



**UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**Determinación del conteo de células somáticas y calidad
de la leche en cabras del municipio de Yurécuaro,
Michoacán.**

Tesis

Que presenta

PMVZ Daniel Cabrera Figueroa

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Morelia, Michoacán. Junio del 2017.



**UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**Determinación del conteo de células somáticas y calidad
de la leche en cabras del municipio de Yurécuaro,
Michoacán.**

Tesis

Que presenta

PMVZ Daniel Cabrera Figueroa

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

ASESOR:

MC. José Luis Carlos Bedolla Cedeño

Morelia, Michoacán. Junio del 2017.



Conteo de células somáticas de la leche de cabra.



El presente trabajo titulado. Determinación del conteo de células somáticas y calidad de la leche en cabras del municipio de Yurécuaro, Michoacán, forma parte del proyecto de investigación 14-10-2014. “Estudio sobre la susceptibilidad antimicrobiana de patógenos causantes de mastitis en el ganado caprino de Tanhuato y Yurécuaro Michoacán”, financiado por la Coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.



Dedicatoria.

A Mis Padres; Daniel Cabrera Flores y Martha Alicia Figueroa Acosta y a mi hermana Yuliana Cabrera Figueroa, porque siempre me alentaron a seguir adelante y creyeron en mí a pesar de los obstáculos que el destino nos puso en este largo camino y a pesar de que parecía que caía, me sostuvieron con todas sus fuerzas.



Agradecimientos.

A Mis Padres, por haberme dado la vida y darme el ejemplo para hacer de mí una persona con buenos valores y trabajadora..

A Mi hermana, por su apoyo moral, por animarme a seguir mi sueño y porque nunca me dejaron solo.

Gracias al Médico Veterinario Norberto Ortiz Solís por brindarme su apoyo y conocimiento.

Gracias a mi asesor de tesis; José Luis Carlos Bedolla Cedeño, por los consejos que me dio, por su paciencia al asesorarme y por permitirme ser parte de su grupo de trabajo en la presente investigación.



ÍNDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
Caprinocultura en el mundo	5
Caprinocultura en México	5
Producción de leche de cabra en México.....	6
Producción de leche de cabra en Michoacán	7
Sistemas de producción en México	7
Sistema extensivo	8
Sistema semiextensivo	8
Sistema intensivo	8
Generalidades de los caprinos.....	9
Alpina francesa.....	10
Toggenburg.....	10
Anglo–Nubia	11
Saanen.....	11
Murciana Granadina	11
Estructura y anatomía de la glándula mamaria de la cabra.....	12
Metabolismos de la glándula mamaria.....	13
Leche de cabra.....	13
Composición de la leche de cabra.....	14
Carbohidratos de la leche de cabra.....	15
Grasa	15
Minerales y vitaminas	17



CÉLULAS SOMÁTICAS DE LA CABRA.....	17
Importancia de las células somáticas	18
Origen de las células somáticas	18
Función de las células somáticas.....	18
Recuento de células somáticas a nivel de hato	19
Métodos de conteo electrónico celular.....	19
Determinación del número total de células somáticas por medio del contador DeLaval.....	20
HIPÓTESIS.....	21
OBJETIVO.....	21
MATERIAL Y MÉTODOS.....	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
LITERATURA CONSULTADA.....	28



Conteo de células somáticas de la leche de cabra.





RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue determinar la calidad de la leche del ganado caprino del municipio de Yurécuaro, Michoacán a través del conteo de células somáticas con DeLaval cell counter. En el periodo de mayo 2014 a febrero 2015. Se muestrearon 51 hatos lecheros del tanque de recepción con características fenotípicas de la raza Sannen, las cuales son explotadas bajo un sistema de producción semiintensivo. Las muestras de leche fueron recolectadas con un cucharón estéril con previa homogenización directamente del tanque receptor. Se utilizaron frascos de plástico estériles previamente identificados, los cuales fueron llenados con 50 ml de leche. Las muestras fueron colocadas dentro de una hielera cerrada herméticamente a 4°C, para ser transportadas al taller de lácteos de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana para su procesamiento. Las muestras fueron procesadas, con los aparatos DeLaval Cell Counter para determinar respectivamente, el número total de células somáticas (CS) Los valores arrojados muestran que el 84.31% de las muestras cumplen con lo establecido en la legislación norteamericana, el cual deben contener menos de 1,000,000 cs/ml, mientras que el 15.69% restante, cumple de acuerdo a los parámetros establecidos en otros países, los cuales permiten de 1,000,000 a 1,500,000 cs/ml.

Palabras clave: Calidad de la leche | Células somáticas | Mastitis | Leche caprina



ABSTRACT

The objective of the present investigation was to determine the milk quality of the goats from the municipality of Yurécuaro, Michoacán through somatic cell count with DeLaval cell counter. In the period from May 2014 to February 2015. We sampled 51 dairy herds of the tank of reception with phenotypic characteristics of the race Sannen, which are operated under a system of production semiintensivo. The milk samples were collected with a scoop with sterile prior homogenization directly from the receiver tank. Used plastic bottles sterile previously identified, which were filled with 50 ml of milk. The samples were placed inside a cooler closed tightly to 4°C, to be transported to the Dairy workshop of the Faculty of Veterinary Medicine and Animal Husbandry of the Michoacán University for processing. The samples were processed, with the apparatus DeLaval Cell Counter for determining respectively, the total number of somatic cells (CS) Values thrown show that 84.31% per cent of the samples comply with what is established in the American legislation, The which must contain less than 1,000,000 cs/ml, while the remaining 15.69%, fulfilled in accordance with the parameters established in other countries, which allow 1,000,000 to 1,500,000 cs/ml.

Key words: Quality of the milk | Somatic cells | Mastitis | Caprine milk



INTRODUCCIÓN

La caprinocultura mexicana constituye una fuente de ingresos para la economía rural a nivel familiar, y a través de la producción lechera, se integran a la cadena transformadores y comercializadores, que operan bajo distintas condiciones en las regiones del país que tienen vocación para la ganadería caprina (Guerrero, 2015).

En este sentido la producción caprina en México, de acuerdo con datos oficiales ocupa el segundo lugar en cuanto a población de rumiantes y producción de leche, con un estimado de 8, 664,613 cabezas y 152, 332 toneladas de leche en el año 2013 (SAGARPA-SIAP, 2014).

Los principales estados productores de leche de cabra son Coahuila (37.2%), Durango (21%), Guanajuato (16.8%), Nuevo León (9.9%), Jalisco (3.7%) y Zacatecas (3.2%) (Silva *et al.*, 2010). El estado de Michoacán ocupa el 6° lugar nacional, siendo la producción caprina una actividad incipiente, pero con potencial de desarrollo. Dicha situación abre un nicho de oportunidad para mejorar la producción, siendo la región del Bajío donde la ganadería caprina tradicional se ha ido transformando en una actividad integrada, mejorándose los indicadores productivos y económicos (Guerrero, 2015). La leche de caprino ofrece varios beneficios, a ser un alimento nutraceútico que le permiten presentarse como un producto beneficioso para el consumo humano (Rosero *et al.*, 2011).

El Recuento Celular Somático (RCS) de la leche de tanque es la principal herramienta usada por los técnicos y los ganaderos para evaluar el estado sanitario del rebaño y para monitorizar la mejora conseguida tras la implantación de medidas de control (Gonzalo, 2014).



Algunos de los métodos directos para verificar la calidad láctea se enfocan en el conteo de leucocitos y células epiteliales (células somáticas) (Ávila, 2006), ya que son indicadores del estado general de salud de la glándula mamaria de la hembra, el cual es ampliamente utilizado a nivel comercial y de investigación. El número y la clase de las células somáticas, varían en respuesta a condiciones ambientales, fisiológicas y patológicas. Aunque en leche de calidad existe un número reducido de leucocitos y células epiteliales de glándula mamaria, conteos elevados de los mismos influyen sobre la calidad final de la leche (Daniel y Ferraro, 2010).

Dadas las condiciones actuales del mercado de productos lácteos en México y del potencial de la caprinocultura en Michoacán, es preciso realizar estudios encaminados al análisis de la calidad de la leche de cabra destinada a consumo y transformación, en función del tipo de sistema y del entorno productivo en la región.



REVISIÓN DE LITERATURA

Caprinocultura en el mundo

Se estima que la población mundial de cabras es de 720 millones de cabezas. Se encuentran en todos los países donde hay algún tipo de pastos, plantas, matorrales o arbustos que ramonear; su capacidad de supervivencia con casi cualquier tipo de alimento y su rusticidad la han convertido en la especie doméstica más difundida, aproximadamente así: 55.4% en Asia, 29.8% en África, 10.3% en América, 4.4% en Europa y apenas 0.1% en Oceanía. De las cabras de nuestro continente más de la mitad están en Sudamérica, y del resto México contribuye con un hato de entre 9 y 10 millones de cabezas (Aréchiga *et al.*, 2008).

Es sólo 1.33% del total, contra el 20.61% de China y el 17.08% de la India, pero éstos son países que poseen 14 y 10 veces más población humana, respectivamente. Se calcula que las cabras aportan 6% de la carne mundial (28 millones de toneladas), 2% de la leche (7.2 millones de toneladas) y 4% de las pieles. Asia y África con 85% del hato producen 64% de la leche de cabra, los países desarrollados, con sólo 6% del rebaño producen 25% del total (Cornagen, 2013).

Caprinocultura en México

El aprovechamiento del ganado en México tuvo su origen a partir de la colonia. Los españoles colonizadores trajeron consigo a América ovinos y caprinos cuya función principal era la de proveerlos de alimento durante el viaje, pero algunos de estos



animales lograron salvarse de ser sacrificados y desembarcados en nuestro continente (Guerrero, 2010).

Las principales razas caprinas que llegaron a lo que hoy es México fueron la Blanca Celtibérica, la Murciana y la Granadina cuya función zootécnica primordial era la producción de carne y que dieron origen a la cabra denominada criolla mexicana. En la década de los sesenta se fundó el centro de cría caprino de Tlahualilo, Durango, y con esto, se hicieron importaciones de cabras de las razas Anglo-Nubia, Alpina Francesa, Toggenburg y Saanen provenientes en su mayoría de los Estados Unidos, provocando un mejor desarrollo en la rama de la producción pecuaria (Ducoing, 2006).

En el país existen dos grandes asociaciones de criadores de razas caprinas, las que otorgan registros de pureza de sangre o de grado y promueven la cría de distintas formas. Una de ellas es la Asociación Nacional, con socios más especializados en la leche y sus derivados, y otra la Asociación Mexicana de Criadores de Ganado Caprino de Registro, fundada en 1977 y con sede en San Luis Potosí (Cornagen, 2013).

Producción de leche de cabra en México

La caprinocultura mexicana genera anualmente más de 160 millones de litros de leche. México en el 2007 ocupó el lugar diecisiete con una producción de más de 167 millones de toneladas, el cual representa el 1.3% de la producción mundial (INCA RURAL- SAGARPA, 2007; Cornagen, 2013).

Con datos obtenidos de Sagarpa-Siap (2014), los principales estados de la república Mexicana que destacaron por su producción de leche caprina fueron (miles de litros): Coahuila (48,589), Guanajuato (38,914), Durango (25,358), Jalisco (7,078), Chihuahua (6,578), Zacatecas (5,781), Michoacán (3,795), ocupando el estado de Michoacán el



séptimo lugar en la producción de leche caprina a nivel nacional, siendo Coahuila el mayor productor, seguido de Guanajuato, Durango y Jalisco.

Producción de leche de cabra en Michoacán

En Michoacán existen 18 municipios productores de leche de cabra y se tiene un inventario de 60 mil cabezas. La producción de leche de cabra es de 50 mil litros diarios en los 18 municipios (Arredondo, 2006). En Michoacán se producen cerca de 4 millones de litros de leche de caprino anuales, a un precio que varía de acuerdo con la calidad, oscilando entre los 4.50 y 6.00 pesos; al respecto cabe señalar que, la zona del Bajío produce el 99% del lácteo en el estado (Hernández, 2012).

El municipio de Tanhuato, resalta por la organización de toda la comunidad, pues muchas familias poseen sus propias manadas de chivos y otras más se dedican a producir alimento para los mismos animales. No obstante, demostró tener la mejor producción de leche de cabra y la elaboración de cajeta. El municipio de Tanhuato se ubica en el catorceavo lugar en producción de leche a nivel estatal, siendo Ecuandureo el primer productor de leche, seguido de Angamacutiro, Ixtlan, Tumbiscatio, Morelos (Torres, 2015; SAGARPA-SIAP, 2014).

Sistemas de producción en México

La producción de leche caprina en México, se caracteriza por ser un sistema de producción extensivo y en pocos casos existe la producción estabulada (SAGARPA-SENASICA, 2004).

Los sistemas de producción de leche de cabra a nivel mundial se clasifican en tres categorías: extensivo, semiextensivo e intensivo; con múltiples subdivisiones en cada



uno de ellos acorde a los distintos continentes, zonas agroclimáticas, culturas y problemática socioeconómica de cada pueblo (Ducoing, 2005).

Sistema extensivo

El sistema extensivo se caracteriza por bajos niveles de producción del rebaño, donde la cabra debe proporcionarse su alimento recorriendo extensas áreas para alimentarse de arbustos y pastos de mala calidad. La cabra se ordeña una vez al día con producciones de leche de 80-100 litros. Los cabritos son criados por la madre, el destete es natural (Cofré, 2008).

Sistema semiextensivo

En el sistema semiextensivo la cabra es alimentada con pastos de mejor calidad, muchas veces con praderas artificiales. Durante la lactancia las hembras pueden ser suplementadas con subproductos de molinería y heno. El resto del año pastan en praderas próximas a la explotación, complementando su alimentación con forrajes y concentrados en los momentos en que sus necesidades alimenticias son mayores: parto, parto y lactación. Las cabras se ordeñan 1-2 veces al día con producciones de leche 120-180 litros por lactancia. Los cabritos son criados por la madre hasta los 8-12 kg de peso vivo, peso al que son destetados (Cofré, 2008; CONFELAC, 2015).

Sistema intensivo

En el sistema intensivo la cabra es alimentada pastoreando praderas de buena calidad, forrajes conservados y concentrados, caso que correspondería a un sistema intensivo de producción en régimen de semiestabulación. También existe la modalidad de estabulación completa, donde la cabra es mantenida y alimentada



permanentemente en establos. Las razas más usadas son Saanen, Alpina y Toggenburg (Cofré, 2008a).

Las zonas más importantes con estos sistemas son: Región de La Laguna, formada por parte de los estados de Coahuila y Durango, como la más destacada. El Bajío, que comprende los estados de Guanajuato, Querétaro y altiplano de Jalisco, Michoacán y Guanajuato. Las cabras se ordeñan dos veces al día con producciones de leche de 200-400 ó más litros por lactancia. Los cabritos son alimentados en forma artificial (Gómez *et al.*, 2009).

Generalidades de los caprinos

La cabra es un animal doméstico muy rustico que puede adaptarse fácilmente a una gran variedad de ambientes desde las regiones áridas hasta las regiones cálidas debido a sus características morfo-funcionales, de las distintas razas existentes en la actualidad se obtienen: leche, carne, fibras (mohair y cachemira), cuero y abono que es muy preciado por la actividad vitivinícola (Gioffredo y Petryna, 2010).

Proviene de la cabra salvaje, que vive y se reproduce en las montañas de Persia. Las cabras son animales biungulados (que tienen dos dedos), poligástricos (tienen cuatro compartimentos gástricos), rumiantes herbívoros. Generalmente llevan la cola dirigida hacia arriba, y sus orejas pueden ser pendulantes o erectas (Bedolla *et al.*, 2015).

Razas lecheras en México

Dentro de las principales razas caprinas aprovechadas como productoras de leche en México se encuentran la Saanen, Alpina Francesa, Toggenburg, Nubia, aunque se encuentra también rebaños de la raza Murciana, sin duda todas estas razas han sido seleccionados por su gran capacidad lechera durante muchos años (Tabla 2), Cabe señalar, que en la zona centro y hacia el norte del país, las razas empleadas para



mejorar la producción de leche son la Alpina, Nubia, Saanen y Toggenburg (Jiménez *et al.*, 2013).

Se menciona que estas razas están distribuidas principalmente en los estados de Coahuila (34.3 por ciento), Durango (28.2 %), Guanajuato (15.5%), Zacatecas (8.2%), Jalisco (3.8%), Chihuahua (3.6%), Nuevo León (3.2 %), Michoacán (2.5%), y el resto de los estados (7.6 %) (Reyes *et al.*, 2014).

Alpina francesa

Son animales lecheros con alta rusticidad y adaptabilidad que presentan orejas cortas y erectas. Se puede utilizar esta raza también para la producción de carne. Los machos alcanzan un peso de hasta 100 kg, y las hembras de hasta 70 kg. Considerada la mejor raza caprina lechera a nivel mundial, su lugar de origen es el Valle de Saanen y Simental, en Suiza. Son excelentes productoras de leche, capaces de producir de 800 a 900 kg de leche por lactancia con un 3.6 % de grasa. Es de tamaño corporal mediano, llegando a pesar de 80 a 120 kg los machos y de 50 a 90 kg las hembras. Su pelaje de color blanco o crema es corto y fino (Flores *et al.*, 2009).

Toggenburg

De origen suizo, representa la raza inscrita más antigua del mundo, es de tamaño medio (55 kg), rústica, vigorosa, de apariencia alerta y temperamento amable y quieto. El pelaje es corto, suave, fino y lacio, el color del cuerpo es variable, pero posee orejas blancas características, posee dos líneas blancas a ambos lados de la cara que van desde los ojos a la comisura del hocico. Su producción lechera es regular y oscila entre 600 y 900 litros, con 3.3% de grasa (Duran y pardo, 2007).



Anglo-Nubia

Raza desarrollada como animal de doble propósito (carne y leche). Sus colores pueden ir del bayo a castaño. Los ejemplares nubios son grandes, con peso promedio de 64 Kg; la altura de las hembras es de 81 cm. y el de los machos de 94 cm. El comportamiento reproductivo tiende a ser poco estacional y las hembras frecuentemente paren de 3 a 4 crías. Las nubias son un poco menos lecheras que las razas suizas, pero su leche tiene un mayor contenido de grasa. Su producción promedio es de 2.5 L por día, con un periodo de lactancia de 10 meses (Avalos y Chávez, 2008).

Saanen

Región de origen: Valle de Saanen, Suiza. Dimensiones: hembras 75-85 cm. de alzada, machos 85-90 cm. de alzada, tamaño: mediano o grande. Peso: Hembras 50-70 Kg Machos 100 Kg. El pelaje: blanco, corto, presenta cuernos: pequeños y en forma de sable. Tiene período de lactación de largo (600-1000 litros, de 4-6 litros diarios), lo que le trajo gran difusión dentro de las razas caprinas (Castro, 2015).

Murciana Granadina

La cabra Murciano-Granadina es la principal raza caprina de leche en España. Los rendimientos de producción de leche de la cabra Murciana-Granadina se establecen para cabras de primer parto, en 150 días de lactación, en 310 Kg. de leche, y para cabras de segundo parto y sucesivos, en 210 días de lactación, en 513 Kg. La composición media de la leche de Cabra Murciano-Granadina es: Grasa 5,4%; Proteína – 3,7%; Lactosa – 4,5%; Extracto Seco – 14,1% (FEAGAS, 2016).



Estructura y anatomía de la glándula mamaria de la cabra

La glándula mamaria está constituida por varias glándulas o cuartos, cuyo número varía según la especie: 2 en la oveja y cabra; 4 en la vaca. Estas glándulas funcionan independientemente una de otra (Carmona, 2011).

Estas glándulas exocrinas son glándulas sudoríparas dilatadas y modificadas. Los elementos primarios de una glándula mamaria son los alvéolos (estructuras tubulares huecas de unos cuantos milímetros de longitud) recubiertos por células epiteliales y rodeados por células mioepiteliales. Estos alvéolos se reúnen formando grupos llamados lóbulos y cada uno de estos lóbulos posee un ducto lactífero que drena en los orificios del pezón. En las células mioepiteliales, que pueden contraerse de forma similar a las musculares, la leche es impelida desde los alvéolos, a través de los ductos lactíferos hacia el pezón, donde se almacena en engrosamientos (senos) de los ductos. A medida que la cría comienza a succionar se inicia el "reflejo hormonal de relajación" y la leche se segrega no se aspira desde la glándula a la boca (Bedolla *et al.*, 2015a).

El número y posición de las glándulas mamarias simples y compuestas varía ampliamente en los diferentes mamíferos. Los pezones y las glándulas pueden presentarse en cualquier lugar a lo largo de la línea lactífera, dos líneas paralelas formadas por un engrosamiento de la epidermis en la superficie ventral de los mamíferos de ambos sexos. En general, la mayoría de los mamíferos desarrollan glándulas pares a lo largo de estas líneas, en número aproximado al de crías que suele tener cada especie (Bedolla *et al.*, 2015b).

Las glándulas de la cabra son mayores y más alargadas que las de la oveja. Los pezones son cónicos y largos, prolongando la forma de la glándula en sentido craneolateral. En una cabra adulta en plena lactación pueden llegar a medir 7-8 cm de longitud por 3 cm de diámetro. El tejido glandular y los conductos lactíferos más finos se encuentran en situación craneomedial, mientras que el seno lactífero y los



conductos más gruesos se encuentran caudolateralmente, inmediatamente debajo de la piel, y se pueden palpar (Bedolla *et al.*, 2015c).

Metabolismos de la glándula mamaria

Durante la lactancia el metabolismo específico de la glándula mamaria está enormemente aumentado. La ubre transforma los materiales recibidos de la sangre en sus productos específicos de secreción: proteína, grasa, lactosa, sales, vitaminas y fermentos. Son necesarias grandes cantidades de sangre para suministrar a la mama los elementos indispensables para la síntesis de la leche. Se estima que para hacer un litro de leche la mama debe ser atravesada por unos 500 litros de sangre. Además, para los elementos que contiene la sangre tengan tiempo de penetrar en las células de los acinis, la corriente sanguínea debe ser lenta. Esto se consigue por el hecho de que la sangre llega por 2 arterias (una de cada lado), se distribuye por un sistema capilar amplio y vuelve a marchar por 4 o 6 venas que tienen una secreción mayor que la de las arterias; esta disposición disminuirá la presión sanguínea y la velocidad de circulación de la mama (Agraz, 1984).

Leche de cabra

Se denomina leche de cabra “al producto de la secreción mamaria normal, obtenida por uno o varios ordeños sin ninguna adicción o sustracción, que proviene de un animal sano” (Morales, 1996).

La leche es el producto integral proveniente de la ordeña total e ininterrumpida de una hembra lechera, sana, bien alimentada y no agotada, recogida de forma limpia y que no contenga calostros (Flores *et al.*, 2009a).



Composición de la leche de cabra

Los principales componentes de la leche son: el agua, lípidos, carbohidratos, proteínas, sales y una gran lista de componentes misceláneos. La leche de cabra es de un color blanco mate, debido a que no contiene β -caroteno; recién ordeñada tiene un olor neutro, con un sabor dulzón muy particular de esta leche, la viscosidad de la leche de cabra es más baja que la de vaca. La leche de cabra presenta una grasa cuyo contenido en los llamados triglicéridos de cadena media (MCT), triglicéridos formados por ácidos grasos cuya cadena carbonada tiene entre 6 y 14 átomos de carbono, alcanzan normalmente, un porcentaje mayor del 30 %, a diferencia de la leche de vaca que no alcanza de estos compuestos más del 20 % (Flores *et al.*, 2009b).

La leche de cabra es más digerible que la de vaca, porque sus glóbulos grasos son más pequeños. Por lo tanto, es más adecuada para niños pequeños y personas enfermas. Es útil para el tratamiento de padecimientos gastrointestinales, úlceras, colitis y constipación, por su efecto laxante. Las personas que presentan alergia por ciertas proteínas en la leche de vaca, pueden consumir la leche de cabra sin problemas (Koeslag *et al.*, 2004).

El conocimiento de los componentes de la leche de cabra es fundamental para el desarrollo de la industria caprina, ya que finalmente de la calidad nutricional que tenga el producto, dependerán 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 ovino, bovino y a la leche humana (Tabla 3), pero puede variar por múltiples factores, entre ellos, tipo de alimentación, medio ambiente, manejo, sistema productivo, etapa de lactancia e, inclusive, estado sanitario de los animales (Rosero *et al.*, 2011).



Carbohidratos de la leche de cabra

La lactosa es el mayor carbohidrato presente en la leche de cabra, y su valor promedio se encuentra en el orden del 4.1%, menor que el valor reportado en bovinos, que puede estar por el 4.7%. La lactosa es sintetizada a partir de glucosa en la glándula mamaria con la participación activa de la proteína α -lactoalbúmina y favorece la absorción intestinal de calcio, magnesio y fósforo, y la utilización de la vitamina D (Navarrete, 2015).

Sin embargo, la importancia de este carbohidrato radica en el mantenimiento del equilibrio osmótico entre el torrente sanguíneo y las células alveolares de la glándula mamaria durante la síntesis de la leche, razón por la cual es un componente que varía según el nivel de producción láctea y no por efecto directo del tipo de dieta suministrada (Rosero *et al.*, 2011).

Por otro lado, los oligosacáridos de la leche caprina, al igual que la lactosa, fueron recientemente reportados al encontrar que las cantidades de oligosacáridos que están presentes en la leche de caprinos fluctúan en un rango de 250 a 300 mg/L (Tabla 4), lo cual representa 4 ó 5 veces más que los valores encontrados en la leche de vaca, pero menos que los presentes en la leche humana (Martínez, 2004).

Grasa

El componente lipídico es reconocido como el más importante de la leche en términos de costo, de nutrición y de características físicas y sensoriales del producto. Dentro del componente lipídico, los triglicéridos representan cerca del 98%, pero en la leche de cabra también se encuentran algunos lípidos simples como los diacilgliceroles y los ésteres de colesterol, así como fosfolípidos y compuestos liposolubles como los esteroides y el colesterol (Rosero *et al.*, 2011).



Los lípidos en la leche de cabra se encuentran de manera abundante en forma de glóbulos con un tamaño de menos de 3 μm , lo cual permite una mayor digestibilidad y una mayor eficiencia en el metabolismo lipídico comparado con la leche de vaca; en este sentido la grasa de la leche caprina no contiene aglutinina, que es una proteína encargada de concentrar los glóbulos grasos para generar estructuras más complejas y de mayores dimensiones, y por esta razón los glóbulos permanecen dispersos y pueden ser atacados más fácilmente por las enzimas digestivas (Chacón, 2005).

Adicionalmente, la concentración de los ácidos grasos en la leche de cabra difiere bastante de la leche bovina (Tabla 5), lo cual puede impactar positiva o negativamente la calidad del producto. Sobre este aspecto se ha reportado que en la leche de cabra los ácidos grasos libres de cadena corta y media como el C6:0 y el C9:0 son responsables en parte del llamado “Sabor Caprino” que suele ser tan particular en la leche de los pequeños rumiantes, y en el mismo sentido algunos autores afirman que cuando la tasa de lipólisis en la leche es muy alta, en ella puede aparecer un sabor desagradable del cual el ácido butírico C4:0 es directamente responsable (Rosero *et al.*, 2011).

Proteínas

Uno de los componentes de la leche de cualquier especie más importante desde un punto de vista nutritivo, son las proteínas. Las proteínas más interesantes resultan ser las caseínas, proteínas coagulables que determinan el rendimiento de fabricación indicado y, por tanto, la calidad tecnológica de la leche en cuestión. Por caseínas se entiende a un grupo de proteínas de la leche, caracterizado por presentar uniones ester-fosfato, un alto contenido en prolina y bajo en cisteína. Las proteínas que permanecen en solución a $\text{pH}=4-6$, son las del lactosuero, formadas por α -lactoalbúmina, β -lactoglobulina, inmunoglobulina, péptidos y otras proteínas menores, algunas con carácter enzimático (Zimmermann y Ruiz, 2010).



Como en la leche de vaca, en la de los pequeños rumiantes, se encuentran las caseínas aS1, aS2, b y k. Estas diferentes caseínas lo son en razón de su composición, caracterizándose en la vaca, la aS1,y b-caseína, por presentar altos contenidos en prolina, mientras que la k-caseína se diferencia de las anteriores en razón de las uniones con carbohidratos, junto a numerosos puentes disulfuro (Flores *et al.*, 2009c).

Minerales y vitaminas

Están presentes fundamentalmente en la leche de cabra el sodio, potasio, calcio, magnesio, fósforo y cloro. El calcio, fósforo, potasio y cloro son más abundantes en la leche de cabra que en la de vaca. En general, la concentración de elementos minerales decrece durante las siete primeras semanas de lactancia. Elementos traza como el hierro, cobre, zinc, y manganeso se encuentran en proporciones semejantes en la leche de cabra y vaca. Además, la leche de cabra contiene menos ácido N-acetilneuramínico, ácido orótico, folato y vitaminas B que la leche de vaca (Zapico, 1993).

La leche de cabra, comparada con la leche de vaca, contiene mayor cantidad de vitamina A (2.074 unidades internacionales por litro frente a 1.560), lo cual ocurre debido a que los caprinos convierten todo el caroteno en vitamina A, por lo que resulta una ausencia de caroteno en la leche y, por lo tanto, un color más blanco que el de la leche de vaca, y adicionalmente la leche de cabra es una fuente rica de riboflavina

CÉLULAS SOMÁTICAS DE LA CABRA

La leche de una ubre sana presenta pocas células somáticas. En este caso se trata de células de tejido (células epiteliales) y células inmunes (neutrófilos, polimorfonucleares, granulocitos, macrófagos, linfocitos). El porcentaje de los diferentes tipos de células



somáticas en la leche de las glándulas mamarias sanas es como sigue: a) macrófagos (60%); b) linfocitos (25%); y c) neutrófilos o leucocitos polimorfonucleares (15%). En animales sanos se reportan valores para recuento celular somático entre $3,5 \times 10^5$ y $6,82 \times 10^5$ ml (Marín *et al.*, 2001).

Importancia de las células somáticas

Las células somáticas son una parte importante en el mecanismo de defensa natural contra infecciones de la ubre (Micheo, 2012).

El recuento de células somáticas (RCS) es un indicador ampliamente utilizado para definir la calidad de la leche. Tras una infección intramamaria, se presenta un incremento significativo del RCS, pero en el ganado caprino otros factores no infecciosos pueden tener un importante efecto sobre el RCS (estrés, lesión de la glándula mamaria, infección bacteriana (Contreras *et al.*, 2010).

Origen de las células somáticas

En ellas proviene de la descamación de diferentes epitelios de tejido mamario, son de tamaño variable. Poseen un núcleo generalmente pequeño y aparentemente pobre de en cromatina. La morfología varía según el origen, su identificación no es fácil pues se requiere de métodos de coloración, los cuales a su vez utiliza técnicas histoquímicas que permiten visualizar ciertos elementos del citoplasma (Bedolla *et al.*, 2015c).

Función de las células somáticas

Cuando el tejido de la ubre se daña o se infecta, los números significantes de las células blancas de la sangre aumentan en la leche. Sin embargo durante la ordeña las



células somáticas tienden a aumentar y permanece alto por unas pocas horas posteriormente (De Los Reyes, 2011).

La leche contiene células somáticas, las cuales en una glándula sana solo se presenta en un número pequeño. En este caso se trata de células de tejido (células epiteliales y células inmunes, (neutrófilos polimorfonucleares, granulocitos, macrófagos, linfocitos) (Micheo, 2012).

Recuento de células somáticas a nivel de hato

El monitoreo de las células somáticas puede hacerse individualmente en cada cabra o por muestreo de la leche del tanque receptor. La diferencia entre ambos casos es que en el primero, se puede conocer el estado de salud de un animal determinado; mientras que para el segundo caso solo podrá derivarse información del estado de salud promedio de todo un hato. Esta técnica muestra el nivel de infección en que se haya el hato y con ello se podrá aplicar medidas preventivas para bajar ese nivel (Bedolla, 2007).

Métodos de conteo electrónico celular

Entre los diversos procedimientos empleados para determinar la salud de la ubre mediante el análisis de células somáticas en leche, se dispone de métodos como: Prueba de California para Mastitis (CMT), Prueba de Wisconsin (WMT), Cuenta Microscópica de Células Somáticas (CMCS) y el uso de Contadores Electrónicos como el Fossomatic (CE) y el Contador Infrarrojo (CI) también conocido como DeLaval Cell Counter (DCC) (Ávila *et al.*, 2007).



Determinación del número total de células somáticas por medio del contador DeLaval

El recuento de células somáticas es un indicador de gran importancia para el manejo del rebaño y la calidad de la leche. El contador de células CCS de DeLaval proporciona una detección instantánea en granja. El recuento de células somáticas directo nos indicará si hay o no necesidad de posteriores pruebas bacteriológicas, evitando en ocasiones innecesarios costos asociados. El DCC nos aportará gran confianza en las decisiones cotidianas que se deben tomar en granja (DeLaval, 2013).



HIPÓTESIS

La calidad de la leche de cabra que se comercializa en Yurecuaro, Michoacán presenta variaciones en cantidad de células somáticas

OBJETIVO

El objetivo de la presente investigación fue determinar la calidad de la leche del ganado caprino del municipio de Yurécuaro, Michoacán a través del conteo de células somáticas con DeLaval cell counter.



MATERIAL Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en el municipio de Yurécuaro, Michoacán, su superficie es de 173.88 Km² y representa 0.29 por ciento del total del Estado, con una altitud al nivel del mar de 1,530 metros. El clima es templado con lluvias en verano. La precipitación pluvial promedio de 700 mm³. Una temperatura mínima de 13 grados en invierno y 38 grados en el verano (INEGI, 2002).

Recolección de muestras

El estudio contemplo el muestreo de 51 hatos lecheros caprinos de la raza Sannen explotados a pequeña escala bajo un sistema de producción semiintensivo .

Para la recolección de las muestras, se tomaron 50 ml de leche con un cucharón estéril del bote contenedor con previa homogenización de la misma y enseguida se vertió en frascos de plástico estériles, registrándose volumen, fecha, hora y unidad de producción. Posteriormente las muestras se colocaron dentro de una hielera a una temperatura de 4 °C las cuales fueron transportadas al taller de lácteos de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo para su procesamiento y análisis (Frau *et al.*, 2007).

Procesamiento de las muestras

Para la determinación del número total de células somáticas se utilizó el aparato DeLaval Cell Counter. Para ello, primeramente se calibro el aparato, se homogenizo la leche de cada tubo, enseguida, se procedió a hacer la toma de una pequeña muestra con el cassette que se utiliza para este



aparato. Finalmente, la lectura de los resultados se llevó a cabo después de 45 segundos el cual se expresa a través de la pantalla del Contador.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se recolectaron 51 muestras del bote de recepción de leche de igual número de hatos caprinos lecheros, de los cuales se realizó el conteo células somáticas con ayuda del aparato electrónico DeLaval Cell Counter.

Se clasificó el número de células somáticas de acuerdo a Riggio *et al.*, (2009) en tres clases, la primera representa todas las muestras de menor o igual a 500,000 la segunda entre 500,000 a 1, 000,000 y la tercera mayor o igual a 1, 000,000 cs/ml. En E.U.A. el límite legal es de un 1, 000,000 cs/ml (Haenlein, 2002b) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Conteo de células somáticas de los hatos lecheros del municipio de Yurécuaro, Michoacán.

Clase	CCS	Número de muestras	Porcentaje
1	$\leq 500,000$ cs/ml	24	47.06%
2	501,000 a $\leq 1,000,000$ cs/ml	19	37.25%
3	$\geq 1,000,000$ cs/ml	8	15.69%
Total		51	100%

Fuente: Riggio *et al.*, 2009; Haenlein, 2002; Investigación directa, 2015.

Los productores de leche actualmente tienen que cumplir con los estándares de calidad demandados por los consumidores, la industria y las organizaciones de salud pública. En la Unión Europea (UE), la legislación sobre la leche de vaca y la industria han establecido un régimen de pago diferenciado según su calidad, el cual especialmente se basa en criterios de salud (recuento de células somáticas e higiene (recuentos bacterianos). Mientras que la legislación Norteamericana para el ganado lechero incluye 750.000 cs/ml como límite (Adkinson *et al.*, 2001).



Para la leche de cabra, la UE ya ha establecido la exigencia de un recuento bacteriano <1.000.000 ufc/ml, aunque actualmente no existe un límite establecido para el CCS.

En el Simposium Internacional sobre células somáticas de la leche de los pequeños rumiantes, celebrada en Italia, se concluyó proponer un umbral de 1.500.000 cs/ml (Barbosa et al., 1994). Límite que está muy por encima del límite legal de Estados Unidos, el cual es de 1.000.000 cs/ml de leche de cabra (Haenlein, 2002).

En Francia, por su parte, hay interés en la adopción de un régimen de pago por calidad, incluidas sanciones a la CCS y recuentos bacterianos >1.000.000 cs/ml y 50.000 ufc/ml, respectivamente (Charpentier, 2000).

Sin embargo, en la actualidad, los umbrales para el pago de la leche son de 1.500.000 y 3.000.000 de cs/ml a nivel nacional para las cabras (Corrales et al., 2004).

De acuerdo a lo anterior y en base a los resultados obtenidos en este trabajo con el contador DeLaval Cell Counter de las muestras de leche de los hatos muestreados el 84.31% cumple con lo establecido en la norma Norteamericana, es decir, con menos o igual a 1,000.000 de células somáticas, mientras que el resto (15.69%) se coloca dentro de lo que establecen Francia y España. Es decir, de 1, 500,000 a 3, 000,000 cs/ml (Corrales et al., 2004). Por lo que la leche obtenida del ganado caprino del municipio de Yurécuaro, Michoacán, esta es de buena calidad, ya que cumple con lo establecido por dicha legislación.

Estos resultados se encuentran por debajo de lo encontrado por Campuzano (2016), en un estudio realizado con 28 hatos caprinos lecheros en el Municipio de Tanhuato, Michoacán, el cual reporta un 92.85% de células somáticas/ml con menos de 1,000.000 de células somáticas. Asimismo, se encuentra por encima de lo reportado por Arroyo (2016) en un estudio realizado de manera individual con cabras del mismo



Conteo de células somáticas de la leche de cabra.



municipio antes mencionado, el cual encontró que el 63.15% de las muestras de las cabras en estudio presentaron menos de 1,000.000 de cs/ml, también de acuerdo a lo que establece la legislación Norteamericana.

Por otra parte, y de acuerdo con Paape et al. (2001), un número de células somáticas en la leche de cabra entre 230,000 y 1,500.000 indican que la leche de cabra producida en estas granjas es de buena calidad sanitaria ya que cumple con las normas establecidas por los países que cuentan con legislación respectiva.



CONCLUSIÓN

Se concluye que de acuerdo a los resultados obtenidos con el contador DeLaval cell counter y en base a la clasificación que hace Riggio et al. (2009) Sobre el conteo de células somáticas máximas en leche de cabra y a la legislación de los Estados Unidos, la leche obtenida del ganado caprino del municipio de Yurécuaro, Michoacán, esta es de buena calidad en un 84.31%, ya que cumple con lo establecido por dicha legislación, mientras que el resto de 15.69% de acuerdo a lo establecido en otros países esta cumple satisfactoriamente ya que se acepta hasta 1,500.000 y 3,000.000 de cs/ml.



LITERATURA CONSULTADA

Avalos, C.R. y Chávez, R.M.G. (2008). Guía para el manejo de rebaños caprinos en Baja California Sur. Inifap-Sagarpa. Baja California Sur, México. p. 11.

Aréchiga, C.F., Aguilera, J.I., Rincón, R.M., Méndez, L. S., Bañuelos, V.R y Meza, H.C.A. (2008). Situación actual y perspectiva de la producción caprina ante el reto de la globalización. Revisión. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 9(2008): 1-14. .

Agraz, G.A.A. (1984). Caprinotecnia 1. Función láctea. 2a ed. Ed. Limusa. México, DF. p.740.

Bedolla, C.C., Castañeda, V.H., Velásquez, O.V., Castañeda, V.M.A., Bedolla, G.E.A., Kloppert, B y Wolter, W. (2015). Anatomía y Fisiología de la Glándula Mamaria. La Mastitis Caprina. Vol.1., Talleres Gráficos de Groppe Libros, Guadalajara, Jalisco.Pp:10-20.

Bedolla, C.C. 2007. Métodos de detección de la mastitis bovina. REDVET. Revista electrónica de Veterinaria. ISSN 1695-7504. 8(9):1-17.

Carmona, A.D.S., Rosas, C.M.R y García, R.D.A. 2011. Manejo integral de la leche de cabra. En línea [<http://lacabrapoblana.blogspot.mx/2011/01/secresion-lactea.html>] consultado el 20 de octubre del 2015.



Castro, J. L. D. 2015. Razas productoras de leche. Slideshare. En línea [http://es.slideshare.net/luisdanielcastrojinez/razas-productoras-deleche?qid=a8bb0943-84f9-4d34-b843-ef76f9b1e7d5&v=default&b=&from_search=23] consultado el 20 de octubre del 2015.

Consejo Nacional de los Recursos Genéticos Pecuarios (CORNAGEN). 2013. Caprinos. Asociación mexicana de criadores de ganado caprino de registro. En línea [<http://www.conargen.mx/index.php/asociaciones/caprinos>] consultado el 21 de noviembre del 2015.

Contreras, A., Martin, A.G., Amores, J., Fé, C y Corrales, J.C., S.A. 2010. Mamitis y células somáticas en cabras lecheras. En memorias del III Congreso Brasileiro de Qualidade do Leite. Recife: CCS Gráfica e Editora, 2008, v.1, Pp. 215-228.

Confederación de Asociaciones de Criadores de Ovino de razas Latxa y Carranzana (CONFELAC). 2015. Raza- sistemas de explotación semiextensivo. España. Pp. 2-6.

Cofré, B.P. 2008. Producción de cabras lecheras. Sistemas de producción caprinos. Pp.1

DeLaval 2003. Contador de células DeLaval DCC. En línea [http://www.delaval.com.mx/ImageVaultFiles/id_5074/cf_5/11819_DCC.PDF] consultado el 23 de junio del 2015.

De Los Reyes, H.A.L. (2011). Evaluación de las células somáticas en leche de cabra en producción extensiva de la comarca lagunera. (Tesis de



licenciatura).Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México. Pp.25.

Duran, R.F., Pardo, R.N.A. (2007). Manual de explotación y reproducción en caprinos. Razas de cabras. 2ed. Grupo latino editores Ltda. Colombia. Pp. 267-268.

Ducoing, W.A.C. 2005. Zootecnia de caprinos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. Pp.7-8.

Ducoing, W.A.E. 2006. Introducción a la caprinocultura. Facultad de Medicina Veterinaria, UNAM. En línea [<http://amaltea.fmvz.unam.mx/textos/Introduccion%20a%20la%20caprinocultura%20PAPIME.pdf>] consultado el 17 de noviembre del 2015.

Daniel, G. Ferraro, M.V. (2010). Concepto de calidad de leche. Su importancia para la calidad del producto final y para la salud del consumidor. México, D.F. La Serenísima, Mastellone Hnos. S.A. PP.2-5

Frau, S., Togo,J., Pece, N., Paz, R y Font, G.2010. Estudio comparativo de la producción y composición de leche de cabra de dos razas diferentes en la provincia de Santiago del Estero. Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata. 109 (1): 9-15.

Frau,s., Pece,N., Font, G y Paz, R. 2007. Calidad composicional de la leche de cabras de raza Anglo Nubian en Santiago Del Estero. Tecnología Lactea Latinoamericana. 48:56-59.

Flores, C.M.A., Pérez, L.R., Basurto, S. M y Jurado, G.M.R. 2009. La leche de cabra y su importancia en la nutrición. TECNOCENCIA chihuahua. 3:2:1-7.



Federación española de asociaciones de Ganado Selecto (FEAGAS). 2016. Murciana Granadina. En línea [<http://feagas.com/index.php/es/razas/especie-caprina/murciana-granadina#.Vx1FTNleSko>] consultado el 24 de abril del 2016.

Gómez, G.A., Pinos, R.J.M y Aguirre, R.J.R. 2009. Manual de producción caprina. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México. Pp. 4-5.

Gonzalo, A. C. 2014. Recuento celular y calidad higio-sanitaria de la leche: factores de variación, sistemas de monitorización y relación con el manejo del rebaño. XXXIX Congreso Nacional De La Sociedad Española De Ovinotecnia y Caprinotecnia (SEOC) XV Congreso Internacional. Ourense, España. Septiembre 2014. Pp. 82-92.

Gioffredo, J. J y Petryna, A. 2010. Caprinos: generalidades, nutrición, reproducción e instalaciones. Cátedra de producción ovina y caprina. Facultad de agronomía y veterinaria, universidad nacional de río cuarto Argentina. Pp. 2-3.

Guerrero, C.M.M. 2010. La caprinocultura en México, una estrategia de desarrollo. Revista universitaria Digital de Ciencias Sociales. UNAM.1:1.1-8.

Haenlein, G. 1996. Goat [<http://ag.udel.edu/extension/information/goatmgt/gm-list.htm>] consultado el 12 de abril del 2016.

Haenlein, G.G.W. 2002. Relationship of somatic cell counts in goat milk to mastitis and productivity. Small ruminant research. 45:163-178.

Hernández, Z.J. 2012. Michoacán, de los grandes productores de caprinos en el país. *Quadratin*. Morelia, Michoacán. México. En línea



[<https://www.quadratin.com.mx/sucesos/Michoacan-de-los-grandes-productores-de-caprinos-en-el-pais/>] consultado el 27 de noviembre del 2015.

INCA RURAL- SAGARPA, 2007. Sistema producto caprino. Plan rector nacional. En línea
[http://www.cnspp.caprinos.org.mx/documentos/plan_rector_sist_prod_caprinos.pdf.pdf] consultado el 27 de noviembre del 2015.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. En línea

[<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datosgeograficos/16/16086.pdf>] consultado el 20 de noviembre del 2015.

Jiménez, B.M.R., Braña, V.D., Partida, P.J.A., Alfaro, R.R.H., Soto, S.S y Torres, C.M.G. 2013. Evaluación de la calidad en la canal caprina. 1ª ed. ISBN: 978-607-37-0027-6. Ajuchitlán, Colón, Querétaro. P. 15.

Koeslag, J.H., Fernán, A., Castellanos, E., Kircher, S.F.R., Orozco, L.A y Alanís, M.A. 2004. Manuales para la educación agropecuaria. Cabras. 7ª ed. Ed. Trillas. México, DF. Pp. 66.

Martín, L.I., De la Rosa, M y Varela, F. 1997. Recursos genéticos de cultivos herbáceos marginados potencialmente utilizables en la agricultura de secano. Centro de Recursos Fitogenéticos. (17):316- 324.

Martínez, F.A. 2004. Obtención de oligosacáridos de leche de diferentes especies por tecnología de membranas. (Tesis de doctorado). Universidad de Granada, Facultad de Ciencias Departamento de Ingeniería Química. Granada, España. Pp.68.



Marín, M.P., Burrows, J y J.C. Ramos. 2001. Producción y calidad de leche caprina en rebaños bajo sistemas de manejo extensivo de la zona central de Chile. Arch. Zootec. 50: 363-366.

Marín, M.P., Fuenzalida, M.I., Borrows, J and Gecele, P. 2010. Somatic cell count and composition of dairy goat milk according to milk yield and lactation period

Micheo, C. 2012. Área de tecnología y calidad de la leche. Facultad de ciencias veterinarias. Universidad nacional del centro de la provincia de Buenos Aires. Pp.2-4.

Paape, M.J., Poutrel, B., Contreras, A., Marco, J.C y Capuco, A.V. (2001). Milk somatic cell and lactation in small ruminants. J. Dairy Sci. 84: 237- 244.

Reyes, G.M.E., Sánchez, P.H., Peralta, L.M y Oliva, V.A. 2014. Producción animal. Leche caprina y subproductos. 1ª ed. Ed. CeCol. Chiapas, México. Pp. 26- 27.

Rosero, N.R., Bedoya, M.O y Posado, S.L. 2011. Composición de la leche de cabra y factores nutricionales que afectan el contenido de sus componentes. Ministerio de agricultura y desarrollo rural. Colombia. Pp.4-15.

Riggio, V., Maizon, D.O., Portolano, B., Bovenhuis, H. and Arendonk, J.A.M. 2009. Effect of somatic cell count level on functional longevity in valle del Belice dairy sheep assessed using survival analysis. American Dairy Science Association. J. Dairy. 92:6160–6166.



SAGARPA-SIAP. (2014). Leche de caprino. En línea [<http://www.siap.gob.mx/ganaderia-resumen-municipal-pecuario/>] Consultado el 18 de noviembre del 2015.

Torres, F. 2015. Cieneguillas, con la mejor leche de cabra y cajeta del estado, reconoce la Sagarpa. La jornada Michoacán. En línea [<http://www.sicde.gob.mx/portal/bin/nota.php?accion=buscar¬ald=2094296130558809f250d52>] consultado el 22 de enero del 2015.

Zapico, L.P. 1993. El sistema lactoperoxidasa en leche de cabra. (Tesis de doctorado). Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España.

Zimmermann, S.K y Ruiz, E.H. 2010. Estructura y funcionamiento de proteínas: efecto y modificaciones inducidas por medios físicos, químicos y enzimáticos. Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos. 4-2:24-37.



Conteo de células somáticas de la leche de cabra.

