



Facultad de Ciencias Veterinarias

-UNCPBA-

**Calidad de leche y queso de cabra. Evaluación
de rendimiento quesero.**

Palma Parodi, Camilo; Barrionuevo, Sonia; Corradetti, María Alicia

Diciembre, 2015

Tandil

Calidad de leche y queso de cabra. Evaluación de rendimiento quesero.

Tesis de la Orientación Licenciatura en Tecnología de los Alimentos, presentada como parte de los requisitos para optar al grado de Licenciado en Tecnología de los Alimentos del estudiante Palma Parodi Camilo.

Director: **Méd. Veterinario: Corradetti, María Alicia.**

Codirector: **Ing. Química: Barrionuevo, Sonia.**

Evaluador: **Veterinario: Bruschi, Julieta.**

Resumen

La calidad de leche puede definirse como el potencial que ésta posee para ser sometida a un tratamiento tecnológico. Con una materia prima de mala calidad nunca se podrá obtener un producto de buena calidad. Por consiguiente, la producción de quesos depende casi exclusivamente de las características fisicoquímicas, organolépticas y microbiológicas de la leche. El objetivo de este trabajo fue estudiar los cambios en la composición físico-química y microbiológica de la leche de cabra, de un tambo de cabras de raza *Saanen*, del sureste de la Provincia de Buenos Aires, durante el periodo de lactancia 2012-2013. Esto fue correlacionado con el rendimiento en la elaboración de quesos de pasta semidura.

Se tomaron 6 muestras de leche y 6 de queso por duplicado durante 6 meses (octubre 2012-marzo 2013). En leche, se analizó el porcentaje de materia grasa, proteína, sólidos totales, lactosa y además pH y acidez. Se evaluaron microorganismos mesófilos viables, coliformes, psicrótrofos, esporulados y termodúricos. En quesos se analizó el porcentaje de materia grasa, proteína, sólidos totales y humedad; y los parámetros microbiológicos que establece el Código Alimentario Argentino en el Capítulo VIII. La leche presentó recuentos microbiológicos dentro de los parámetros establecidos, no variando a lo largo de la lactancia; sucediendo lo mismo en el queso. La calidad composicional de la leche se vio incrementada a lo largo de la lactancia, evidenciándose un mayor rendimiento quesero, que comenzó con un 11,21% y alcanzó su punto máximo en 23,23%.

Palabras claves: leche de cabra, queso de cabra, rendimiento.

Índice

Introducción	1
Objetivos	2
Marco Teórico.....	3
Raza caprina productora de leche: Saanen	5
Leche	5
Características organolépticas de la leche de cabra	6
Características físico-químicas generales de leche de cabra.....	7
Particularidades en la composición de la leche de cabra	8
Proteína y aminoácidos	8
Grasa y ácidos grasos	9
Minerales	11
Vitaminas	11
Lactosa.....	12
Factores que afectan la composición nutricional de la leche de cabra.....	14
Manejo, alimentación y estacionalidad	14
Influencia de los componentes lácteos en la elaboración y composición del queso	17
Materia grasa	17
Proteínas.....	17
Calcio soluble y asociado a la micela de caseína	17
Proceso de coagulación.....	18
Microbiología de la leche.....	22
Pasteurización.....	23
Indicadores microbiológicos.....	23
Mesófilos aerobios totales	24
Coliformes totales	24
Coliformes fecales	25
Otros microorganismos presentes en la leche	26
Psicrótrofos.....	26
Esporulados.....	27

<i>Staphylococcus aureus</i> coagulasa positivo.....	27
<i>Salmonella spp.</i>	29
Fases de elaboración de queso de cabra	31
Recepción de materia prima.....	32
Higienización	32
Pasteurización	32
Agregado de fermento	32
Agregado de coagulante.....	32
Desuerado.....	33
Corte de la cuajada.....	33
Cocción	33
Moldeo y Prensado	33
Salado	33
Maduración o afinado	34
Queso de cabra.....	35
Características organolépticas	35
Rendimiento quesero	36
Distribución de los componentes de la leche.....	36
Rendimiento en función del extracto seco.....	36
Rendimiento en función del contenido de materia grasa y proteínas de la leche.....	37
Recuperación de los componentes lácteos	38
Marco legal	39
Materiales y métodos	42
Análisis físico-químicos para leche.....	42
Análisis microbiológicos leche	43
Análisis físico-químico para queso	43
Análisis microbiológicos para queso	43
Resultados y discusión	45
Análisis físico-químicos para leche	46
Análisis microbiológicos de leche	48
Análisis físico-químico de queso.....	49
Análisis microbiológicos de queso	51
Conclusión	52

Bibliografia.....	53
--------------------------	-----------

Introducción

El creciente interés por las leches no tradicionales, como la de leche de cabra (*Capra hircus*), pone en evidencia la carencia de información sobre su calidad, atendiendo a las particularidades que presenta este sector. La actividad caprina está asociada a la sustentabilidad de las familias campesinas y se caracteriza por presentar planteles caprinos lecheros con una alta heterogeneidad y diversidad de tipos genéticos, como así también variables productivas considerables dentro del sector en cuanto a alimentación, manejo, cuidados, etc.

Algunos autores han evaluado la variación de la composición química de la leche de cabra a lo largo del período de lactación, sin embargo los estudios efectuados sobre razas caprinas productoras de leche en Argentina son limitados.

El conocimiento de la composición de la leche del ganado caprino y su variación a lo largo de la lactación es interesante para poder establecer criterios sobre cuándo realizar los controles lecheros, establecer con claridad el rendimiento quesero de acuerdo al periodo de lactancia, como así también determinar aquellas variables que permitan mejorar la producción y adecuarse a los requerimientos nutricionales de cada periodo productivo.

Se realizó el presente trabajo, con el objetivo de estudiar los cambios que se producen en la composición físico- química y microbiológica de leche de cabra de raza *Saanen* dentro del período de lactancia, y correlacionarlo con el rendimiento de quesos de pasta semidura en la región sureste de la provincia de Buenos Aires.

Objetivos

Analizar la composición y calidad higiénico-sanitaria de leche de cabra de raza *Saanen* producida en un establecimiento rural del sureste de la provincia de Buenos Aires durante el periodo de lactancia 2012-2013.

Determinar parámetros físico-químicos y microbiológicos de quesos de cabra, elaborados con leche de cabra de raza *Saanen* producida en un establecimiento rural del sureste de la provincia de Buenos Aires durante el periodo de lactancia.

Relacionar la composición y calidad higiénico-sanitaria de la leche con los quesos de cabra y el rendimiento quesero.

Marco Teórico

La leche caprina se utiliza por excelencia para elaborar productos lácteos. En el mundo, existen alrededor de 780 millones de cabezas de caprinos, cuya producción se concentra en países que presentan altos niveles de pobreza y condiciones poco propicias para el desarrollo de otras actividades generadoras de ingresos, tales como las áreas tropicales o muy áridas. Generalmente, la producción caprina se destina al autoconsumo, no logrando, de este modo, un crecimiento exponencial.

Pese a tener muy buenas condiciones como alimento humano, tanto como consumo directo como para elaboración de productos (queso, yogurt, etc.), la leche caprina sólo representa el 2 % de la producción mundial de leche con un total aproximado de poco más de 12 millones de toneladas, siendo India el principal productor con alrededor de 2,6 millones de toneladas, seguido por Bangladesh con 1,4 millones de toneladas. Dentro de la Unión Europea, se destacan Francia, España y Grecia, cada uno de estos países con aproximadamente 500 mil toneladas de producción anual, destinadas principalmente a la producción de quesos (Minagri, 2011).

A nivel mundial, la leche de cabra es consumida principalmente como un producto fluido sin que medie una transformación de la misma en otros derivados lácteos, razón por la cual sus características prístinas son muy importantes a nivel nutricional. Se ha estimado que existen más personas en el planeta que consumen leche de cabra, que las que consumen cualquier otro tipo de leche (Capra, 2004). La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) estimó que para el año 2000 la demanda mundial de leche de cabra sería de 242 millones de toneladas, contra una oferta estimada de 177,6 millones de toneladas, en su mayoría producida en los países tropicales en desarrollo, donde se ubica el 95% de la población caprina.

La lechería caprina es una actividad productiva relativamente nueva en Argentina y de pequeñas dimensiones productivas. Proviene fundamentalmente de pequeñas empresas, que se caracterizan por una gran

diversificación de sus actividades productivas y por contar en casi todos los casos con mano de obra familiar. El Ministerio de Agricultura establece que existen alrededor de 200 productores en el territorio argentino. En Santiago del Estero se ha conformado la cuenca lechera caprina más importante del país (Minagri, 2011).

El dimensionamiento de esta actividad resulta difícil ya que no se cuenta con datos precisos sobre el stock de ganado lechero (Gutman *et al.*, 2004).

Se estima que en Argentina existen alrededor de 4,2 millones de cabras distribuidas en el país, que producen aproximadamente 2 millones de litros de leche (Minagri, 2011), destinados principalmente a la elaboración de quesos. La producción está atomizada en distintas zonas del país, lo que dificulta la recolección del producto así como también el funcionamiento de grandes usinas lácteas. Por otro lado, la mayor parte de las plantas elaboradoras de queso de cabra se encuentran localizadas en la región noroeste del país (Gutman *et al.*, 2004).

La principal raza utilizada en el país es la cabra *criolla*. En la actualidad, existen cabañas nacionales que poseen razas como *Saanen*, *Toggenburg*, *Pardo Alpina* y *Anglo Nubian*. Son muy usadas las cruza de estas razas y en algunos casos se utilizan animales cruza sin rasgos definidos por ninguna raza en particular (Minagri, 2011).

Según Gutman *et al.* (2004), “la evolución reciente de la actividad de lechería y quesos de cabra pone en evidencia que se trata de un sector todavía no consolidado, con fuertes fluctuaciones en la oferta y en los precios de la materia prima y productos finales, con escaso desarrollo institucional y débiles estrategias comercializadoras –tanto en relación con el mercado local como el mercado externo – así como con fuertes problemas vinculados a estándares de calidad y homogeneidad de producto. La moderna lechería caprina conforma así un sector de escasas dimensiones, no consolidado, que ha sufrido un comportamiento cíclico, con aumentos y contracciones en la producción”.

Raza caprina productora de leche: *Saanen*

Originaria de los Alpes Suizos, concretamente en el valle que le da el nombre (*Saanen*). Fue introducida en regiones donde se han desarrollado proyectos de tambo caprino, como por ejemplo las provincias de Catamarca, Chaco, Santiago del Estero, Córdoba, San Juan y Buenos Aires (De La Rosa Carbajal, 2011).

Su pelaje es uniformemente blanco o crema muy claro. El pelo es corto, denso, espeso, fino, sedoso y liso. La cabeza es grande y bien proporcionada, presenta mamellas y barbilla, la frente es plana y amplia, de perfil recto o poco cóncavo, orejas medianas, elevadas hacia arriba y adelante. El morro es grueso y ancho. Las ubres bien insertas, de formas globulares, sin división, amplias en su base, con mayor desarrollo de anchura que profundidad. Los pezones son de mediano grosor y nacimiento ancho, más bien largo y apuntando ligeramente hacia delante; piel de color rosado. Las venas mamarias están bien desarrolladas, son largas y tortuosas. El temperamento es pacífico y tranquilo. No son animales precoces, pero engordan fácilmente. Pueden producir hasta 4 litros de leche por día y de 600 a 900 litros de leche por lactancia de 250 días. En este caso debe advertirse que es una raza de alta producción, por lo cual posee altos requerimientos nutricionales que deben ser cubiertos para expresar su potencial genético (De La Rosa Carbajal, 2011).

Leche

La leche de los mamíferos es una de las pocas sustancias producidas por la naturaleza que tiene como fin la función alimenticia. 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. A esta composición se la denomina corrientemente calidad composicional de la leche.

La leche es un medio biológico extremadamente complejo. La glándula mamaria efectúa la síntesis de la mayor parte de los componentes orgánicos de la leche, gracias al aporte de nutrientes provenientes del flujo sanguíneo; el resto de los componentes son filtrados directamente de la sangre. Por

consiguiente la glándula mamaria tiene una gran actividad sintética, se trata de sustancias solubles presentes en pequeñas proporciones, que son productos intermedios de los procesos bioquímicos que conducen a la formación de los glúcidos, lípidos y prótidos, ésteres fosfóricos de los azúcares, ácidos grasos volátiles, ácidos cetónicos, nucleótidos, etc..

En los rumiantes, el rumen genera grandes cantidades de ácidos volátiles; ácido acético y ácido propiónico que son transportados por la sangre hasta la glándula mamaria donde son utilizados para la síntesis de leche (Alais, 1988).

Cuantitativamente el agua es el componente más importante, determinando su cantidad el volumen de leche producida.

El azúcar de la leche es la lactosa, disacárido compuesto por glucosa y galactosa.

Características organolépticas de la leche de cabra

Presenta un color blanco mate, contrariamente a la leche de vaca, no contiene β caroteno, por lo que la leche, la mantequilla y los quesos de cabra tienen color blanco.

Recién ordeñada, la leche de cabra presenta aspecto limpio, sin grumos, olor neutro, aunque a veces al final de la lactación aparece el olor llamado cáprico.

Su sabor es dulzón, agradable, particular de esta leche, recién ordeñada tiene sabor neutro; por el contrario después de haber sido almacenada en frío, adquiere un sabor característico. En algunos países anglosajones, el sabor de la leche de cabra es un criterio de selección, ya que su comercialización como tal está muy extendida (Luquet, 1991).

Características físico-químicas generales de leche de cabra

La composición de la leche de cabra es mucho más variable que la de la leche de vaca. Esta mayor variación, presente en la **tabla 1** posiblemente se deba a que la información disponible corresponde a un pequeño número de animales y a leche de composición extrema por las características individuales de los animales o por tratarse de razas muy diferentes (Amiot *et al.*, 1991).

Tabla 1: Composición porcentual de leche de cabra según Amiot *et al.* (1991).

Componentes	Mínimo	Medio	Máximo
Grasa	2,4	4,4	7,8
Proteínas	2,9	3,7	5,6
Lactosa	4,0	4,9	6,3
Cenizas	0,7	0,8	1,0
Extracto seco	12,0	13,8	22,6

En la **Tabla 2** se observan las diferencias antes mencionadas, considerando estudios realizados en Francia (1), Alemania (2) y distintas regiones de Argentina (3-4-5-6).

Tabla 2: Comparación de datos obtenidos en diferentes estudios.

	Alais (1)	Scholz (2)	Alsina <i>et al.</i> (3)	Oliszweski (4)	Frau. S. <i>et al.</i> (5)	Frau. F. <i>et al.</i> (6)
Agua	86,40%	87,20%	85,24%	84,21%	86,35%	86,05%
Materia grasa	4,30%	4,30%	4,50%	4,91%	5,21%	5,68%
Materia nitrogenada total	4%	3,40%	4,30%	5,13%	3,41%	3,37%
Extracto seco total	13,8%	12,8%	14,76%	15,79%	13,65%	13,95%
Extracto seco desgrasado	9,50%	8,50%	10,23%	11,02%	8,44%	8,27%

Particularidades en la composición de la leche de cabra

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

La composición de la leche de cabra es diferente a la del ganado bovino, ovino y humana, pudiendo variar por múltiples factores, entre ellos, tipo de alimentación, medioambiente, manejo, sistema productivo, etapa de lactancia, y estado sanitario del animal. Sin embargo, el estudio de cada componente y el conocimiento de los valores promedio de cada uno de ellos permiten una mejor comprensión alrededor de la producción de leche caprina (Bedoya, 2012).

Proteína y aminoácidos

El tamaño de las micelas de caseína es más pequeño en la leche de cabra (50 nm) en comparación con la leche de vaca (75 nm) (Alais, 1988). Estas se caracterizan por contener más glicina, así como menos arginina y aminoácidos sulfurados, especialmente metionina.

La caseína de la leche de cabra representa el 83% de las proteínas, frente al 80% en la leche de vaca. Una diferencia importante es que no contiene caseína α_s^1 . Esta característica resulta muy útil para detectar la adición de leche de vaca a la leche de cabra. También se cree que la ausencia de caseína α_s^1 podría explicar la resistencia que presenta el queso de cabra al desarrollo de sabores amargos (Amiot, 1991).

Las caseínas del tipo α_s^1 son las responsables de la mayoría de las alergias asociadas a la leche de vaca. Esto es lo que explica que un infante intolerante a la leche de vaca responda tan bien a la leche de cabra (Chacón Villalobos, 2005).

El perfil de proteínas de la leche de cabra se asemeja más al humano del que lo hace la leche de vaca; de la misma manera la β -lactoglobulina caprina ha demostrado ser de más fácil digestión que la vacuna. Aproximadamente el 40%

de todos los pacientes sensibles a las proteínas de la leche de vaca toleran las proteínas de la leche de cabra (Chacón Villalobos, 2005).

La tensión y el tiempo de cuajado en las caseínas caprinas es bastante menor comparado con la caseína vacuna. Esto está directamente asociado con una mejor digestibilidad de la leche de cabra, al ser la cuajada formada a nivel gástrico más fina, suave y al experimentar ésta un menor tiempo de tránsito gástrico. Esto último deja a su vez menos residuos sin digerir que pueden ser presa de fermentaciones indeseables a nivel del colon. La consistencia de la cuajada no sólo se caracteriza por una alta suavidad, sino que también la formación de la misma se da con mayor rapidez y en forma de hojuelas de menor tamaño, debido a las reducidas dimensiones de los conjuntos miscelares de las caseínas, lo que implica la formación de bultos pequeños fáciles de digerir (Chacón Villalobos, 2005).

Grasa y ácidos grasos

La composición básica de la grasa de la leche de cabra también difiere de la de vaca. Los triglicéridos representan casi el 95% de los lípidos totales, mientras que los fosfolípidos rondan los 30-40 mg/100 mL y el colesterol 10 mg/100 mL. Una característica de la leche de cabra es el pequeño tamaño de los glóbulos grasos comparados con el de los glóbulos en la leche de vaca (2 µm en la leche de cabra contra un promedio de 3-5 µm en la de vaca), lo cual se ha asociado con una mejor digestibilidad (Alais, 1988). No obstante, la creencia de que la grasa de la leche de cabra es más digestible que la de vaca, no puede basarse en el tamaño de los glóbulos grasos, ya que la leche de vaca adquirida en el comercio está generalmente homogeneizada. Los pequeños glóbulos grasos pueden originar algunos problemas tecnológicos y el batido de la nata de cabra es menos eficaz y más difícil de realizar (Amiot, 1991).

La leche de cabra posee mayor cantidad de ácidos grasos esenciales de cadena corta, media y larga, así como en las cantidades de ácidos mono y poli insaturados que la leche de vaca. Esto es muy valioso en términos de la aceptación de la leche de cabra en la población nutricionalmente consciente, y en el hecho de resulta de más fácil digestión.

La grasa de la leche de cabra se caracteriza por un elevado contenido en ácidos grasos de cadena corta. Los ácidos grasos del butírico al láurico, pueden representar hasta un 20% del total, frente al 12% que suponen en la leche de vaca. Esta diferencia podría ser la razón de la mejor digestibilidad de la grasa de la leche de cabra (Amiot, 1991).

Tiene, por lo general, el doble de ácidos grasos de cadena media que la leche de vaca. Los ácidos grasos de cadena media poseen propiedades diferentes a los de cadena larga cuando son metabolizados por el ser humano, especialmente los ácidos caprílico y capríco. Se da principalmente por la tendencia de los ácidos a proporcionar energía y no a contribuir a la formación de tejido adiposo, así como por su habilidad para limitar y disolver los depósitos de colesterol sérico.

La leche de cabra no debería presentar problemas de rechazo en el consumidor debido a su olor, usualmente atribuido a los ácidos grasos de cadena mediana. Bajo condiciones normales, estos ácidos se encuentran encapsulados dentro del glóbulo graso, por lo cual la leche de cabra adecuadamente manipulada es difícil de distinguir de la leche de vaca utilizando el olfato. Los problemas se dan cuando la membrana del glóbulo graso se rompe y libera estos ácidos. No obstante aunque se rompiera el glóbulo, si los ácidos grasos están en forma de triglicéridos, se necesitaría de una lipasa para liberar a los mismos, y esto sólo ocurriría si no se llevó a cabo correctamente el proceso de pasteurización, que en teoría destruye a dichas enzimas. Una vez rota la integridad de los glóbulos, la leche es más propensa a la rancidez. La mencionada membrana es más sensible en la leche de cabra que en la de vaca.

La grasa de la leche caprina no contiene aglutinina que es una proteína cuya función es agrupar los glóbulos grasos para formar estructuras de mayor tamaño. Esta es la razón por la que sus glóbulos, al estar dispersos, son atacados más fácilmente por las enzimas digestivas, especialmente las lipasas que acometen contra los enlaces éster, incrementándose por lo tanto la velocidad de digestión (Chacón Villalobos, 2005).

Minerales

La leche es la principal fuente de calcio dietario para el ser humano, sin importar si es de cabra, vaca u otra especie.

Comparativamente, la leche de cabra aporta 13% más calcio que la de vaca, pero no es una fuente adecuada de otros minerales tales como hierro, cobre, cobalto y magnesio.

Es interesante notar que los requerimientos diarios de calcio de grupos de alta sensibilidad como es el caso de mujeres embarazadas y amamantando (Ingesta adecuada (A.I) de 1.000 mg), así como adolescentes (A.I=1.000 mg), son apenas cubiertos por tres copas de leche de vaca, mientras la leche de cabra cubre ampliamente estos requerimientos con solo dos porciones del mismo tamaño.

Contiene menos sodio, cobalto y molibdeno que la leche de vaca, pero más potasio y cloro, siendo los demás constituyentes muy similares entre ambas leches. La cantidad de fósforo, en forma de fosfatos, es mayor a la que presenta la leche de vaca.

Contiene, además, selenio, el cual actúa como antioxidante. El selenio es muy importante no sólo porque suele ser deficiente en el cuerpo humano, si no porque ayuda a controlar el sistema inmunológico. El selenio se vincula más con la parte acuosa que con la fracción grasa de la leche, pues en la leche descremada queda el 94% del selenio total, del cual un 69% se asocia con la fracción de caseína (Chacón Villalobos, 2005).

Vitaminas

Las vitaminas son nutrientes orgánicos necesarios en pequeñas cantidades para el normal crecimiento, desarrollo y mantenimiento de la homeostasis de los animales que no son capaces de sintetizarla; por ello deben ser necesariamente provistas por los alimentos.

La leche de cabra, comparada con la leche materna, contiene prácticamente la misma cantidad de ácido fólico y un poco menos de vitaminas del complejo B.

El contenido de vitamina E suele considerarse bajo, razón por la cual la suplementación puede ser necesaria.

La leche de cabra presenta bajo porcentaje de ácido ascórbico y vitamina B12 en comparación con la leche de vaca (Chacón Villalobos, 2005).

La vitamina D no se encuentra en cantidades apreciables, y también debe ser suplementada cuando se destina al consumo infantil (Capra, 2004).

Provee aproximadamente el doble de vitamina A que la leche de vaca. El alto contenido de esta vitamina a la vez explica la ausencia de carotenoides en la leche de cabra, pues todos estos se encuentran ya convertidos a vitamina A. La leche de cabra es muy rica en riboflavina, importante como factor de crecimiento, y de niacina, que alcanza hasta un 350% más que la presente en la leche de vaca (Bedoya, 2012).

Lactosa

El contenido de lactosa es bajo en la leche de cabra en comparación con la leche de otras especies animales (aproximadamente de 1% a 13% menos que la de vaca y hasta 41% menos que la humana), lo cual está directamente relacionado con que esta leche presente menos problemas asociados con la intolerancia. El contenido de amino azúcares asociados a la lactoferrina en algunas razas de cabras muy difundidas como la *Saanen* puede alcanzar hasta un 2,1% (Chacón Villalobos, 2005).

La lactosa ingerida es hidrolizada por la lactasa en la superficie de las células de la mucosa intestinal, pero deficiencias de esta enzima pueden producir diarreas, debido al aumento de moléculas del disacárido osmóticamente activas, que permanecen en la luz intestinal aumentando el volumen del contenido intestinal.

La intolerancia a la lactosa es importante, ya que en casi todos los mamíferos, la actividad lactásica intestinal es alta al nacer, declina durante la niñez y permanece baja en la edad adulta.

En cuanto a la mayor tolerancia de la lactosa de la leche de cabra, puede ser debido a su mayor digestibilidad global comparada con la de la leche de vaca, pudiendo en este sentido existir una interacción entre cantidad y calidad de la proteína y la naturaleza de su coagulación y en consecuencia, tasas más adecuadas de liberación de nutrientes desde el estómago al intestino, que optimizarán la utilización digestiva de la lactosa.

La intolerancia a la lactosa no implica evitar la ingesta de productos lácteos. El queso, por ejemplo, pierde la mayoría del mencionado azúcar en el desuerado. Además, se pueden consumir preparados con lactosa hidrolizada (Boza *et al.*, 1997).

Factores que afectan la composición nutricional de la leche de cabra

Manejo, alimentación y estacionalidad

La composición general de la leche de cabra varía dentro de un amplio margen dependiendo de características genéticas propias de cada raza, el estado y momento de lactancia en que se hace el ordeño, la dieta del animal, su salud y su estado fisiológico general. Todos estos factores tienen un efecto directo sobre los constituyentes mayores y menores de la leche, presentando grandes diferencias según la raza del animal, donde el contenido graso puede variar desde un mínimo del 2,3% hasta un máximo de 6,9%, mientras que la proteína puede llegar a variar desde un 2,2% hasta un 5,1%.

Algunas razas de cabras pueden poseer en su leche bajos contenidos de caseína que coagulan de manera deficiente al emplear quimosina, lo cual afecta el rendimiento del queso y por ende el valor nutricional del mismo.

La leche de las razas *Saanen* y *Toggenburg*, presentan particularidades composicionales similares a la de las vacas *Holstein*, especialmente en los porcentajes de agua, lactosa, grasa, proteína y cenizas (Haenlein, 2002).

El contenido de grasa de la leche de cabra ordeñada en las tardes puede promediar un 0,3% menos en comparación con la mañana, aspecto que parece estar relacionado con el tiempo que pasa entre ordeños. Igualmente la proteína de la leche puede variar en idéntica forma en un 0,02%.

El contenido de minerales puede igualmente incrementarse a medida que avanza el estado de la lactancia, especialmente Ca, P, Na y Mg. Así, entre el inicio y fin de este periodo, el calcio puede presentar incrementos de hasta 15 mg/100g, el fósforo de 23 mg/100g, el sodio de 6 mg/100g y el magnesio de 2 mg/100g. Caso contrario es el del potasio y el citrato que decrecen en cantidades de hasta 26 mg/100g y en 64 mg/100g del total, respectivamente. El citrato es muy importante en la leche de cabra, pues es uno de los principales precursores del sabor en los productos fermentados (Chacón Villalobos, 2005).

La lactosa también decrece significativamente variando de un contenido total de 4,46-4,30% en las primeras semanas hasta 3,96% al final de la lactancia (Haenlein, 2002).

En el caso del sabor y el aroma, los mejores niveles sensoriales se obtienen para las etapas intermedias de la lactancia.

Los contenidos de aminoácidos tienden a incrementarse desde el inicio de la lactancia hasta mediados de la misma, momento en el cual disminuyen. El efecto de la estación del año es multifactorial sobre la calidad nutricional de la leche pues en función de la estación suele variar la alimentación, el estado de preñez, el estado fisiológico del animal, etc. Por ello, es difícil hablar de efectos aislados. Se encuentra documentado (Haenlein, 2002) el hecho de que los ácidos grasos oleico, linoleico y linolénico suelen incrementarse en las épocas de verano, mientras se reducen significativamente el butírico y palmítico. Esto, en países que experimentan las cuatro estaciones (Chacón Villalobos, 2005).

Como en todo mamífero, la dieta del animal se refleja en la calidad de su leche. La cabra es un animal que requiere de una alimentación bien balanceada y programada.

Las variaciones más claras se dan para la grasa, que al igual que en otras especies de mamíferos suele ser el parámetro más variable de la leche (Belitz y Grosch, 1985). La presencia de fibra es sumamente importante, pues bajos contenidos de fibra en la dieta del animal se traducen en un contenido de grasa bajo en la leche. Mucha de la grasa láctea depende de los ácidos grasos producidos durante el proceso fermentativo de la fibra en el rumen. Si la ingesta del animal es baja en energía, esto se traduce en un aumento del contenido de grasa, pues los ácidos grasos tienden a ser de mayor peso molecular que lo normal, de la misma manera el tipo de proteína consumido por la cabra afecta la cantidad de proteína y grasa en la leche (Haenlein, 2002). La adición de sales cálcicas de ácidos grasos de cadena larga a la dieta de las cabras, incrementa la cantidad de grasa de la leche sin que se registre un cambio apreciable en el contenido de proteínas. Se da así un descenso de los ácidos grasos de cadena corta, mientras que favorece un aumento de los de

cadena larga, incluyendo ácidos insaturados y colesterol (Chacón Villalobos, 2005).

Cuando se disminuye la relación forraje/concentrado en la dieta del animal a favor de un aumento del concentrado, es posible incrementar el porcentaje de proteína en la leche de cabra. Lo ideal es una relación 60:40 para un porcentaje de proteína asociado de 3,90%. Por otro lado, si se suplementa el alimento de las cabras con buffer de bicarbonato de sodio, se mejora significativamente el contenido de grasa y de sólidos en la leche. La materia grasa, con esta suplementación, puede aumentar hasta en un 0,6%, mientras que los sólidos totales pueden subir en un 0,3 % (Haenlein, 2002).

En la leche de vaca sus principales componentes no evolucionan de la misma manera en el curso de la lactación. Es preciso un determinado tiempo tras el parto (20 a 25 días) para que el animal se encuentre en plena capacidad de producción de leche y lactosa. La producción de materias nitrogenadas totales alcanza inmediatamente su valor máximo. Para la caseína y las materias grasas, el máximo se alcanza hacia el décimo día de la lactación. Eso hace que el porcentaje de ambas sea alto los primeros días; luego del primer mes se mantiene aproximadamente constante, hasta el sexto-séptimo mes. A partir de aquí, la leche se comienza a concentrar en proteína y grasa, porque el volumen producido por el animal disminuye más rápidamente que la síntesis de materias nitrogenadas y grasas. La alimentación, y especialmente el nivel del aporte energético y de nitrógeno, influyen en la evolución de la composición de la leche en el curso del ciclo de lactación. Aunque puede haber interferencias con otras causas de variación, en particular con los factores climáticos (Alais, 1988).

Influencia de los componentes lácteos en la elaboración y composición del queso

Materia grasa

El contenido de materia grasa de la leche va a definir el contenido en materia grasa del queso. En general, los índices de aprovechamiento son muy elevados, superiores al 90%. En todos los casos, el contenido graso del queso define buena parte de las características organolépticas del mismo, tanto en sabor como en textura (Méndez Donega, 2004).

Proteínas

La elaboración del queso es fruto de la coagulación de la caseína, por lo tanto, su contenido va a condicionar la buena marcha de las elaboraciones y su rendimiento. Por otra parte, los contenidos en proteína redundan en la retención de la materia grasa, ya que esta no es afectada por el cuajo y su retención en la cuajada es meramente física, al quedar bloqueada en la malla de caseína. En consecuencia, cuanto más firme sea esta, mayor será la recuperación de materia grasa de la leche (Méndez Donega, 2004).

Calcio soluble y asociado a la micela de caseína

El contenido de calcio es bastante estable en la leche (1,25 g/l), se encuentra en forma iónica y asociado a la caseína.

Por una parte, durante la refrigeración el calcio asociado a la caseína (67%) se solubiliza en cantidades variables, esto provoca la pérdida del esqueleto mineral de la micela y tendrá como consecuencia la obtención de cuajadas blandas y desmenuzables, presentando importantes pérdidas de finos. La solución a esto es la pre maduración con adición de Cl_2Ca (20 g/ 100l) durante 24 horas previas a la fabricación. La finalidad de esta adición es la de incrementar de manera importante el contenido de calcio soluble, lo que provoca un desplazamiento del equilibrio y reincorporación de parte del calcio a la micela.

El calcio soluble (33%), precipita durante los tratamientos térmicos en forma de fosfato tricálcico. En quesos elaborados con leche pasteurizada, es necesario reincorporar calcio en forma de Cl_2Ca (10-20 g/100l) para lograr el cuajado de la leche. La quimosina sensibiliza a la caseína en presencia de Ca^{+2} (Méndez Donega, 2004).

Proceso de coagulación

Se define la coagulación de la leche como la desestabilización de las micelas de caseína, por modificación de sus propiedades físico-químicas, bajo la acción de enzimas proteolíticas (vía enzimática) y/o ácido láctico (vía ácida) que conlleva a la formación de una red proteica llamada coágulo o gel. Las micelas se agregan formando un gel compacto que aprisiona el suero.

La formación de un retículo de cadenas micelares o coagulación en sentido estricto, supone la desmineralización y la agregación de micelas floculadas. La coagulación provoca un cambio de estado físico irreversible. Una leche en reposo, inicialmente líquida, pasa al estado semisólido designado con el término de gel, o más específicamente, de coágulo.

Para comprender el fenómeno de coagulación se hace necesario un conocimiento previo de la composición, estructura y factores de estabilidad de las micelas de caseína. La casi totalidad de la fase caseínica, en asociación con ciertos componentes minerales y orgánicos de la leche, se encuentra como superestructuras esféricas voluminosas de superficie granulosa, de un diámetro medio de 180 nm y una masa molecular de 2.108-2.109 Da. La micela de caseína se encuentra formada por agua, caseinato de calcio y fosfato de calcio, en suspensión en la fase acuosa de la leche.

Según el modelo propuesto más satisfactorio hasta el momento, la micela está constituida de un conjunto de subunidades, denominadas submicelas, de naturaleza exclusivamente proteica y de composición variable, asociadas las unas a las otras por elementos minerales, principalmente calcio, fósforo y magnesio (Rodríguez, 2004).

Las subunidades de forma esférica están formadas por la asociación de una docena de moléculas de caseína (monómeros caseínicos). Estas caseínas se

encuentran ligadas entre ellas por medio de enlaces secundarios y sin intervención de materias salinas (Rodríguez, 2004).

La estructura de las subunidades no es uniforme sino que poseen un núcleo de naturaleza hidrófoba, integrado por las partes apolares de las caseínas. Una envoltura o cubierta hidrófila de naturaleza polar, que engloba los segmentos de las cadenas cargadas negativas con los residuos fosfóricos de las caseínas α_s^1 , α_s^2 , y β ; y la parte COOH terminal de la Kapa caseína. La disposición de los segmentos cargados negativamente en la superficie micelar provocaría entonces repulsiones de tipo electrostático entre las micelas (Rodríguez, 2004).

Los mecanismos que intervienen en la formación de la cuajada difieren totalmente según sean inducidas por la acción de enzimas coagulantes o por la acidificación del medio (Rodríguez, 2004).

Estos dos modos de coagulación no se suelen utilizar absolutamente aislados, casi todas las cuajadas de quesería se obtienen por acción simultánea del cuajo y del ácido láctico, proveniente de la transformación de la lactosa por las bacterias lácticas, existiendo una predominancia de alguna de ellas. El equilibrio entre estos dos modos de coagulación va a originar unas propiedades particulares del coágulo que van a condicionar la aptitud al desuerado y las características finales del queso (Méndez Donega, 2004).

Cuando la coagulación de la leche se consigue por la adición de ácido mineral (ácido clorhídrico, ácido cítrico) es denominada “coagulación rápida o química”, la adición de ácido provoca una variación del pH heterogénea y brutal, que conduce a la floculación de las caseínas, por su aproximación a su pH isoeléctrico (4,6), bajo la forma de un precipitado más o menos granuloso disperso en el lactosuero (Rodríguez, 2004).

Cuando la coagulación se produce por acción de una enzima proteolítica se denomina enzimática, esta es capaz de hidrolizar de forma específica la Kapa caseína, rompiendo la cubierta micelar, ocasionando la pérdida de repulsiones estéricas y electrostáticas. En consecuencia la caseína pierde sus propiedades estabilizantes y ocasiona el cuajado de la misma.

Este proceso se puede dividir en tres etapas principales:

1. Hidrólisis enzimática de la Kapa caseína. Tiene lugar en el enlace phe105-met106, provocando la formación de dos partes definidas:

paracaseinato de calcio: correspondiente con la parte NH₂-terminal (1-105). Presenta un carácter básico e hidrófobo, provoca una disminución en el grado de hidratación de la micela.

Caseino macropéptido: Corresponde a la parte COOH- terminal (106-149). Tiene carácter ácido e hidrófilo. Es el responsable de la estabilidad de las micelas. Se pierde en el suero.

2. Agregación de las micelas desestabilizadas y precipitación del paracaseinato cálcico.
3. Desarrollo de una red tridimensional y formación del gel con retención de suero y materia grasa.

La cuajada enzimática es elástica, impermeable y con un alto grado de mineralización. Es necesario aplicarle acciones mecánicas, térmicas y químicas que permitan la eliminación de suero.

Las enzimas coagulantes pueden ser de origen animal, vegetal o microbiano.

El cuajo obtenido de los cuajares de los terneros en estado de lactación posee dos fracciones activas, la quimosina (mayoritaria) y la pepsina (minoritaria).

La quimosina actúa sobre la Kapa caseína, conduciendo a la desestabilización micelar, tiene una débil actividad de proteólisis general sobre las otras fracciones caseínicas. Su actividad óptima es a pH 5,5 y 42°C.

Los métodos modernos de ingeniería genética han permitido abastecer la gran demanda de cuajo a nivel mundial, aplicados a la producción de quimosina por microorganismos clonados, no habiendo diferencia prácticas entre ésta y la obtenida de forma tradicional.

La coagulación láctica, se produce por la adición de fermentos que producen ácido láctico debido a la fermentación de la lactosa. Provoca un descenso progresivo del pH, formando un gel liso y homogéneo a un pH de 4,6. La

coagulación se produce por desmineralización de la caseína por un desplazamiento progresivo del calcio y del fosfato inorgánico a la fase acuosa.

La cuajada así obtenida es friable y permeable, se presta difícilmente al moldeado y a la elaboración consiguiente de un queso clásico, por lo cual se consume fresco, tras un ligero desuerado.

Existen fermentos mesófilos, termófilos, homo y heterofermentativos; con diferentes actividades metabólicas, que influyen en la acidificación del queso, desarrollo de sabor y aroma, formación de gas, etc. Estos fermentos seleccionados convenientemente determinan las características finales del queso (Méndez Donega, 2004).

Microbiología de la leche

La leche constituye un producto altamente perecedero, que además puede ser vehículo de bacterias patógenas para el hombre (*Mycobacterium tuberculosis*, *Brucella spp.*, *Salmonella spp.*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, etc.).

Pueden estar presentes micotoxinas, procedentes de vacas que han consumido alimentos contaminados (aflatoxina M, segregada por *Aspergillus flavus*).

Aunque la leche proceda de animales sanos y se haya obtenido en las mejores condiciones de higiene, resulta siempre contaminada en mayor o menor grado. En general las primeras porciones extraídas son siempre las más contaminadas por su proximidad al pezón y las últimas pueden resultar incluso estériles. Se trata normalmente de gérmenes saprófitos del pezón y de los canales galactótrofos. También puede haber otros microorganismos de animales enfermos, patógenos y peligrosos desde el punto de vista sanitario. Los procedentes del pezón aunque no presentan riesgo, se pueden desarrollar abundantemente en la leche; los patógenos pueden ser causa de enfermedad o de toxiinfección alimentaria.

Durante el ordeño, la leche se contamina en mayor o menor medida por distintas causas:

El animal (escamas de la piel, pelos, suciedad, pezón, etc.) El ambiente (contaminación del aire, polvo, suelo)

El sistema de ordeño (manos del ordeñador, ordeño mecánico poco higiénico)

Los recipientes (material sucio o mal lavado).

Posteriormente y durante la conservación, el contenido microbiano de la leche sufre ciertas variaciones; en la primera hora, se produce una disminución de la flora bacteriana, debido a la acción de sustancias inhibidoras de la leche (lactenina, lactoperoxidasa y lisozima), en especial una reducción de bacterias lácticas. En una siguiente fase, se produce un incremento de microorganismos, según la temperatura de conservación de la leche. Se inicia a continuación una

acidificación, consecuencia de la fermentación de la lactosa para formar ácido láctico; el pH desciende a 4.5 - 4.0. La acidificación es más o menos rápida, según la especie microbiana que la origina y de las condiciones ambientales, principalmente de la temperatura (Alais, 1988).

Pasteurización

Con el fin de destruir ésta flora, la leche se somete a un tratamiento térmico de pasteurización, que, para el caso de elaboración de quesos suelen ser de dos tipos según la tecnología que se posee. Estos pueden ser:

Baja: 63° C/ 30 minutos.

Alta: 72° C/ 15 segundos.

Indicadores microbiológicos

Los microorganismos indicadores tienen la ventaja de que su detección puede resultar adecuada desde un enfoque de prevención de riesgos, indicando un manejo inadecuado o presencia de contaminación. También, su detección puede resultar más sencilla, rápida y económica, pudiendo brindar información de manera oportuna. Los microorganismos indicadores se pueden dividir en:

Mesófilos aerobios totales.

Hongos y levaduras.

Coliformes totales.

Coliformes fecales.

Staphylococcus aureus coagulasa positiva.

Salmonella spp.

Mesófilos aerobios totales

En este grupo se incluyen todos los microorganismos capaces de desarrollarse en presencia de oxígeno a una temperatura comprendida entre 20°C y 45°C con una óptima entre 30°C y 40°C. El recuento de microorganismos aerobios mesófilos, en condiciones establecidas, estima la microflora total sin especificar tipos de microorganismos. Refleja la calidad sanitaria de los productos analizados, indicando además de las condiciones higiénicas de la materia prima, la forma como fueron manipulados durante su elaboración. Un recuento bajo de aerobios mesófilos no implica o no asegura la ausencia de patógenos o sus toxinas, de la misma manera un recuento elevado no significa presencia de flora patógena. Un recuento elevado puede significar una excesiva contaminación de la materia prima, deficiente manipulación durante el proceso de elaboración, e indica la posibilidad de que existan patógenos.

Para su determinación se utiliza el método de recuento en placas. El método en placa se basa en la presunción de que cada célula bacteriana puede crecer en un medio sólido formando colonias, de acuerdo a este criterio, cada colonia presente en la placa proviene de una célula bacteriana, por lo cual la cantidad de colonias presentes corresponden a la cantidad de bacterias viables presentes en el alimento. Teniendo en cuenta la dilución realizada antes de la siembra, se obtiene la concentración bacteriana del alimento por mililitro.

Coliformes totales

El grupo de bacterias coliformes comprende todos los grupos de bacilos Gram negativos aerobios y anaerobios facultativos, no formadores de esporas, que se caracterizan por su capacidad para fermentar la lactosa con producción de ácido y gas, más o menos rápidamente (24 h) y con una temperatura de incubación alrededor de 37 °C.

Los coliformes se encuentran en el intestino del hombre y animales, así como también en el suelo, plantas, etc., por lo que su hallazgo en muestras de leche cruda está relacionado con la contaminación de origen fecal y, por lo tanto, es un indicio de la presencia de microorganismos patógenos de dicho origen.

Coliformes fecales

Pertenece a la familia de las *Enterobacteriaceae*, *Escherichia coli* es huésped constante del intestino del hombre y de los animales de sangre caliente. Por su gran especificidad está considerado como un buen índice de contaminación fecal aunque tiene el inconveniente de vivir poco tiempo en el ambiente extraentérico, así que su presencia en los alimentos indica contaminación reciente. Se destruye a temperatura de pasteurización y también durante su almacenamiento en frío, sobre todo a temperatura de congelación.

Este grupo se refiere a aquellos coliformes que tienen capacidad para fermentar la lactosa con producción de gas a temperaturas de 44° a 45 °C; excepto este señalamiento, los coliformes fecales se identifican con el resto de los coliformes en relación con su resistencia al medio ambiente, agentes químicos y factores que favorecen o impiden su desarrollo.

Para el recuento de este grupo se requiere un control muy riguroso de la temperatura de incubación, generalmente baño María de precisión con límites de variación no mayores de 0,2 °C. La técnica para su recuento casi siempre es el Numero Más Probable (NMP) a una temperatura de incubación de $44,5 \pm 0,2$ °C. El NMP se computariza en tablas correspondientes de la forma indicada para los coliformes totales. Los métodos de filtración por membrana también pueden emplearse en este caso (Anmat, 2014).

E. coli es un germen cuyo hábitat natural es el tracto entérico del hombre y de los animales de sangre caliente, por ello la presencia de este microorganismo en un alimento indica, casi siempre, contaminación directa o indirecta de origen fecal. Es el indicador clásico de posible presencia de patógenos entéricos en el agua, en los moluscos, en los productos lácteos y en otros alimentos.

Otros microorganismos presentes en la leche

Psicrótrofos

Son microorganismos que toleran bajas temperaturas para su crecimiento (entre 4° y 20°C). Su temperatura óptima de crecimiento se estima entre 10°C y 20°C (son mesófilos) aunque pueden multiplicarse aún a temperaturas propias de refrigeración (0° y 6°C). Se diferencian de los psicrófilos en que éstos tienen su óptimo crecimiento a 0°C o sus proximidades.

Dentro de los microorganismos psicrótrofos se encuentran bacterias, hongos y levaduras, siendo las causantes de mayor deterioro, las primeras.

El origen de estos gérmenes es bien conocido, se encuentran en el suelo (20 % de la población) en algunos tipos de agua, en los forrajes y en la hierba (50% de la población). Los psicrótrofos son sensibles a la acción del cloro, en especial las *Pseudomonas*. Son capaces de desarrollarse a partir de cualquier substrato y poseen enzimas lipolíticas y proteolíticas termoestables, susceptibles de inducir defectos característicos en los productos fabricados, de los cuales el 90 % son de tipo lipolítico, y el 60 % lipolítico y proteolítico a la vez.

La incidencia depende del número y tipo de microorganismos psicrótrofos presentes, condiciones de producción y temperatura. La leche producida en adecuadas condiciones de higiene, usualmente contiene hasta 10 % de su flora microbiana compuesto por bacterias psicrótrofas; en cambio en condiciones inadecuadas de higiene puede contener hasta 75 % bacterias psicrótrofas.

La actividad bioquímica de los psicrótrofos es intensa y los defectos causados en la leche son el resultado de la producción de proteasas, lipasas, fosfolipasas y otras enzimas que afectan principalmente a proteínas y lípidos, ya que su actividad sobre los glúcidos es débil y generalmente nula (Veysseyre, 1988). Un alto recuento de estos microorganismos en la leche cruda puede ser considerado como indicador de una vida útil limitada de la leche pasteurizada.

Esporulados

Estas bacterias son las únicas que forman una endoespora, que tiene la importante capacidad de resistir las temperaturas elevadas; mientras las otras bacterias se destruyen generalmente por debajo de los 80°C, las esporuladas solo mueren por encima de los 100 °C. Tienen por ello una enorme importancia tecnológica en lo que se refiere a las conservas de productos alimenticios no adicionadas de agentes conservadores.

A pesar de su termo-resistencia son mesófilos, es decir, que se desarrollan a unos 30°C y se inhiben a temperaturas superiores a los 45° C. Sin embargo existen especies termófilas que se desarrollan por encima de los 60°C.

Las bacterias esporuladas no suelen presentarse en leche cruda y productos lácteos que no se han calentado. Por el contrario, son responsables de la alteración de las leches hervidas o insuficientemente esterilizadas, de los quesos fundidos, de los quesos de pasta cocida, de leches concentradas, etc. El calentamiento tiene como resultado la selección de estos gérmenes cuando se hallan inicialmente presentes en cantidades considerables, las bacterias lácticas las inhiben rápidamente.

***Staphylococcus aureus* coagulasa positivo**

Staphylococcus aureus, comúnmente estafilococo dorado, es una bacteria anaerobia facultativa, gram positiva, productora de coagulasa, catalasa positiva, inmóvil y no esporulada, que se encuentra ampliamente distribuida por todo el mundo, estimándose que una de cada tres personas se hallan colonizadas, aunque no infectadas por ella.

Puede producir una amplia gama de enfermedades, que van desde infecciones cutáneas y de las mucosas relativamente benignas, tales como foliculitis, forunculosis o conjuntivitis, hasta enfermedades de riesgo vital, abscesos profundos, osteomielitis, meningitis, sepsias, endocarditis o neumonía. Además, puede afectar al aparato gastrointestinal por la ingestión de alimentos contaminados con la enterotoxina estafilocócica secretada por la bacteria.

El hombre es el principal reservorio de *Staphylococcus aureus*, se encuentra en la piel y en las vías respiratorias. La contaminación de los alimentos puede ocurrir desde los operadores y por contaminación cruzada por el uso de utensilios contaminados o materias primas contaminadas.

En el caso de contaminación directa desde el operador puede ocurrir por contacto directo con lesiones en la piel o por micro gotas salivales generadas en estornudos o tos de los operadores.

Los animales también son una fuente importante de infección; se destaca la mastitis en los bovinos y ovinos que puede determinar la contaminación de la leche. La presencia de este microorganismo en cuero, plumas y piel de animales es habitual, por lo tanto la contaminación a veces es inevitable. Muy diversos alimentos han sido la causa de la intoxicación alimentaria estafilocócica. En lugar destacado en términos de frecuencia han de citarse la carne de mamíferos y aves cocinadas, leche y sus derivados como queso, crema, yogur y helados, sándwiches y otros tipos de alimentos que llevan manipulación por parte del operador.

Staphylococcus aureus produce una gama especialmente amplia de sustancias (agresinas y exotoxinas) asociadas con el grado de infección y con la enfermedad. Varían desde componentes de la pared celular, por ejemplo ácidos teicoicos, hasta una amplia gama de exoenzimas que incluyen estafiloquinasas, hialuronidasas, fosfatasas, coagulasas, catalasas, proteasas, nucleasas y lipasas, leucocidinas y hemolisinas y, por último, pero de ningún modo menos importantes, las enterotoxinas que causan la intoxicación alimentaria. Los estafilococos pueden multiplicarse exponencialmente a temperaturas entre 6.7°C y 45.5°C. La enterotoxina es producida por las células durante o inmediatamente después de la multiplicación. Se precisa la presencia actual o en un momento anterior de la vida del alimento de un número elevado (generalmente más de 10^6 UFC/g) para producir la cantidad suficiente de toxina que origine síntomas en el consumidor del alimento. La cantidad de enterotoxina A necesaria para determinar síntomas de intoxicación en el hombre es sólo de 0,1–1 µg/Kg.

Las enterotoxinas de *S.aureus* poseen una elevada estabilidad, ya que resisten la irradiación y la actividad de enzimas proteolíticas como la pepsina y la tripsina. Las enterotoxinas son termoestables, presentan elevada resistencia a los tratamientos térmicos habituales, como por ejemplo la pasteurización a 72°C durante 30 segundos y a 100°C durante 30 minutos. Se inactivan a temperatura de esterilización a 115°C.

Los alimentos procesados o tratados en los que se ha destruido una elevada población de estafilococos por calentamiento pueden, no obstante, producir intoxicación alimentaria debido a la termoresistencia de las enterotoxinas. De este modo puede encontrarse en alimentos tratados térmicamente toxina en presencia de un pequeño número e incluso en ausencia de estafilococos viables (Anmat, 2013).

Salmonella spp.

El género *Salmonella* pertenece a la familia *Enterobacteriaceae*. Son bacilos gram negativos, de 0,7-1,5x2-5 µm, anaerobios facultativos, no formadores de esporas, generalmente móviles por flagelos peritricos (excepto *S. gallinarum*). Fermentan glucosa, maltosa y manitol, pero no fermentan lactosa ni sacarosa. Son generalmente catalasa positiva, oxidasa negativa y reducen nitratos a nitritos. Son viables en diferentes condiciones ambientales, sobreviven a la refrigeración y congelación y mueren por calentamiento (mayor a los 70 °C).

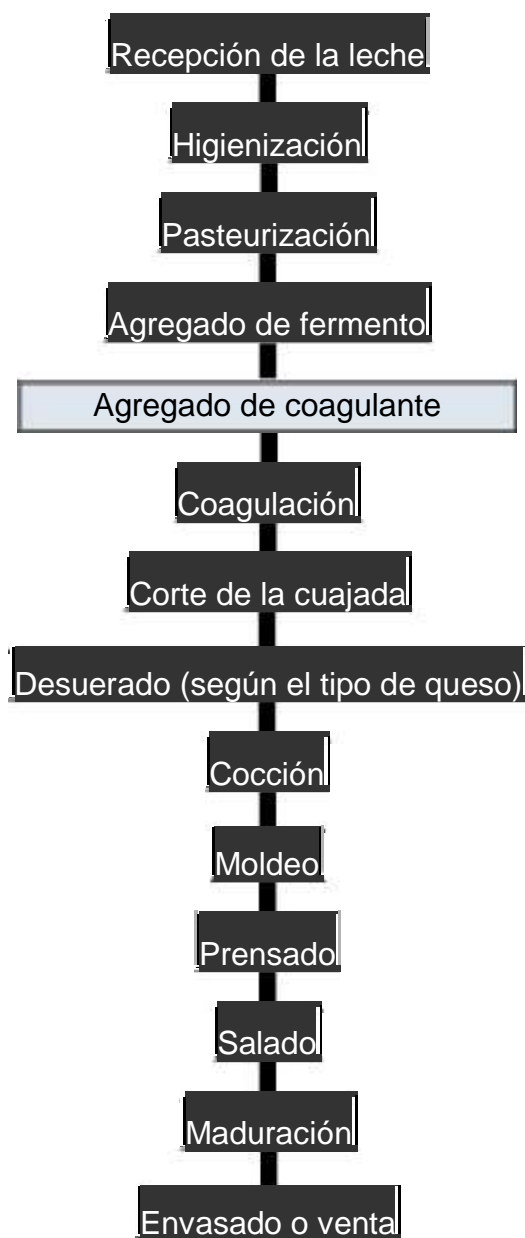
La salmonelosis es considerada una zoonosis de distribución mundial y de origen alimentario. La vía de transmisión es fecal-oral a través de alimentos y agua contaminada con heces humanas o animales, materiales y utensilios de cocina contaminados o por contacto directo de persona a persona. Desde el punto de vista epidemiológico, puede manifestarse como casos esporádicos o brotes con un número variable de afectados. La susceptibilidad es universal. La salmonelosis se puede presentar como una enfermedad no sistémica o gastroenteritis que se caracteriza por un período de incubación de 12 a 72 horas. Puede manifestarse en forma aguda con fiebre ligera (resuelve en 2 - 3 días), náuseas, vómitos, dolor abdominal y diarrea durante unos días o una semana. La gravedad de los síntomas puede variar desde ligero malestar a

deshidratación grave y en algunos casos pueden quedar secuelas crónicas (síntomas de artritis que pueden aparecer 3 a 4 semanas después de los síntomas agudos). Otra manifestación clínica de la enfermedad es la sistémica, también conocida como fiebre entérica o fiebres tifoidea y paratifoidea, con una incubación de entre 3 y 56 días y síntomas de fiebre, dolor de cabeza, sensibilidad abdominal, constipación, manchas en la superficie del cuerpo de color rojo, infección del flujo biliar, hemorragias provocadas por úlceras y perforación del intestino causando peritonitis.

Los principales reservorios de *Salmonella spp.* son las aves de corral, el ganado bovino y el porcino. Por lo tanto, son fuentes de infección las carnes de estos animales y los huevos. El hombre también es reservorio de esta bacteria lo que revela la importancia de considerar a los manipuladores de alimentos portadores como fuente de infección (Anmat, 2011).

Fases de elaboración de queso de cabra

En la elaboración de queso tiene lugar una serie de actividades con una determinada distribución en el tiempo, algunas de estas operaciones son precisas para poder llevar a cabo otras posteriores, dando lugar a una secuencia de acontecimientos que en forma general sería la siguiente:



Fuente: quesosargentinos.gov.ar

Recepción de materia prima

La leche de cabra llega a la fábrica por medio de tarros de leche.

Higienización

Aun en leches de buena calidad se observa la aparición de pequeñas impurezas (partículas de tierra, paja, pelos, restos de alimentos, etc.) que contaminan la leche en la propia sala de ordeño o en el transporte, por lo tanto la higienización, es el primer paso una vez que ingresa la leche a la fábrica.

La filtración es el sistema de depuración física más grosero y más económico, consiste en hacer pasar la leche a través de una malla de acero inoxidable que retiene todas las partículas de diámetro superior a 0.1/0.5 mm.

Pasteurización

La pasteurización se realiza por las siguientes razones:

Destruye todos los gérmenes patógenos y la mayoría de los saprofitos.

Facilita el desarrollo de cepas inoculadas, lo cual permite obtener quesos de calidad uniforme.

Se utiliza una pasteurización baja (LTLT: Low temperatura, long time). Este tipo de pasteurización se realiza normalmente para pequeños volúmenes de leche. Es un proceso discontinuo, en el que la leche se calienta en tina hasta 63-65 °C y se mantiene a esta temperatura durante 30 minutos. Luego se enfría hasta temperatura de pre maduración.

Agregado de fermento

Agregado de 0.1/0.2 gramos de cloruro de calcio por litro de leche.

Inoculación con fermento láctico liofilizado. Se lo deja activar por 15 minutos a una temperatura de 37 °C.

Agregado de coagulante

Agregado de 4-6 mL de cuajo cada 10 litros de leche a 32/35 °C.

Se realiza a temperaturas de 32°C a 35 °C durante 15 minutos. Sin movimiento para un buen cuajado.

La solidificación de las micelas o cuajado, da lugar a características típicas como son la impermeabilidad y la firmeza, el desuero en ella se produce débilmente y solo se logra acelerar recurriendo a las acciones mecánicas, como son el corte, agitación y calentamiento.

Desuerado

Diferentes acciones permiten un buen desuerado, como son el corte de la cuajada, cocción y agitación de la masa, el prensado y el salado.

Corte de la cuajada

Se corta la cuajada en fragmentos de forma cubica o en granos de 1mm a 2 mm. Esto permite incrementar la superficie de desuero. Esta operación puede ser ayudada por agitación, mejorando la acción. El tiempo de la etapa varía de acuerdo al queso que se quiera obtener, cuanto más chico sea el corte y se le aplique más agitación, se extraerá más cantidad de suero por lo que la masa obtenida será más seca.

Cocción

El calentamiento o cocción de la masa puede ser de unos pocos grados (35°C) a más de 50°C, según el queso que se quiera obtener. Cuanto mayor sea la diferencia de temperatura mayor será la extracción de suero de los granos.

Moldeo y Prensado

Permite dar forma al queso, facilita el desuerado y logra la consistencia necesaria para un buen salado y madurado.

Salado

El salado generalmente se realiza por medio de inmersión en salmuera, aunque existen muchas formas, según el tipo de queso buscado. El tiempo depende generalmente del tamaño del queso, llevan más tiempo aquellos

quesos de mayor tamaño debido al tiempo que necesita la sal para ingresar al queso y distribuirse en forma uniforme por toda la masa.

Maduración o afinado

Se realiza en recintos climatizados dependiendo del queso a obtener, la mayoría de los quesos necesitan una temperatura de 10-14 °C con una humedad de 85-90 %. El volteo se realiza 2 veces por día los primeros días y luego una vez por día hasta el final de la maduración o venta.

Queso de cabra

El queso de cabra constituye el más importante derivado de la leche de cabra, en diferentes regiones de nuestro territorio, se elabora en forma artesanal, con características y presentación que varían de acuerdo con el proceso de elaboración y costumbres propias de cada lugar.

La producción de quesos se lleva a cabo principalmente en forma estacionada (primavera-verano-otoño) debido a que la producción de leche se lleva a cabo en esa temporada.

Generalmente se presentan en hormas de aproximadamente 300 a 500 gramos, con corteza incolora o pintada. En algunos casos cubierta con envase plástico.

La pasta es blanca uniforme característica. No posee ojos. Con una maduración mínima de 45 días.

Características organolépticas

Flavor: Sabor intenso. Aroma agradable.

Textura de la masa: semidura y firme al corte. Corteza (cuando la posee) entera, lisa o ligeramente rugosa, de firme consistencia.

Esta clasificación es provisoria, dado que hasta la fecha el Código Alimentario Argentino no tiene una para los quesos de cabra.

Rendimiento quesero

La transformación de la leche en producto final es la expresión matemática de la cantidad de producto obtenido a partir de una determinada cantidad de leche. Dando una idea de la productividad de la fábrica.

$$\text{Rendimiento quesero bruto} = \frac{\text{Peso del queso}}{\text{Peso de leche}} \times 100$$

Distribución de los componentes de la leche

La cuajada desuerada retiene aproximadamente la mitad (en peso) del conjunto de componentes de la leche que conforman el extracto seco total. Para cada uno de ellos, las proporciones son aproximadamente las siguientes:

Materia grasa 92% (MG).

Materia nitrogenadas totales: 76%.

Caseína: 94%.

Lactosa: 5%.

Cenizas totales: 20%.

Extracto seco total: 50% (EST).

Extracto seco magro: 33% (ESM).

Se trata aquí de valores cuyas proporciones dependen del modo de fabricación. La caseína y la materia grasa son retenidas por la cuajada casi completamente. Los otros componentes son retenidos en cantidad proporcional al contenido en agua de la cuajada, es decir, del lactosuero que no es expulsado en el curso del desuerado.

Rendimiento en función del extracto seco

El 50% del extracto seco total de la leche queda retenido en la cuajada desuerada. Si el extracto seco de la leche es: "e" g/l, y el extracto seco del queso es "E" por 100 g, el valor del rendimiento quesero será:

$$\text{Gramos de queso por litro de queso} = \frac{50 \times e}{E}$$

Por otra parte, con la misma aproximación, el 33% del extracto seco magro de la leche se encuentra en el queso (Alais, 1988).

Rendimiento en función del contenido de materia grasa y proteínas de la leche

El rendimiento en el queso varía según el contenido de proteínas y materia grasa en la leche; pero la influencia de las proteínas es preponderante. Cada gramo de proteína aporta un peso de queso muy superior al que aporta un gramo de materia grasa, debido al agua ligada, la caseína retiene cerca de la mitad del agua ligada de la leche, mientras que la grasa retiene cerca del 15% (Alais, 1988).

Con respecto a las repercusiones de las variaciones en la composición de la leche, pueden hacerse las siguientes observaciones:

Cuando la relación proteína /materia grasa permanece constante, es decir, varía de la misma forma, el rendimiento es proporcional a la riqueza de la leche, pero la composición del queso no varía.

Cuando solo varía el contenido de proteínas, el rendimiento es proporcional a este contenido, pero la composición del queso no es constante, el contenido en extracto seco y la relación contenido graso/ extracto seco varían en sentido inverso al rendimiento. Un enriquecimiento importante de la leche en proteínas, sin un enriquecimiento paralelo en materia grasa, tendrá como resultado un queso muy acuoso y menos graso.

Cuando solo varía el contenido de materia grasa, el rendimiento varía en el mismo sentido, pero mucho menos que en el caso anterior. La composición del queso varía igualmente, y en el mismo sentido que el rendimiento (Alais, 1988).

Recuperación de los componentes lácteos

La recuperación de materia expresada en porcentaje, representa la recuperación de un elemento en el queso en relación a su aporte en la leche de partida. Hay diferentes formas de expresarlo según Fernández *et al.* :

$$\% \text{ recuperación materia grasa: } \frac{\text{Peso del queso} \times \text{MG queso} \times 100}{\text{Peso de la leche} \times \text{MG leche}}$$

$$\% \text{ recuperación proteína: } \frac{\text{Peso del queso} \times \text{proteína Queso} \times 100}{\text{Peso de la leche} \times \text{proteína leche}}$$

$$\% \text{ recuperación ESM: } \frac{\text{Peso del queso} \times \text{ESM del queso} \times 100}{\text{Peso de leche} \times \text{ESM leche}}$$

Marco legal

Recientemente se ha aprobado la incorporación al Código Alimentario Argentino (C.A.A.) de requisitos físico-químicos y microbiológicos para leche de cabra dentro del Capítulo VIII, Artículo 556 quinto - (Resolución Conjunta SPReI N°252/2014 y SAGyP N° 218/2014).

LECHE

Artículo 554 - (Res 22, 30.01.95) "Con la denominación de Leche sin calificativo alguno, se entiende el producto obtenido por el ordeño total e ininterrumpido, en condiciones de higiene, de la vaca lechera en buen estado de salud y alimentación, proveniente de tambos inscriptos y habilitados por la Autoridad Sanitaria Bromatológica Jurisdiccional y sin aditivos de ninguna especie. La leche proveniente de otros animales, deberá denominarse con el nombre de la especie productora".

Artículo 555 - (Resolución Conjunta SPReI N°252/2014 y SAGyP N° 218/2014)

La leche de cabra destinada a ser consumida como tal o la destinada a la elaboración de leches y productos lácteos, deberá presentar las siguientes características físicas y químicas:

Requisito	Valores aceptados	Método de análisis
Densidad a 15°C	1,027-1,039	AOAC 18th Ed. 925.22
Materia grasa (*) (g/100cm ³)	Mín. 3,0	ISO 1211/IDF 001:2010
Extracto Seco No Graso (*) (g/100g)	Mín. 9,0	ISO 6731/IDF 021:2010
Acidez (g ácido láctico/100cm ³)	0,14 – 0,22	AOAC 18th Ed. 947.05
Descenso crioscópico	Máx. -0,540 °C (Equivalente a -0,559°H)	ISO 5764 – IDF 108:2009
Proteínas Totales (N x 6,38) (*) (g/100g)	Mín. 2,8	ISO 8968 – 2 – IDF 020- 2:2001

Método de toma de muestra: ISO 707 – IDF 50:2008. (*) La Autoridad Sanitaria Nacional podrá considerar otros valores como válidos cuando se demuestre fehacientemente que se corresponde a valores de distintas cuencas y razas lecheras del país.

Artículo 556 tris - (Resolución Conjunta SPReI N°252/2014 y SAGyP N° 218/2014)

1.b) Leche de cabra

El recuento de bacterias totales a 30 °C deberá cumplir con las siguientes condiciones: El valor correspondiente a la media geométrica de los resultados de las muestras analizadas durante un período de dos meses, con al menos dos muestras al mes, de la leche cruda en el momento de la recepción en el establecimiento de tratamiento térmico y/o transformación, no deberá superar el límite máximo consignado en la siguiente tabla:

Parámetro	Límite máximo	Metodología	Entrada en vigencia
Recuento Total a 30°C (UFC/cm ³)	1.000.000	ISO 4833:2003	1 (un) año a partir de la fecha de publicación en el B.O.
	500.000		3 (tres) años a partir de la fecha de publicación en el B.O.

El contenido de células somáticas no debe superar el límite máximo consignado en la siguiente tabla:

Parámetro	Límite máximo	Metodología	Entrada en vigencia
Contenido de Células Somáticas (por cm ³)	2.000.000	Citometría de flujo con contador electrónico de células somáticas sobre la base del ADN	1 (un) año a partir de la fecha de publicación en el B.O.
	1.500.000		3 (tres) años a partir de la fecha de publicación en el B.O.

2) En todos los casos, las muestras correspondientes deberán ser tomadas de cisterna de camión proveniente de tambo, en condiciones de asepsia y en plataforma de recibo del establecimiento de tratamiento térmico y/o transformación.

El C.A.A no posee requisitos para los quesos de cabra.

En el Reglamento Técnico Mercosur - Resolución GMC N° 69/93, los requisitos microbiológicos para quesos de cabra de pasta semidura son los siguientes:

Microorganismos	Criterio de aceptación	Categoría ICMSF	Método de ensayo
Coliformes/g (30 °C)	n=5 c=2 m=1000 M=5000	5	FIL 73A:1985
Coliformes/g (45 °C)	n=5 c=2 m=100 M=500	5	ALPHA 1992, c.24(1)
<i>Estafilococos coagulasa</i> Pos./g	n=5 c=2 m=100 M=1000	5	FIL 145:1990
<i>Salmonella spp/ 25 g</i>	n =5 c=0 m=100	10	FIL 93A: 1985
<i>Listeria monocytogenes/ 25 g</i>	n=5 c=0 m=1000	10	FIL 143: 1990

n: número de unidades que componen la muestra.

c: número de unidades de la muestra que pueden dar valores entre m y M.

m: valor umbral del número de bacterias; el resultado se considera satisfactorio si todas las unidades de que se compone la muestra tienen un número de bacteria igual o menor que m.

M: valor límite del número de bacterias; el resultado se considerará no satisfactorio si una o varias unidades de las que componen la muestra tienen un número de bacterias igual o mayor que M.

Materiales y métodos

Las muestras de leche fueron obtenidas de un establecimiento productor de cabras de raza *Saanen*, libre de tuberculosis y brucelosis, en la región sureste de la Provincia de Buenos Aires, durante la temporada de producción 2012-2013.

El sistema de producción se basa en pastoreo natural con aporte de concentrado al momento del ordeño.

Se tomaron muestras de leche (según norma FIL 50 C: 1999) y de queso mensualmente y por duplicado, durante 6 meses. Se procesaron en total 12 muestras de leche y 12 de queso.

Se registraron los litros de leche y kilogramos de queso producidos diariamente, durante los meses de octubre del año 2012 a marzo del año 2013. Se calculó promedio mensual de litros de leche y kilogramos de queso, litros necesarios para producir un kilogramo de queso y rendimiento porcentual. El queso fue pesado a los dos días de elaborado.

El rendimiento porcentual se obtuvo mediante la siguiente formula:

$$\text{Rendimiento porcentual} = \frac{\text{kg de queso} \times 100}{\text{Litros de leche}}$$

Análisis físico-químicos para leche

Proteína, materia grasa, extracto seco total y lactosa. Espectrofotometría infrarroja. (IDF141C:2000).

pH: pH-metro. Método potenciométrico.

Acidez: Protocolo AOAC 16a Ed. 947.05. Titulación acido-base en 10 ml de muestra, utilizando como indicador fenolftaleína al 2%. Se tituló con solución Dornic 0,111N.

Células somáticas (RCS): fluorimetria laser (ISO13366-2:2006/IDF148-2:2006).

Análisis microbiológicos leche

La calidad microbiológica se evaluó mediante el estudio de los siguientes grupos microbianos:

Recuento de Mesófilos viables. FIL 100 B: 1991. Se utilizó agar plate count (PCA), se incubó a 37°C durante 72 h.

Recuento de Coliformes (30 °C). FIL 73A: 1995. Se utilizó agar selectivo Violeta Rojo Bilis (VRB), se incubó a 37°C durante 24 h.

Recuento de psicrótrofos. IDF 101A:1991. Se utilizó como medio nutritivo PCA, se incubó durante un período de 10 días a 4°C.

Recuento de esporulados aerobios. Se utilizó como medio de cultivo agar nutritivo PCA. La muestra (5 ml) se termizó a 80±1 °C durante 10 minutos, se enfrió rápidamente y se incubó a 30°C durante 48 h.

Recuento de termodúricos (UFC/ml). IDF I00B:1991. Se utilizó como medio nutritivo PCA. La muestra (5 ml) fue sometida a una temperatura de 63±1°C durante 30 minutos y se incubó a 30°C durante 48 h.

Análisis físico-químico para queso

Determinación de materia grasa. FIL 105-1981. Por método butirométrico de Gerber.

Extracto seco total. FIL 4 A: 1982. Se realizó en estufa hasta obtención de peso constante.

Proteína total. FIL 20B: 1993. 4.4- Método Kjeldahl.

Análisis microbiológicos para queso

Recuento de Coliformes/g. (30 °C). FIL 73A: 1995. Se utilizó agar selectivo Violeta Rojo Bilis (VRB), se incubó a 37°C durante 24 h.

Recuento de Coliformes/g. (45 °C). ALPHA1992. Se utilizó agar selectivo Violeta Rojo Bilis (VRB), se incubó a 45°C durante 24 h.

Estafylococcus aureus coagulasa positivo/g. FIL 145: 1990. Se utilizó agar diferencial Baird Parker con el agregado 0.1 mL de telurito y 0.5 mL de lecitina. Se incubó a 35 °C durante 24 h. se seleccionan colonias características y se realiza la prueba de coagulasa.

Salmonella spp. /25 g. FIL 93A: 1895. Se sembró 25 gr de muestra en 225 mL de caldo lactosado (medio de enriquecimiento no selectivo). Se incubo a 35 °C durante 24 h. Luego se repico 1 mL en caldo Rapaport Vasiladis (Medio selectivo). Se incubo durante 48 h. Se tomó con un ansa y se sembró en superficie en agar *Salmonella-Shigella*. Se incubo a 35 °C durante 48 h.

Resultados y discusión

El promedio de los litros de leche y quesos producidos durante los meses de octubre de 2012 a marzo 2013 se muestran en la **tabla 3**. Se presentan, además, los litros necesarios para obtener un kilogramo de queso y el rendimiento porcentual.

Tabla 3: Producción mensual y rendimiento quesero del periodo analizado.

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Media
Leche(litros)	70,15	82,00	103,23	93,55	82,65	51,00	43,00	38,37	68,63
Queso(kg)	7,00	8,50	11,79	10,49	9,76	8,92	8,90	8,86	9,79
Rendimiento (l/kg)	10,02	9,64	8,75	8,91	8,46	5,71	4,83	4,33	6,83
Rendimiento (%)	9,97%	10,36%	11%	11%	12%	18%	21%	23%	16%

Se puede observar un aumento en la producción de leche en los primeros meses, con un pico de lactancia en el 3 mes y un declive continuo hacia el final de la temporada, consecuente con el secado fisiológico de los animales.

Los litros necesarios para obtener un kilogramo de queso por mes tuvieron una tendencia descendente como se observa en el **grafico 1**. Al comenzar el ordeño fueron necesarios 10,02 litros de leche para elaborar un kg. de queso y al finalizar el ordeño fueron necesarios 4,33 litros de leche.

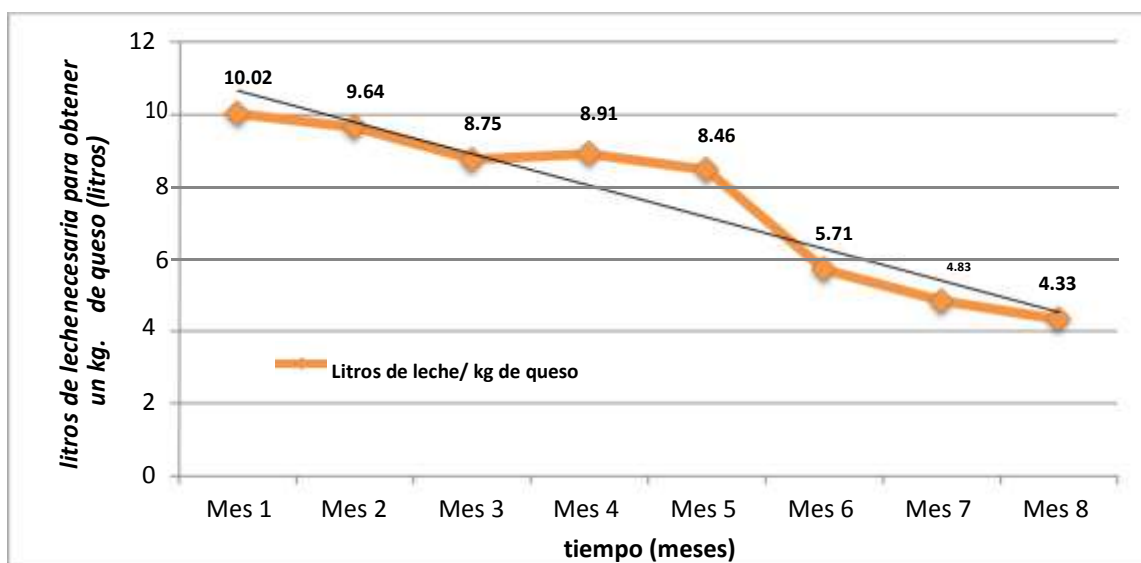


Gráfico 1: Rendimiento. Litros de leche necesarios para obtener un kg de queso por mes a lo largo del periodo analizado.

En el **grafico 2** se aprecia como aumenta el rendimiento a medida que pasan los días de producción, pasando de un 11,42% de rendimiento inicial a un 23,09% final. Marcando un aumento del 102% de rendimiento.

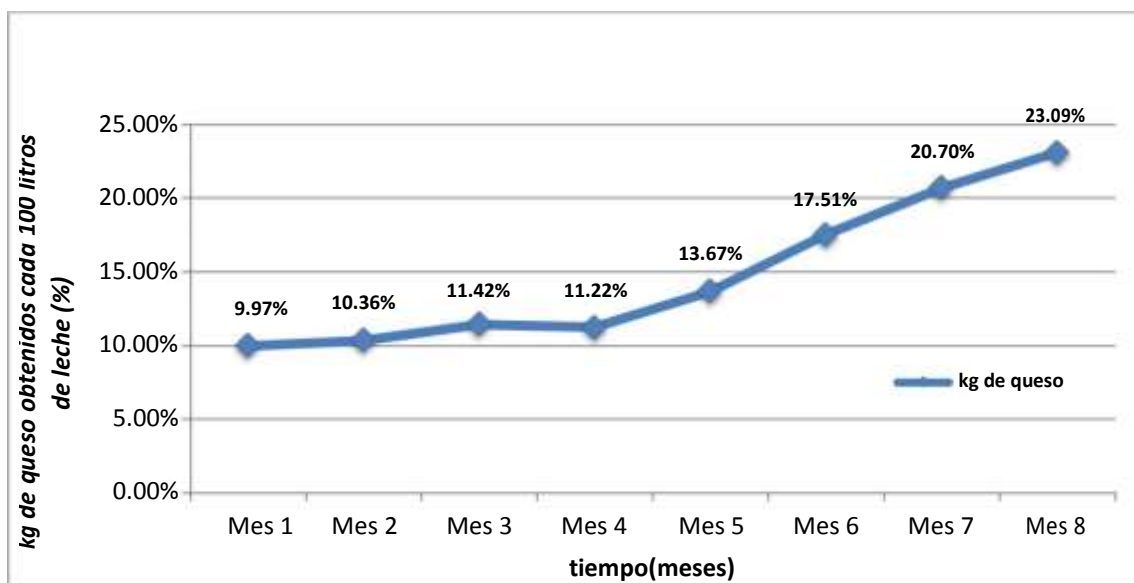


Gráfico 2: Rendimiento porcentual a lo largo del periodo analizado.

El rendimiento promedio a lo largo de la producción fue de 16 %, coincidiendo con los valores obtenidos por Oliszewski *et al* (2002) en cabras criolla serrana del noroeste argentino.

Análisis físico-químicos para leche

Los análisis físico-químicos de leche de cabra se muestran en la **tabla 4**.

Tabla 4: Análisis composicional y físico químico de leche de cabra.

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
pH	6,69	6,72	6,69	6,67	6,66	6,68
Acidez (°D)	16,0	13,0	14,0	14,0	16,0	15,0
Lactosa (%)	4,68	4,39	4,56	4,47	4,43	4,50
S. Totales (%)	11,97	12,39	12,93	12,67	14,00	16,10
M. grasa (%)	3,07	3,39	3,99	4,40	4,56	6,00
Proteína (%)	3,31	3,32	3,34	3,30	3,41	4,20

El pH de la leche de cabra analizada ($6,68 \pm 0,02$), se mantiene en valores constantes durante todo el periodo productivo. No existe reglamentación en el C.A.A para este parámetro, si lo comparamos con el exigido para la leche de vaca (6,57- 6,96) se mantiene dentro de los parámetros.

La acidez ($14,66^{\circ} \pm 1,21$ ° Dornic) de la leche de cabra analizada se mantiene en valores dentro de los exigidos por el C.A.A. el cual exige 14 – 22° Dornic.

La lactosa presente en la leche se mantiene en valores constantes ($4,51 \pm 0,10$), no evidenciando fluctuaciones importantes (**gráfico 3**).

La materia grasa fue el componente estudiado que presento la mayor variación ($4,24 \pm 1,04$), iniciando en 3.07%, con una pendiente positiva (**gráfico 3**) llegando al final de la lactancia con un 6.00%, siempre por sobre el rango estipulado por el C.A.A. (Mín. 3,0). Estudios realizados en Santiago del Estero (Frau S. 2007; Frau F. 2012) y en el noroeste argentino (Oliszewski, 2002) encontraron valores promedios mayores (5.21%, 5.68% y 4.91% respectivamente).

La proteína ($3,48 \pm 0,35$) se mantiene por encima del parámetro establecido por el C.A.A. (Mín. 2,8). Presentando una curva ascendente hacia el final de la lactancia (**grafico 3**). Oliszewski (2002) obtuvo valores superiores (5,13%), mientras que Frau S. (2007) y Frau F. (2012) obtuvieron valores similares (3.41% y 3.37 % respectivamente).

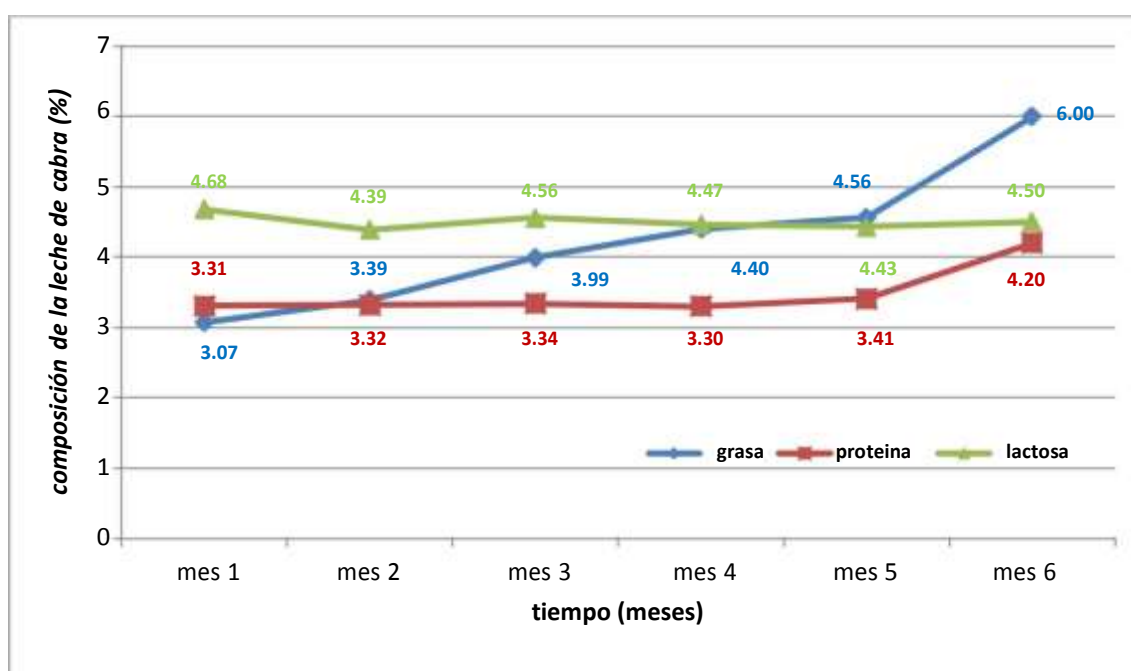


Gráfico 1: Variación de los componentes de la leche a lo largo del periodo productivo.

Las curvas de concentración de los componentes lácteos a lo largo de la lactancia coinciden con las descriptas por Alais (1988) para leche de vaca. Son

valores esperados ya que el estudio se realizó sobre cabras cuyo sistema de producción es estacional, donde la lactancia comienza en primavera y concluye en otoño. La producción de leche decrece más rápidamente que la producción de materias nitrogenadas y grasas, por lo tanto, la leche se enriquece al final de la lactancia.

El recuento de células somáticas no supera el parámetro exigido por el C.A.A. en ningún mes. Presentan un aumento en los primeros tres meses (**tabla 5**), disminuye en el cuarto mes y se mantiene constante los últimos tres meses. Presentando un promedio de 786.500 ± 275.085 .

Tabla 5: recuento de células somáticas en leche de cabra.

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
RCS (CS/ml)	329.000	826.000	1.147.000	701.000	958.000	758.000

En leche de cabra los conteos de células somáticas varían no solo debido a infecciones de las glándulas mamarias, sino también debido a factores fisiológicos que hacen a la lactancia, a otros factores de las cabras y manejo del tambo (Suarez, 2013). Los valores obtenidos son inferiores y no evidencian un aumento marcado a lo largo de la lactancia como los que presenta Suarez *et al.*

Análisis microbiológicos de leche

Tabla 6: Determinaciones microbiológicas de leche de cabra.

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Mesófilos Viables (UFC /mL)	7.000	87.000	48.000	19.000	185.000	13.200
Coliformes a 30 °C (UFC /mL)	3.300	9.000	14.000	5.200	40.000	6.000
Psicrótrofos (UFC /mL)	2.250	1.000	3.800	150	82	80
Termoauricos (UFC /mL)	22	22	16	22	47	22
Esporulados (UFC /mL)	0	26	13	10	10	13

Los recuentos de microorganismos mesófilos viables estuvieron por debajo del máximo permitido por el Código Alimentario Argentino (1×10^6 UFC/ mL). Aimar *et al* (2013), en la provincia de Córdoba, y Frau F. *et al* (2012) en la provincia de Santiago del Estero obtuvieron valores superiores.

En relación a los coliformes a 30 °C, si bien el Código Alimentario no establece parámetros para leche de cabra, resultados obtenidos por Araya *et al* (2008), Frau F. *et al* (2012) y Aimar *et al* (2013) muestran valores similares.

Con respecto a microorganismos psicrótrofos, los valores superan en varios meses 10^3 UFC/mL, lo que supondría consecuencias indeseables para el producto final. Sin embargo, el proceso de elaboración es llevado a cabo inmediatamente finalizado el ordeño; como la leche no es refrigerada estas bacterias no llegan a desarrollarse y producir modificaciones indeseables en el producto. Frau, F. *et al* (2012) obtuvo valores superiores a muestras realizadas en la provincia de Santiago del Estero.

Los microorganismos termodúricos pueden llegar a provocar problemas en la leche, si ésta se conserva después de pasteurizada por un tiempo. Esto no sería un problema en este establecimiento ya que la elaboración se realiza inmediatamente después del pasteurizado.

El recuento de esporulados dio valores de importancia, en comparación con lo publicado por Colmenero (2004), que presenta como valor crítico 200 esporos por litro de leche.

Análisis físico-químico de queso

El estudio de los componentes del queso (**tabla 7**), presento como el componente de mayor variación a la materia grasa, aumentando desde 22% en el primer mes, hasta 55,2% al finalizar la temporada de producción, dato que coincide con la concentración de este componente en la leche.

La proteína del queso permanece constante a lo largo de la lactancia ($40,85 \pm 1,34\%$). El aumento de esta se ve reflejado en un aumento del rendimiento y no en un aumento de la proteína en el queso.

El C.A.A. establece una clasificación de los quesos de acuerdo a su contenido de materia grasa y de humedad. Si clasificamos al queso de cabra estudiado, lo clasificaríamos como un queso magro (entre 10,0 y 24,9% de materia grasa) al inicio y como un queso graso (entre 45,0 y 59,9% de materia grasa) al final de la temporada. Por humedad, ocurre lo mismo, ya que comienza siendo un queso de alta humedad (entre 46,0 y 54,9%) y al final del ciclo productivo se clasifica como un queso de mediana humedad (entre 36 y 45,9%). Esto no ocurre con los quesos de vaca, porque al ser una producción continua, en donde se combina el ordeño de animales en distintas etapas productivas, la concentración físico-química de la leche se mantiene en valores constantes, con una ligera variación debido a factores de manejo, y no a un estado fisiológico, como en el caso de la cabra.

Tabla 7: Análisis composicional de queso de cabra por mes a lo largo de la temporada.

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Humedad (%)	49,9	42,0	47,0	46,0	40,1	45,5
Extracto seco (%)	50,1	58,0	53,0	54,0	55,0	54,5
M. grasa (%) *	22,0	30,5	36,5	55,5	55,0	55,2
Proteína (%)**	42,6	41,5	38,5	40,6	40,9	41,0

* Expresado en porcentaje de materia tal cual.

** Expresado en porcentaje de materia seca.

En la **tabla 8** se puede observar la correlación entre los principales componentes de la leche, los litros de leche y el rendimiento. Se puede apreciar la marcada correlación negativa entre el rendimiento y los litros de leche ($r=-0,96$), como así también la concentración de los sólidos a medida que disminuyen los litros producidos. La mayor variación se marca en la materia grasa ($r= -0,89$), la cual aumenta a medida que disminuye los litros de leche.

En cuanto al rendimiento, la mayor correlación se presenta con la materia grasa ($r=0,91$), seguido por la proteína($r=0,72$).

Tabla 4: Correlación de los principales componentes de la leche y el rendimiento quesero.

	Rendimiento quesero	Leche(litros)
Sólidos Totales (%)	0,87	-0,78
Materia grasa (%)	0,91	-0,89
Proteína (%)	0,72	-0,58
Leche (litros)	-0,96	-

Análisis microbiológicos de queso

Los resultados microbiológicos realizados a los quesos de cabra al final de la maduración (45 días) permiten inferir que son aptos para consumo, utilizando como referencia el Reglamento Técnico Mercosur - Resolución GMC N° 69/93, coincidiendo con los valores obtenidos por Araya (2008).

Conclusión

Luego de analizar la calidad higiénico-sanitaria de leche y queso durante el período de lactancia 2012-2013, se concluye que ambos cumplen con los requisitos reglamentarios según el C.A.A.

De los resultados microbiológicos obtenidos en leche cruda se infiere que podrían mejorarse las condiciones higiénicas en el tambo a fin de disminuir la contaminación microbiana de la leche. Es importante destacar el papel preponderante de llevar a cabo un adecuado proceso de pasteurización, para controlar y disminuir la carga bacteriana de la leche antes de ser procesada.

El rendimiento quesero se vio afectado por el aumento de la concentración de los principales componentes de la leche a lo largo de la lactancia, mostrando gran variación. La materia grasa fue el componente lácteo que mayor incidencia tubo sobre el rendimiento quesero.

El creciente interés por las leches no tradicionales, como la de leche de cabra, pone en evidencia la carencia de información sobre su calidad y características composicionales, atendiendo a las particularidades que presenta el sector, caracterizado por una producción de tipo estacional, en donde las diferencias composicionales de la leche y el queso durante toda la temporada productiva deben ser tomadas en cuenta para caracterizar los productos del sector.

Como conclusión final, resulta necesario ampliar la cantidad de muestras analizadas e incluir otras regiones del país, con el fin de adquirir una mayor representatividad; permitiendo obtener mayor información para poder generar una legislación que refleje la realidad productiva del sector lácteo caprino, caracterizado por presentar planteles caprinos lecheros con una alta heterogeneidad y diversidad de tipos genéticos, como así también variables productivas considerables en cuanto a ciclo de producción, alimentación, manejo, cuidados, etc.

Bibliografía

Alais, C. (1988). Ciencia de la leche, Principios de técnica lechera. Editorial Reverté. Séptima edición.

Amiot, J. (1991) Ciencia y tecnología de la leche. Editorial Acribia. España.

Belitz y Grosch (1985).Química de los alimentos, Editorial Acribia. España.

Caballero Torres, Á. E. (2008) temas de higiene de los alimentos. Editorial Ciencias Médicas. La Habana, Cuba.

De la Rosa Carbajal, S. (2011). Manual de producción caprina. Primera Edición. Formosa, Argentina.

Fernández, M. P. (2004) Análisis de rendimientos. Fundamentos de quesería. Jornadas formativas. Módulo 5. Universidad de Santiago. España.

López Colmenero, E. (2004). Microbiología de la leche. Jornadas Formativas. Módulo 2. Universidad de Santiago. España.

Luquet F. M. (1991).Leche y productos lácteos, vaca, oveja, cabra. Volumen 1.La leche de la mama a la lechería. Editorial Acribia, España.

Méndez Dónega, J. (2004). La calidad de leche en quesería, estandarización y premaduración. Fundamentos de quesería. Jornadas formativas. Módulo 5. Universidad de Santiago. España.

Rodríguez, D. S. (2004). Coagulación. Fundamentos de quesería. Jornadas formativas. Módulo 5. Universidad de Santiago. España.

Scholz, Wolfgang. (1997). Elaboración de queso de cabra y oveja. Editorial Acribia, España.

Veysseyre, R. (1988). Lactología técnica. Composición, recogida, tratamiento y transformación de la leche. Editorial Acribia, España.

Artículos en formato electrónico:

Aimar, B.N.; Nieto, I.G.; Bonafede, M.; Picotti, J.H.; Molina Ortiz, S.E.; Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la leche de cabra perteneciente a la cuenca de san Pedro Gutenberg, provincia de Córdoba (2013). INTI Lácteos, Rafaela, INTI Córdoba U.E. Cruz del Eje. Disponible en: <http://www.inti.gov.ar/tecnointi2013/CD/info/pdf/408.pdf> (18/12/2012).

Alsina, D.A.; Altahus, R.L.; Santini, Z.G.; Freyre, M.; Meinardi, C.A.; Díaz, J.R.; Variación de la composición química de la leche de cabra criolla a lo largo de la lactación (2002). Disponible en http://www.seoc.eu/docs/jornadas/27_jornadas_seoc.pdf. (21/03/2013).

Anmat. Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica. Microorganismos patógenos, Volumen I. Análisis microbiológicos de los alimentos. Metodología analítica oficial (2011). Disponible en: http://www.anmat.gov.ar/renaloea/docs/analisis_microbiologico_de_los_alimentos_vol_i.pdf (16/02/2014).

Anmat. Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica. Microorganismos patógenos, Volumen II. Análisis microbiológicos de los alimentos. Metodología analítica oficial (2013). Disponible en: http://www.anmat.gov.ar/renaloea/docs/Analisis_microbiologico_de_los_alimentos_vol_II.pdf. (16/02/2014).

Anmat. Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica. Microorganismos indicadores. Volumen III. Análisis microbiológico de los alimentos. Metodología analítica oficial (2014). Disponible en: http://www.anmat.gov.ar/renaloea/docs/Analisis_microbiologico_de_los_alimentos_Vol_III.pdf. (16/02/2014).

Araya, V.; Gallo, L.; Quesada, C.; Chaves, C.; Arias, M. L.; evaluación bacteriológica de la leche y queso de cabra en el Área Metropolitana de San José, Costa Rica (2008). Centro de Investigaciones en Enfermedades Tropicales (CIET) y Facultad de Microbiología, Universidad de Costa Rica. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol. 58 N° 2. Disponible en:

http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222008000200010 (14/10/15).

Bedoya Mejía, O.; Rosero Noguera, R.; Posada, S. L.; Composición de la leche de cabra y factores nutricionales que afectan el contenido de sus componentes. Disponible en [http://www.academia.edu/8060655/Composicion de la leche de cabra y factores nutricionales que afectan el contenido de sus componentes](http://www.academia.edu/8060655/Composicion_de_la_leche_de_cabra_y_factores_nutricionales_que_afectan_el_contenido_de_sus_componentes). (18/12/2012).

Boza, J.; Sanz Sampelayo, M. R.; Aspectos nutricionales de la leche de cabra (2007). Estación Experimental del Zaidín. Granada. Disponible en: <http://www.insacan.org/racvao/anales/1997/articulos/10-1997-07.pdf> (18/12/2012).

Capra. La composición de la leche de cabra y su papel en la alimentación humana (2004). Disponible en: <http://www.iespana.es/CAPRA/HOMBRE/HOMBRE.HTM> (18/12/1012).

Chacón Villalobos, A.; Aspectos nutricionales de la leche de cabra (*Capra hircus*) y sus variaciones en el proceso agroindustrial (2005). Revista Agronomía Mesoamericana (julio-diciembre) Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43716214>. (16/02/2014).

Código Alimentario Argentino. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Presidencia de la Nación. Disponible en: <http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/marco/marco2.php>. (18/12/2012).

Frau, F.; Font, G.; Paz, R.; Pece, N.; (2012). Composición físico-química y calidad microbiológica de la leche de cabra en rebaño bajo sistema extensivo en Santiago del Estero (Argentina). Disponible en http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/41863/Documento_completo.pdf?sequence=1. (21/03/2012).

Frau, S.; Pece, N.; Font, G.; Paz, R.; Calidad composicional de la leche de cabras de raza *Anglo Nubian* en Santiago del Estero (2007). Sitio argentino de Producción Animal. Quesos de cabra. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_caprina/leche_caprina/29-Lactea_Latinoamericana_48.pdf (21/03/2013).

Gutman, E.; Iturregui, G.; Eugenia, M.; Filadoro, A.; Propuestas para la formulación de políticas para el desarrollo de tramas productivas regionales. El caso de la lechería caprina en Argentina (2004). Serie estudio y perspectivas. Oficina de CEPAL en Buenos Aires. Disponible en: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4842/S044303_es.pdf?sequence=1(31/8/2013).

Haenlein, G. F. W. Milk and Meat Products. Disponible en: http://goatconnection.com/articles/publish/article_73.shtml (18/12/2012).

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Caracterización del sector caprino en la Argentina. (2011). Disponible en: http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/procal/estudios/04_Caprino/SectorCaprino_Argentina.pdf(18/12/2012).

Oliszewski, R.; Rabasa, A. E.; Fernandez, J. L.; Poli, M. A.; Nuñez de Kairuz, M. S.;(2002).Composición química y rendimiento quesero de la leche de cabra Criolla Serrana del noroeste argentino. Revista Zootecnia Tropical. Disponible en:http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692002000200003&lng=es&nrm=iso(24/03/2013).

Suarez, V.H.; Martinez, G.M.; Gianre, V.; Calvino, L.; Chavez, M.; Orozco, A.; Sanchez, V. (2013).Relaciones entre la variación del conteo de células somáticas y la inocuidad microbiológica de la leche de cabra. Revista Veterinaria Argentina. Nº 306. Disponible en: [http://www.veterinariargentina.com/revista/2013/10/relaciones-entre-la-variacion-del-conteo-de-celulas-somaticas-y-la-inocuidad-microbiologica-de-la-leche-de-cabra/\(13/09/2015\)](http://www.veterinariargentina.com/revista/2013/10/relaciones-entre-la-variacion-del-conteo-de-celulas-somaticas-y-la-inocuidad-microbiologica-de-la-leche-de-cabra/(13/09/2015)).

Quesos argentinos. Disponible en: <http://www.quesosargentinos.gov.ar/>
(18/02/2012)