales procedentes del corral de aparte ingresaban a la sala de ordeño propiamente dicha, la cual tenía una cornadiza con capacidad para seis cabras por tanda. Se realizaba el despunte y luego el ordeño en forma manual de las cabras. No se realizaba prueba de mastitis ni sellado de los pezones.

Rutina de post-ordeño: La leche se obtenía en recipientes de plástico que posteriormente se refrigeraba.

Tambo 3 (T3). El establecimiento caprino se encuentra ubicado en la localidad de El Polear

Departamento Banda. La leche obtenida se utiliza para la elaboración de quesos en el mismo establecimiento.

Animales: La majada a la fecha del alta estaba formada por 120 animales: 50% Anglo Nubian, 30% Saanen (ambas con un nivel de cruzamiento $> 75\%$) y 20% de cabras Criollas, Pardo-Alpinas o animales sin raza definida. El 64% del rebaño correspondía a hembras adultas de más de dos años de edad, con más de dos partos. El período de lactancia medio del rebaño era de seis meses (180 d). Este tambo tenía tres pariciones anuales, con el objetivo de escalonar la producción de leche. El sistema de manejo del rebaño era extensivo.

Alimentación: Los animales de este tambo se alimentaban por combinación de, avena, maíz, alfalfa diferida (en fardos) y luego pasturas naturales de la región. Al igual que lo descrito para el Tambo 2, el establecimiento no tenía cadena forrajera diseñada, por lo que la alimentación podía variar. El monte proveedor del alimento a los animales estaba degradado con la misma vegetación descrita para el Tambo 2. En las épocas de mayor escasez de recursos forrajeros (otoño-invierno-principios de primavera) se complementaba de igual forma a lo descrito para el Tambo 2.

Rutina de Ordeño: Una vez por día, en horario matutino, se realizaba el ordeño de los animales. El grupo de cabras a ordeñar se llevaban al corral de espera y luego ingresaban a la sala de ordeño en grupos de seis; la ubre y pezones de cada cabra se lavaban con una solución clorada, se despuntaba y ordeñaba en forma manual. Terminado el ordeño las cabras salían de la sala y se enviaban al corral de post-ordeño y luego al campo. No se realizaba prueba de mastitis ni sellado de los pezones.

Rutina de Post-ordeño: La leche obtenida se filtraba y pasteurizaba en una sala contigua para la posterior elaboración de quesos el mismo día del ordeño.

Toma de Muestra

Para la toma de muestra, una vez finalizado el ordeño, la leche de mezcla obtenida en cada establecimiento tambero se homogeneizó en forma manual durante cinco minutos y se extrajo, empleando utensilios de acero inoxidable, una alícuota de 200 mL en envase estéril. La muestra identificada se mantuvo en condiciones higiénicas a temperatura de refrigeración ($< 8^{\circ}\text{C}$) hasta su procesamiento en el laboratorio.

Período de muestreo: Por problemas internos del tambo, en T1 solo se realizó el muestreo en el

período junio-diciembre quincenalmente durante dos años; en el T2 el muestreo se realizó semanalmente por dos años en el período enero-junio, agosto-diciembre; en el T3 el muestreo se realizó de la misma manera que en T2 durante cinco años; en el resto de los establecimientos los muestreos se realizaron quincenalmente durante dos años en el período enero-junio; agosto-diciembre. No se realizaron muestreos durante el mes de julio ya que es época de pariciones y no hay leche disponible.

Los estudios microbiológicos se realizaron quincenalmente en todos los tambos excepto el Tambo 2 debido a problemas para la toma de muestra en condiciones asépticas.

Análisis físico-químicos

Determinación de Grasa, Proteína, Lactosa y Sólidos no Grasos (SNG). Se realizó utilizando analizador automático LactoStar Funke Gerber 3560, el mismo fue calibrado periódicamente. Los resultados se expresan como %P/V.

Determinación de Sólidos Totales (ST). El valor de ST fue estimado como SNG + GRASA. Los resultados se expresan como %P/V.

Determinación de pH. Se utilizó un pHmetro "Digital Instruments Lutron pH-207".

Determinación de acidez. La determinación de acidez se realizó utilizando la técnica 947.05 descrita en AOAC (1990).

Determinación de densidad a 15° C. Se realizó utilizando lactodensímetro. Se colocaron 75 ml de leche en una probeta, se colocó el lactodensímetro y se leyó la densidad correspondiente y la temperatura de la muestra, con estos valores se realizó la corrección de densidad y se determinó la densidad de la leche a 15° C. Los resultados se leyeron en grados Quevenne (°Q) y se transformaron en g/mL.

Determinación del contenido de caseína. Se realizó siguiendo la metodología descrita en la norma FIL-IDF 29:1964.

Análisis microbiológicos

Preparación de las muestras. Se realizó según la técnica descrita en la norma FIL-IDF 122C:1996.

Recuento de Bacterias Aerobias Mesófilas. Se realizó utilizando la metodología descrita en la norma FIL-IDF 100B:1991, empleando *Agar Plate Count* como medio de cultivo y realizando la incubación a $30 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 72 h.

Recuento de Coliformes Totales (CT). Esta prueba se realizó empleando Caldo Mc Conkey como medio de cultivo e incubando a $37 \pm 1^\circ\text{C}$ según el Método 2 para recuento de Bacterias Coliformes Totales descrito en ICMSF (1996a).

Determinación de Coliformes Fecales. Se realizó empleando Caldo Mc Conkey como medio de cultivo e incubando a $45 \pm 1^\circ\text{C}$ según lo indicado en ICMSF (1996b).

Determinación de estafilococos coagulasa positiva. Se realizó siguiendo la norma FIL-IDF 145A:1997 utilizando Agar Baird Parker como medio de cultivo, incubando a $37 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 24 y 48 h. Para confirmación, las colonias sospechosas se incubaron en primer lugar en agar cerebro corazón a $37 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 24 h. Pasado este tiempo la muestra se incubó con plasma de conejo a $37 \pm 1^\circ\text{C}$ y se evaluó la capacidad de coagular el plasma a las 4, 6 y 24 h.

Análisis estadístico

Se realizó un muestreo no experimental. El análisis estadístico se realizó utilizando el "Software" STATISTICA 6.0. Se determinaron valores de composición medios, máximos, mínimos y desviación estándar. Se determinó la existencia de diferencias significativas, entre las muestras utilizando ANOVA y prueba de Tukey ($P < 0.05$).

Resultados y Discusión

Leche de cabra en la cuenca caprina de Santiago del Estero en general

Composición fisicoquímica

El estudio de la calidad físico-química en todos los tambos estudiados permitió obtener una composición media de la leche de la cuenca caprina de Santiago del Estero (Tabla 1).

En la Tabla 2 se muestran los valores promedios de composición de leche de cabra publicados por diversos autores. Tanto el porcentaje medio de grasa como el de ST encontrados para la leche de cabra en Santiago del Estero son superiores a los publicados por otros autores, mientras que el valor

medio de proteína se encuentra dentro del contenido medio publicado en la bibliografía para rebaños en otras regiones.

Los elevados valores de composición encontrados hacen que la leche de cabra de la región sea una potencial alternativa a los problemas de desnutrición de algunos sectores de la población y un atractivo para las fábricas elaboradoras de queso, que verán incrementado el rendimiento quesero.

Con respecto a la calidad microbiológica de la leche, se observó que en el 28% de los casos los recuentos de AMT fueron superiores al límite

Tabla 1. Composición físico-química media de leche de cabra de la provincia de Santiago del Estero

Parámetro	Media	DE	Máximo	Mínimo
Grasa (%)	5.36	0.95	8.52	2.55
Proteína (%)	3.39	0.30	4.50	2.39
Lactosa (%)	4.32	0.63	8.78	2.98
SNG (%)	8.30	0.67	10.74	5.85
ST (%)	13.66	1.33	18.58	7.05
Acidez (°D)	17.61	3.36	26.00	9.00
pH	6.76	0.16	7.08	5.92
Densidad (g/ml)	1.031	0.002	36.90	25.60
Población N	1464			

DE: Desviación estándar

establecido por el CAA para leche de vaca en su artículo 556 tris (Valor de referencia <500,000 ufc/mL).

Si bien no existe normativa para el recuento de CT en leche cruda, puesto que son considerados flora normal, se ha establecido que su presencia en un número elevado constituye una evidencia de inadecuado manejo higiénico-sanitario del producto, además de ser indicativo de la probable presencia de cepas patógenas (García *et al.*, 2009).

La investigación de coliformes fecales, resultó positiva en el 72% de los casos, observándose desarrollo en todas las muestras provenientes de tambos en los que se emplea agua de pozo de menos de 8 m de profundidad. En productos crudos de origen animal es normal encontrar recuentos de coliformes de origen fecal, dada la asociación cercana de estos alimentos con el ambiente animal y, por ende, la probabilidad de que exista contaminación con materia fecal.

El intervalo en el recuento de estafilococos coagulasa positiva fue entre 2.02 y 4.9 log ufc/mL. Dentro de las bacterias clasificadas como estafilococos coagulasa positiva, se encuentra *Staphylococcus aureus*, bacteria patógena. Estos microorganismos se localizan en las fosas nasales, la piel y las lesiones de humanos y otros mamíferos y su presencia es un marcador en alimentos que son sometidos a manipulación. Si bien, generalmente, los estafilococos se eliminan durante el tratamiento térmico, la presencia de estafilococos coagulasa positiva puede indicar un riesgo potencial para la salud, ya que estos producen una toxina termoestable, por lo que es necesario reducir al máximo posible su presencia en la leche cruda.

Los valores de referencia indicados en el CAA están referidos a leche de vaca y se utilizan sólo

para tener una referencia ya que esta información aún no ha sido incorporada a nuestra legislación.

Leche de cabra en los tres tambos representativos en estudio

Composición físico-química

La producción y composición físico-química de la leche de los tres tambos representativos se resumen en la Tabla 3.

Producción. La producción diaria de leche en el T1 (1.44 kg/cabra) fue significativamente superior ($P < 0.05$) a la cantidad media obtenida en los T2 y T3. Esto puede ser consecuencia de factores genéticos y ambientales: A) Factor genético: El T1 posee animales de raza Saanen, mientras que T2 y T3 tienen mayor cantidad de animales de raza Anglo Nubian. Las cabras de raza Saanen son típicos animales con propósito lechero, presentan mayor producción de leche pero con un menor contenido graso, mientras viceversa los animales de raza Anglo Nubian (Salvador y Martínez, 2007); B) Condiciones ambientales: Debido a la infraestructura presente en los tambos, los animales de T1 se encuentran resguardados de situaciones climáticas como vientos, lluvia y barro, mientras que las cabras de T2 y T3 se encuentran prácticamente a la intemperie ya que en estos establecimientos los reparos son naturales (árboles). Estas condiciones puede afectar la cantidad de leche obtenida, ya que si bien las cabras toleran condiciones climáticas poco apropiadas, debido principalmente al efectivo aislamiento externo (características propias del animal, como grosor de la piel, abrigo o cobertura de pelo), este aislamiento natural puede ser reducido por la acción prolongada del viento a nivel de superficie de la piel, lo que disminuye la energía para producción de leche. La lluvia y el barro severo reducen el aislamiento externo y aumentan

Tabla 2: Valores medios de composición de leche de cabra publicado por otros autores

Grasa (%)	Proteína (%)	Lactosa (%)	SNG (%)	ST (%)	Fuente
3.61	3.47	4.47	-	12.38	Guo <i>et al.</i> (2004)
4.50	3.30	-	9.15	13.20	Castagnasso <i>et al.</i> (2007)
3.40 – 4.50	2.80 – 3.70	3.90 – 4.80	-	11.5 – 13.5	Degen (2007)
3.80	3.40	4.10	8.90	-	Park <i>et al.</i> (2007)
3.00 – 3.80	2.80 – 3.50	4.0 – 5.0	-	11.5 - 13	Ohiokpehai (2003)
4.26	4.09	-	-	13.21	Hadjipanayiotou (1995)

Calidad microbiológica de la leche de cabra de la provincia de Santiago de Estero

Valor	AMT (log ufc/mL)	CT (log ufc/mL)	Estafilococos coagulasa positiva (log ufc/mL)	CT (% Muestras Positivas)
Media	4.96	3.75	4.6	72%
DE	1.98	1.54	2.02	
Mínimo	2.90	0.96	2.04	
Máximo	7.04	4.04	4.9	

los requerimientos de mantenimiento (Sánchez Rodríguez, 1993; Vázquez y Lanari, 1997).

Grasa. El estudio estadístico comparativo entre los tres tambos indicó que existen diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre el T1 respecto a los T2 y T3, no así ($P > 0.05$) entre los Tambos 2 y 3 (Tabla 3). El tambo con animales de raza Saanen (T1) tiene menores contenidos grasos (4.25%) que los tambos con mayor porcentaje de animales de raza Anglo Nubian (T2: 5.59%; T3: 5.52%). Esto es consecuencia del factor genético antes mencionado (Salvador y Martínez, 2007). Al comparar estos resultados con la composición de leche de cabra obtenida en otras regiones del mundo y para razas particulares, se comprobó que el contenido medio de grasa determinado en cada uno de los tambos es superior a lo reportado por otros autores para las mismas razas (Oliszewski *et al.*, 2002; Frigerio y Rossanigo, 1995; Haenlein, 2004; Soryal *et al.*, 2004; Fekadu *et al.*, 2005; Castagnasso *et al.*, 2007; Vega *et al.*, 2007; Raynal-Ljutovac *et al.* 2008). Entre los factores que afectan el contenido graso de la leche caprina, uno de los más importantes es la alimentación (Morand-Fehr, 2005; Salvador y Martínez, 2007). Los establecimientos T2 y T3, que incluyen en la alimentación un elevado porcentaje de cereales (como maíz y sorgo), obtienen leche con mayor contenido graso ya que estos son alimentos energéticos (Vázquez y Lanari, 1997). La Tabla 3 revela que existe un amplio intervalo entre los valores máximos y mínimos (especialmente en el T2 y el T3), producto de la alimentación y disponibilidad de agua en la composición de la leche. La variación que se

observa en el contenido de grasa de la leche resulta esperable, ya que es este el constituyente más variable de la leche (Salvador y Martínez, 2007; Raynal-Ljutovac *et al.*, 2008).

Proteína. El contenido proteico de la leche obtenida en los tres tambos es similar ($P > 0.05$) y se corresponde con valores informados por otros autores (Oliszewski *et al.*, 2002; Vega *et al.*, 2007; Raynal-Ljutovac *et al.*, 2008).

Lactosa. No se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$) en el contenido de lactosa de las leches estudiadas en los tres tambos (Tabla 3). Tampoco se observaron variaciones con los niveles de lactosa obtenidos por otros autores (Grandpierre *et al.*, 1988; Le Jaouen, 1990; Lopez *et al.*, 1999).

Sólidos No Grasos. Al comparar los valores medios de SNG de los tambos presentados en la Tabla 3 no existen diferencias significativas ($P > 0.05$). Este resultado se relaciona con el contenido de proteína y lactosa, ya que los mismos determinan la variación en el contenido de SNG. El valor medio de SNG de cada uno de los tambos fue levemente inferior a lo publicado por otros autores en diferentes regiones (Salvador *et al.*, 2006; Castagnasso *et al.*, 2007; Vega *et al.*, 2007).

Sólidos Totales. El contenido de ST en la leche de T1 muestra diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) respecto a T2 y T3 pero diferencia significativa ($P > 0.05$) entre estos últimos (Tabla 3). Los valores de ST encontrados en este estudio son superiores a lo informado por otros autores para las mismas razas en otras regiones (Oliszewski *et al.*, 2002; Vega *et al.*, 2007; Castagnasso *et al.*, 2007;

Tabla 3. Composición fisicoquímica de la leche obtenida en tres tambos seleccionados

Parámetro	Valor	T1	T2	T3
Producción diaria (kg/cabra)	Media	1.44 ^a	0.93 ^b	0.99 ^b
Grasa (%)	Media	4.25 ^a	5.59 ^b	5.52 ^b
	DE	0.54	0.71	1.00
	Mínimo	3.38	3.86	3.67
	Máximo	5.71	7.25	8.09
Proteína (%)	Media	3.41 ^a	3.46 ^a	3.40 ^a
	DE	0.23	0.21	0.22
	Mínimo	2.87	2.95	2.80
	Máximo	3.80	3.92	4.40
Lactosa (%)	Media	4.34 ^a	4.38 ^a	4.28 ^a
	DE	0.24	0.23	0.25
	Mínimo	3.87	3.65	3.51
	Máximo	4.80	4.95	5.47
SNG (%)	Media	8.44 ^a	8.54 ^a	8.32 ^a
	DE	0.50	0.46	0.74
	Mínimo	7.31	7.45	7.36
	Máximo	9.36	9.66	10.74
ST(%)	Media	12.69 ^a	14.13 ^b	13.84 ^b
	DE	0.88	0.80	1.39
	Mínimo	11.35	12.38	12.58
	Máximo	14.84	15.81	15.42
Acidez (°D)	Media	16.49 ^a	19.33 ^b	18.31 ^b
	DE	2.85	2.93	2.89
	Mínimo	13.00	14.50	11.75
	Máximo	25.00	26.00	26.00
pH	Media	6.73 ^a	6.70 ^a	6.75 ^a
	DE	0.12	0.13	0.11
	Mínimo	6.32	6.37	7.00
	Máximo	6.95	7.04	6.41
Densidad (g/mL)	Media	1.033 ^a	1.032 ^a	1.031 ^a
	DE	0.003	0.021	0.003
	Mínimo	1.029	1.028	1.026
	Máximo	1.034	1.035	1.037
Población N		48	96	220

^{a,b} Superíndices diferentes entre los valores indican que existen diferencias significativas entre los tambos

Raynal-Ljutovac *et al.*, 2008). El contenido de ST en leche destinada a la elaboración de quesos es de suma importancia, ya que tiene gran influencia en el rendimiento quesero.

Acidez. El análisis estadístico indicó que existen diferencias significativas ($P < 0.05$) de T1 contra T2 y T3 (Tabla 3). El Tambo 1 presentó valores medios de acidez más bajos que los otros establecimientos estudiados. Estos resultados se relacionan con las condiciones de manejo del tambo, manipulación y sistema de enfriamiento de la leche. En los tres establecimientos se observaron valores máximos superiores a los límites aceptados por las empresas lácteas, especialmente durante el período de altas temperaturas de la provincia. Se ha determinado que el valor medio de acidez al momento del ordeño para cabras de raza Alpina es de 16.7°D (Voutsinas *et al.*, 1990). Las empresas lácteas caprinas de la provincia de Santiago del Estero aceptan leche con

un valor máximo de acidez de 20 - 21°D. Es fundamental el estudio y control de esta característica debido a las elevadas temperaturas existentes en la provincia en la época de primavera-verano y las condiciones higiénico-sanitarias de los tambos de la zona (Frau, 2011).

pH. Entre los tambos estudiados no se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$) en el valor de pH de la leche (Tabla 3). Los valores medios de pH son ligeramente menores a los publicados por otros autores (Salvador *et al.*, 2006; Vega *et al.*, 2007).

Se observó que la leche obtenida en tambos con malas condiciones de higiene o refrigeración presentó menores valores de pH y mayores valores medios de acidez y recuentos bacterianos totales, especialmente en períodos de altas temperaturas.

Densidad. El valor medio de densidad se encontró dentro del intervalo informado para esta

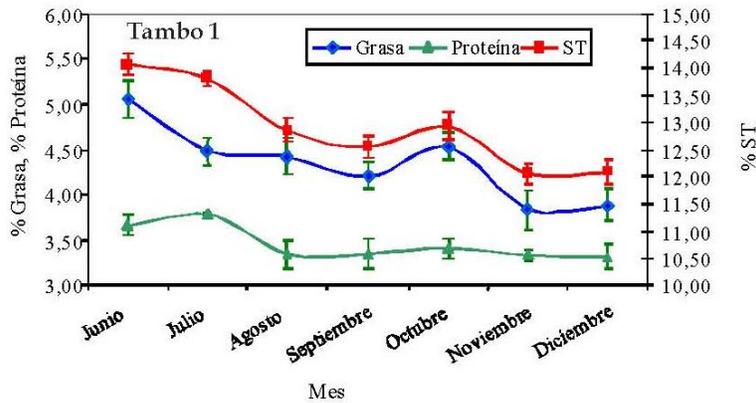
variable en la bibliografía para la leche de cabra (1.023-1.042 g/mL) (Quiles y Hevia, 2001).

Efecto de la alimentación en las características fisicoquímicas de la leche. Los resultados obtenidos pusieron de manifiesto el efecto de la alimentación sobre la composición química de la leche. Los Tambos 2 y 3, que realizan la alimentación mediante pastoreo y cereales presentaron mayores valores de grasa y ST. Debido a que el costo de alimentación representa entre el 35 y 50% del costo total de producción de leche (Schmidt y Pritchard, 1987), es importante incorporar alimentación, a un costo razonable, que permita obtener leche de mejor calidad. Las pasturas naturales de la provincia de Santiago del Estero son una alternativa de alimentación a bajo costo que permite obtener leche de

excelente calidad composicional para la elaboración de quesos.

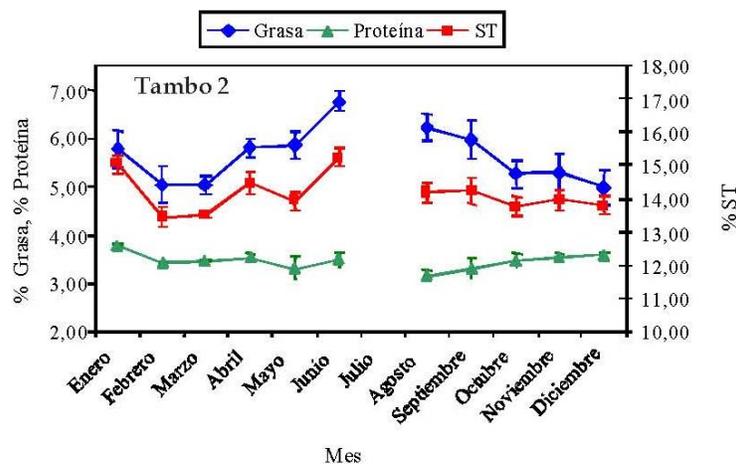
Variación anual de la calidad de leche. El rendimiento quesero depende principalmente del contenido de grasa, proteína y ST de la leche, por lo que se analizó especialmente la variación estacional de estos componentes en la leche de cada uno de los establecimientos lácteos de mayor producción de la provincia (Figuras 1 a 3).

En T1 existieron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) en el contenido de grasa y ST entre los meses. Se observa un valor máximo de grasa y ST en el mes de Junio, que luego disminuye hacia el final del año. Existieron diferencias significativas de junio contra noviembre y diciembre; posiblemente como resultado de la combinación del período



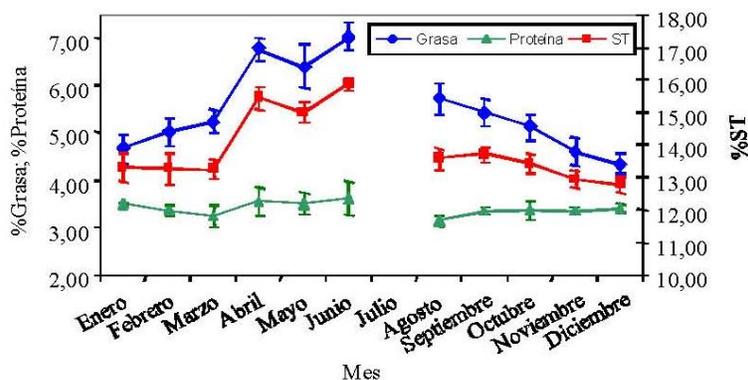
ST: Sólidos Totales

Figura 1. Variación del contenido medio de grasa, proteína y ST de la leche obtenida en el Tambo 1



ST: Sólidos Totales

Figura 2. Variación del contenido medio de grasa, proteína y ST de la leche obtenida en el Tambo 2



ST: Sólidos Totales

Figura 3. Variación del contenido medio de grasa, proteína y ST de la leche obtenida en el Tambo 3

temprano de lactación con la mayor disponibilidad de agua en los últimos meses del año, condiciones que traen aparejado mayor producción de leche y valores de composición menores. El contenido de proteína mostró valores estables durante la lactación exceptuando un valor máximo significativo en el mes de julio.

La leche obtenida en T2 mostró diferencias significativas en el contenido de grasa y ST ($P < 0.01$) y proteína ($P < 0.05$) entre los meses. En la Figura 2 la grasa y ST presentan un perfil de variación similar, acorde a lo publicado por otros autores al estudiar la variación composicional de la leche con el período de lactación (Fekadu *et al.*, 2005). El pico máximo en junio puede ser producto de la alimentación, el período de lactación y también un efecto de concentración, ya que esta estación con poca disponibilidad de agua, ocasiona que las cabras produzcan menos cantidad de leche pero más concentrada.

En T3 (Figura 3) se observa un perfil similar al T2 (Figura 2); grasa y ST presentaron su valor máximo en el mes de junio, observándose mayor variación que en el contenido de proteína. Se verificaron diferencias significativas en el contenido de grasa y ST ($P < 0.01$) y proteína ($P < 0.05$) entre los meses en estudio.

Calidad microbiológica de los tambos seleccionados

La Tabla 4 muestra la calidad microbiológica de la leche obtenida en dos de los tambos representativos de la cuenca lechera caprina de Santiago del Estero.

Al comparar el contenido medio de AMT del estudio presenta con otros realizados en la misma zona en Argentina, se observa valores semejantes a los presentes (5.08 log ufc/mL) (Revelli *et al.*, 2004). Sin embargo, en otras regiones se han publicado

valores superiores (Faría Reyes *et al.*, 1999; Muehlherr *et al.*, 2003). En estudios realizados en el área metropolitana de San José de Costa Rica se ha observado que el 36% de las muestras procesadas presentaron recuentos alrededor de 4-6 log ufc/mL y el 20% superiores a 6 log ufc/mL (Araya *et al.*, 2008). La legislación argentina no ha establecido límites, a través del CAA, a los productos caprinos, por lo que no existe legislación que regule su contenido microbiológico. Para leche de vaca destinada a la elaboración de productos lácteos, el CAA (556 tris) señala que debe presentar un valor máximo de recuento de bacterias totales de 5.3 log ufc/mL (el recuento de "bacterias totales" definido en el CAA corresponde a Aerobios Mesófilos Totales, descrito en FIL100B:1991). Según este límite máximo, en T1 el 57.1% de las muestras estarían fuera de lo permitido, mientras que en T3 solo el 15.38%. El mayor porcentaje de muestras positivas en la leche de T1 podría ser consecuencia directa de defectos en el proceso de higiene de la máquina ordeñadora y la falta de recambios adecuados de mangueras y pezoneras. Si se relaciona el recuento medio de la leche obtenida en cada tambo (T1: 5.68 log ufc/mL; T3: 5.75 log ufc/mL) con los valores medios de acidez (T1: 16.49°D; T3: 18.31° D), puede observarse que a pesar de estos resultados microbiológicos el T1 presenta menores valores de acidez, posiblemente como resultado de un eficiente sistema de enfriado de la leche post-ordeño.

Con respecto a CT, el valor medio en ambos tambos es menores a lo reportado en otras regiones (Faría Reyes *et al.*, 1999; Araya *et al.*, 2008).

En ambos tambos se encontraron un número elevado de muestras positivas para CF: 75% en el T1 y 76.7% en el T3 (Tabla 4). En los tambos estudiados

Tabla 4. Calidad microbiológica de los Tambos 1 y 3

Variable	Valor	T1	T3
AMT (log ufc/mL)	Media	5.68	5.75
	DE	2.11	3.20
	Mínimo	4.11	2.90
	Máximo	6.32	7.04
CT (log ufc/mL)	Media	3.63	3.83
	DE	1.12	1.27
	Mínimo	2.18	0.96
	Máximo	4.04	4.46
CF (log ufc/mL)		75%	77%
		Muestras Positivas	Muestras Positivas
Estafilococos coagulasa positiva		86%	71%
		Muestras Positivas	Muestras Positivas
Población N		20	44

se obtuvieron recuentos medios de 4 ufc/mL coincidiendo con días de lluvia y riego del campo.

Un porcentaje alto de muestras dieron resultado positivo en el ensayo de estafilococos

coagulasa positiva (Tabla 4). En Suiza se informó resultados positivos para este microorganismo sólo en el 31.7% de las muestras (Muehlherr *et al.*, 2003).

Conclusiones

La leche de cabra de 30 establecimientos pequeños de la cuenca lechera de Santiago del Estero presentó una composición media de 5.36% de grasa; 3.39% de proteína, 4.32% de lactosa, 8.30% de SNG, 13.66 % de ST, 17.61°D de acidez, pH 6.76 y densidad de 1.031 g/mL. La leche de tres tambos selectos mostró una composición fisicoquímica semejante exceptuando menor %grasa y % ST en T1. En cambio la leche de T2 y T3 se destacó por su alto contenido graso y de ST. En estos dos tambos predomina la raza Anglo Nubian y se alimenta el rebaño mediante pastoreo y cereales. Esto permite aseverar que las pasturas naturales de esta provincia son una alternativa de alimentación a bajo costo para obtener leche de excelente calidad composicional, con elevado porcentaje de grasa,

proteína y materia seca, para la elaboración de queso. En contraposición con esto, se encontró deficiencias en la calidad microbiológica que se asocian al inadecuado manejo higiénico sanitario que recibe la leche cruda y que impacta desfavorablemente en su potencial industrialización. Por ello se precisa acción para mejorar este aspecto. Se destacó el bajo valor de la acidez en el T1 donde existen las mejores condiciones de manejo del tambo, manipulación y sistema de enfriamiento de la leche.

Se observó variación durante los meses de año en el contenido graso y de ST de la leche con incremento invernal y los máximos valores en junio. También el contenido de proteína se incrementa durante este período.

Literatura Citada

- Araya, V., L. Gallo, C. Quesada, C. Chaves y M. Arias. 2008. Evaluación bacteriológica de la leche y queso de cabra distribuidos en el Área Metropolitana de San José, Costa Rica. Arch. Latinoam. Nutr. 52(2):182-186.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis (15th Ed.). Assoc. Off. Anal. Chem. Arlington, Virginia.
- Carvajal Cuellar, D. 2004. Estudio del comportamiento fisicoquímico y reológico de un queso untable. Tesis Maestría. Universidad de las Américas, México.
- Castagnasso, H., E. Miceli, M. Dietrich y R. Lacchini. 2007. Composición de leche de cabra criolla y cruce Criolla x Nubian. Vº Congreso de Especialistas en Pequeños

- Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. Mendoza, Argentina.
- Degen, A. A. 2007. Sheep and goat milk in pastoral societies. *Small Rumin. Res.* 68:7-19.
- Faría Reyes, J., A. García, M. Allara, A. García, Y. Olivares, y G. Ríos. 1999. Algunas características físico-químicas y microbiológicas de la leche de cabra producida en Quisiro. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 16:99-106.
- Fekadu, B., K. Soryal, S. Zeng, D. Van Hekken, B. Bah, and M. Villaquiran. 2005. Changes in goat milk composition during lactation and their effect on yield and quality of hard and semi-hard cheeses. *Small Rumin. Res.* 59:55-63.
- Frau, S. F. 2011. Desarrollo de Quesos Untables de Cabra usando Fermentos Lácticos Autóctonos, como Estrategia Tecnológica para la Cuenca Caprina de Santiago del Estero. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Santiago del Estero.
- Frigerio, K. y C. Rossanigo. 1995. Composición de la leche de cabras Criollas tipo sanluisense y relación entre sus componentes. *Vet. Arg.* 120:682-688.
- García, A., J. Rivero, P. Gonzáles, K. Valero-Leal, P. Izquierdo, A. García y C. Colmenares. 2009. Calidad bacteriológica de la leche cruda de cabra producida en la parroquia Faría, municipio Miranda, estado Zulia, Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 26: 59-77.
- Grandpierre, C., J. Ghisolfi, et J. P. Thouvenot. 1988. Etude biochimique du lait de chèvre. *Cah. Nutr. Diet.* 23 (5):367-374.
- Guo, M., Y. Park, P. Dixon, J. Gilmore, and P. Kindstedt. 2004. Relationship between the yield of cheese (Chevre) and chemical composition of goat milk. *Small Rumin. Res.* 52:103-107.
- Hadjipanayiotou, M. 1995. Composition of ewe, goat and cow milk and of colostrum of ewes and goats. *Small Rumin. Res.* 18:255-262.
- Haenlein, G. 2004. Goat milk in the human nutrition. *Small Rumin. Res.* 51: 155 -163.
- Heer, G. y M. Geottig. 2001. Evaluación del sistema de lavado alternado para equipos de ordeño según la calidad bacteriológica de la leche. *Tecnol. Láctea Latinoam.* 6(22):53-57.
- ICMSF. 1996a. Recuento de coliformes: Técnica del número más probable (NMP). Método 2. ICMSF. Microorganismos de los Alimentos, Técnicas de Análisis Microbiológicos. Vol. 1(2) Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- ICMSF. 1996b. Determinación de organismos coliformes de origen fecal. Método 2 (Europeo). ICMSF. Microorganismos de los Alimentos, Técnicas de Análisis Microbiológicos Vol. 1(2) Editorial Acribia, Zaragoza, España.
- International Dairy Federation. 1964. Determination of the Casein Content of Milk. Standard FIL-IDF 29:1964.
- International Dairy Federation. 1997. Enumeration of Coagulase-Positive Staphylococci. Standard FIL-IDF 145A:1997.
- International Dairy Federation. 1991. Enumeration of Microorganisms-Plate Loop Technique at 30° C. Standard FIL-IDF 100B:1991.
- International Dairy Federation. 1996. Preparation of samples and dilutions for microbiological examination. International IDF Standard 122C:1996.
- Jaubert, G. 1997. Biochemical characteristics and quality of goat milk. [En línea] [fecha de acceso, 4 de abril de 2007]:71-74 URL disponible en: <http://ressources.ciheam.org/om/pdf/c25/97605956.pdf>
- Le Jaouen, J. C. 1990. Le lait: sa production - sa qualité. En: La fabrication du fromage de chèvre fermier (Ed. ITOVIC), Francia.
- Lopez, M. B., A. Luna, J. Laencina, and A. Falagan. 1999. Cheese-making capacity of goat's milk during lactation: influence of stage and number of lactations. *J. Sci. Food Agric.* 79:1105-1111.
- Ludeña, F., S. Peralta, O. Arroyo, L. Fung y C. Gonzáles. 2006. Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la leche de cabra y su conservación mediante la activación del sistema lactoperoxidasa. *Mosaico Cient.* 3(1):17-26.
- Morand-Fehr, P. 2005. Recent developments in goat nutrition and application: A review. *Small Rumin. Res.* 60:25-43.
- Muehlherr, E., C. Zweifel, S. Corti, J. Blanco, and R. Stephan. 2003. Microbiological quality of raw goat's and ewe's bulk-tank milk in Switzerland. *J. Dairy Sci.* 86:3849-3856.
- Ohiokpehai, O. 2003. Processed food products and nutrient composition of goat milk. *Paki. J. Nutr.* 2 (2):68-71.
- Oliszewski, R., A. Rabasa, J. Fernández, M. Poli, y M. Núñez de Kairúz. 2002. Composición química y rendimiento quesero de la leche de cabra Criolla Serrana del noroeste argentino. *Zootec. Trop.* 20(2):179-189.
- Park, Y., M. Juárez, M. Ramos, and G. Haenlein. 2007. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Rumin. Res.* 68:88-113.
- Paz, R., J. Togo y C. Lopez. 2007. Evaluación de parámetros de producción de leche en caprinos (Santiago del Estero, Argentina). *Rev. Cient. (Maracaibo)*. [Online]. abr. 2007, Vol. 17,

- No.2 [citado 06 Junio 2012], p. 161-165. Disponible en la World Wide Web: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592007_000200009&lng=es&nrm=iso ISSN 0798-2259.
- Pinzón Fernández, A. 2006. Determinación del índice de bacterias mesófilas aerobias presentes en la leche cruda versus leche pasteurizada que se comercializan en la zona urbana de la ciudad de Popayán. Tesis Doctoral. Universidad Nacional Abierta y a Distancia Facultad de Ciencias Agrarias Programa de Zootecnia. Valledupar.
- Quiles, A. y M. Hevia. 2001. Características físicas de la leche de cabra. *Rev. Ganadería* 6:53-55.
- Raynal-Ljutovaca, K., G. Lagriffoul, P. Paccardb, I. Guilleta, and Y. Chilliard. 2008. Composition of goat and sheep milk products: An update. *Small Rumin. Res.* 79:57-72.
- Revelli, G., O. Sbodio, y E. Tercero, 2004. Recuento de bacterias totales en leche cruda de tambos que caracterizan la zona noroeste de Santa Fe y sur de Santiago del Estero. *Rev. Argent. Microbiol.* 36 (3):145-149.
- Salvador, A. y G. Martínez. 2007. Factores que afectan la producción y composición de la leche de cabra: revisión bibliográfica. *Rev. Fac. Cien. Vet. UCV* 48(2):61-76.
- Salvador, A., G. Martínez, C. Alvarado y J. Hahn. 2006. Composición de leche de cabras mestizas Canarias en condiciones tropicales. *Zootec. Trop.* 24(3):307-320.
- Sánchez Rodríguez, M. 1993. Producción Caprina. 1er Curso Internacional de Producción Caprina, San Miguel de Tucumán. Argentina
- Schmidt, G. H. and D. E. Pritchard. 1987. Effect of increased production per cow on economic returns. *J. Dairy Sci.* 70:2695-2704.
- Soryal, K., S. Zeng, B. Min, S. Hart, and S. Beyene. 2004. Effect of feeding systems on composition of goat milk and yield of domiati cheese. *Small Rumin. Res.* 54:121 -129.
- Tornadijo, M. E., A. I. Marra, M. C. García Fontán, y B. Prieto. 1998. La calidad de leche destinada a la elaboración de quesos: La calidad química. *Cienc. Tecnol. Alimen.* 2(002): 79-91.
- Vázquez, A. y R. Lanari. 1997. Alimentación de hato, conceptos generales de nutrición. Manual del curso de producción de leche y queso de cabra. Zapala.
- Vega, S., R. Gutiérrez, A. Ramírez, M. González, G. Díaz-González, J. Salas, C. González, M. Coronado, B. Schettino y A. Alberti. 2007. Efecto de la época del año en las características físicas y químicas de leche de cabra de razas Alpino Francesa y Saanen. *Rev. Salud Anim.* 29 (3):160-166.
- Voutsinas, L., C. Pappas, and M. Katsiari. 1990. The composition of Alpine goats' milk during lactation in Greece. *J. Dairy Res.* 57:41-51.
- Zumbo A., B. Chiofalo, L. Liotta, V. Rundo-Sotera, and V. Chiofalo. 2004. Quantitative and qualitative milk characteristic of Nebrodi goats. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 34(1):155-157.