



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**CORRELACIÓN ENTRE EL CONTEO DE CÉLULAS SOMÁTICAS Y
LA CALIDAD DE LA LECHE EN CABRAS SAANEN DEL MUNICIPIO
DE TANHUATO, MICHOACÁN**

TESIS QUE PRESENTA:

PMVZ. FRANCO AURELIO ARROYO LÓPEZ

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

Asesor:

MC. José Luis Carlos Bedolla Cedeño

Morelia, Michoacán, Abril de 2016



Agradecimientos

Agradezco a Dios infinitamente por nunca dejarme solo e iluminarme en los tiempos de debilidad y desesperanza que enfrente durante mi preparación. También agradezco a todas las personas, que de un modo u otro han estado presentes en el cumplimiento de mi meta.

Agradezco de igual manera a la UMSNH-FMVZ junto con algunos de sus profesores que formaron parte de mi preparación y transmitieron todo su conocimiento académico, porque sin ellos sería imposible mi formación.

Agradezco a mí asesore MC. José Luis Carlos Bedolla Cedeño por su valiosa participación, enseñanza y dedicación para concluir mi objetivo que fue la titulación en mi profesión.

Agradezco a mis compañeros y grandes amigos que estuvieron en la licenciatura conmigo en las buenas, pero también en las malas, Ricardo, Fernando De Jesús y Abraham y a los que desde la secundaria conocí y hasta la fecha no somos menos que hermanos, Rafael Salvador Medina, Cristóbal Duarte, José Guadalupe Burgos.

Dedicatoria

A mis padres queridos dedico esta investigación, el Sr. Santiago Arroyo López y la Sra. María de la Fe Francisca López Pérez, que con eterno amor me concedieron la vida, por su gran y cálido amor, por su admiración, por aconsejarme con su experiencia, por el apoyo incondicional durante toda mi formación académica tanto económico como moral y claro por la educación, respeto y por el caballero que me hicieron desde niño para ser de mi lo que ahora soy.

A mi hermana, mi alma gemela, por ser la persona que tanto admiro y quiero, por estar siempre presente en mi mente, en mi vida y futuramente si Dios quiere en mis metas, por su cariño, apoyo incondicional y comprensión. Por ser un apoyo esencial en toda mi vida.

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	6
2.1. Situación actual de la caprinocultura en el mundo	6
2.2. Panorama mundial de la leche caprina	7
2.3. La leche caprina en México	9
2.4. La producción lechera en el municipio de Tanhuato Michoacán	11
2.5. Sistemas de producción caprina	11
2.5.1. Sistema de producción extensivo	12
2.5.2. Sistema de producción semi-intensivo o mixto	13
2.5.3. Sistema de producción intensivo o de confinamiento	13
2.6. Razas lecheras caprinas más utilizadas en México	14
2.6.1. Raza Saanen	15
2.6.2. Raza Alpina Francesa	16
2.6.3. Raza Toggenburg	16
2.6.4. Raza Nubia	16
2.7. Leche de cabra	17
2.8. Características Organolépticas de la leche	18
2.9. Composición nutricional de la leche de cabra	19
2.9.1. Agua	19
2.9.2. Minerales	19
2.9.3. Proteína	20
2.9.4. Lactosa	22
2.9.5. Vitaminas	22
2.9.6. Grasa y ácidos grasos	23
2.10. Características y desarrollo de la glándula mamaria de la cabra	25
2.10.1. Estructura externa e interna de la glándula mamaria	26
2.11. Factores que afectan la calidad de la leche e influyen en el RCS	27
2.11.1. Factores alimenticios, climáticos y de manejo.	27
2.11.2. Factores de origen inflamatorio	29

2.11.3.	Mastitis	30
2.11.4.	Tipos de mastitis	30
2.11.5.	Mastitis clínica	30
2.11.6.	Mastitis subclínica	31
2.12.	Importancia de las células somáticas en la leche de cabra	31
2.13.	Número de células somáticas permitidas	33
2.14.	Función de las células somáticas	34
2.15.	Métodos de conteo celular	34
2.15.1.	Determinación del número total de CS con el aparato DeLaval	35
2.15.2.	Análisis Físico- Químico de la leche con Lactoscan ultrasonic	35
3.	HIPÓTESIS	36
4.	OBJETIVO	36
5.	MATERIAL Y MÉTODOS	37
5.1.	Ubicación de la explotación caprina	37
5.2.	Animales utilizados y sistemas de pastoreo	37
5.3.	Toma de muestra y transporte	38
5.4.	Procesamiento de las muestras	38
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
7.	CONCLUSIÓN	44
8.	LITERATURA CONSULTADA	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales países con inventario caprino en el mundo	7
Tabla 2. Principales países productores de leche caprina	9
Tabla 3. Producción y días de lactancia en razas explotadas en México.....	15
Tabla 4. Composición global de la leche ovina, caprina y bovina expresada en porcentajes.....	18
Tabla 5. Composición de minerales de dos diferentes especies en 100 ml.....	20
Tabla 6. Interpretación de conteo de células somáticas (SCC) de muestras individuales de leche de cabra	34
Tabla 7. Resultados del CCS en cabras de la raza Saanen de manera individual	39
Tabla 8. Descripción estadística de la composición de la leche de cabra (Media, Desviación Estándar (DE) y Coeficiente de Variación (CV)	41
Tabla 9. Relación del coeficiente de correlación (r), valores de (p) y valores de coeficiente de determinación (CD) en porcentaje de las variables estudiadas	43



RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue correlacionar el conteo de células somáticas con la calidad de la leche de cabras de la raza Saanen de manera individual en el municipio de Tanhuato, Michoacán. El estudio se realizó en el municipio de Tanhuato, el cual está localizado al noroeste del estado de Michoacán, en las coordenadas, 20° 00' de latitud norte y 101° 25' de longitud oeste, a una altura de 2, 280 metros sobre el nivel del mar. El trabajo se llevó a cabo de Julio del 2015 a Enero de 2016. La toma de muestras se recolectaron en 21 hatos, de los cuales tienen en total 462 hembras con las características fenotípicas de la raza Saanen y cuenta con sistemas de producción semiintensivos. Se tomó el 5% de cada hato. Las muestras de leche se tomaron de manera individual directamente de los medios de la ubre. Se transportó la muestra hasta el taller de lácteos de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UMSNH, en una hielera térmica a temperatura de 4 °C. Las muestras se corrieron, con ayuda de los aparatos DeLaval y Lactoscan Ultrasonic Milk Analyzer, determinando respectivamente, el número total de células somáticas (CS) y el análisis Físico-Químico de grasa, proteína, sólidos no grasos (SNG) y lactosa. En esta investigación se obtuvieron los siguientes resultados, 63.15% de las muestras se encuentran dentro del límite legal de acuerdo a la norma de E.U.A. mientras que el 36.84% está por encima de los límites legales, sin embargo de acuerdo a la Unión Europea se encontró un porcentaje mayor, con resultados de 94.71%, que se considera una leche de buena calidad y con un menor porcentaje de 5.26% de mala calidad. No obstante los resultados del examen Físico-Químico, indican que la leche no presenta ninguna alteración que pueda modificar su sabor, su color, su olor y su textura. Ya que los parámetros estudiados se encuentran dentro de los valores de referencia utilizados en esta investigación. Sin embargo se observó una diferencia poco significativa tanto de grasa como de proteína, mientras que SNG y lactosa están establecidos dentro de los parámetros normales. Se concluyó, que no existe correlación significativa entre el CCS y el examen Físico-Químico, lo que permite determinar que no hay ninguna variación en la composición nutricional de la leche.

Palabra clave: Calidad de la leche | Células somáticas | Raza Saanen | Leche caprina | Mastitis



ABSTRACT

The objective of this study was to correlate the somatic cell count with the quality of the milk of goats of the Saanen breed of individually in the municipality of Tanhuato, Michoacán. The study was conducted in the municipality of Tanhuato, which is located to the Northwest of the State of Michoacán, in the coordinates, 20 ° 00' North latitude and 101 ° 25' longitude West, at an altitude of 2, 280 meters above the sea level. This was conducted from July to January 2016 2015. Sampling was collected in 21 herds, of which they have a total of 462 females with phenotypic of the Saanen breed characteristics and semi-intensive production systems. A 5% sample of each herd was taken. Milk samples were taken on an individual basis directly from the udder. The sample were transported to the dairy's shop of the Faculty of Veterinary Medicine of the UMSNH, in a thermal cooler temperature at 4 ° C. The samples were tested, with the help of the equipment DeLaval and Lactoscan Ultrasonic Milk Analyzer, respectively, by determining the total number of somatic cells (CS) and the analyses physicochemical of fat, protein, non-fat solids (SNG) and lactose. In this research the following results, obtained were, 63.15% of the samples is located within the legal limit according to rules of the U.S.A. Meanwhile 36.84% is above the legal limits, however according to the European Union found a higher percentage, with results of 94.71%, considering a milk of good quality and with a lower percentage of 5.26% of poor quality. However the physico-chemical results that were carried out, indicates that milk does not present any alteration, which change its taste, color, smell and texture. Since the parameters studied are within the reference values used in this research. However there was a little significant difference both fat and protein, while SNG and lactose are established within the normal parameters. It was concluded, that there is no significant correlation between the CCS and the physico-chemical examination, allowing you to determine that no variation there is in the nutritional composition of the milk.

Palabra clave: Calidad de la leche | Células somáticas | Raza Saanen | Leche caprina | Mastitis



1. INTRODUCCIÓN

La caprinocultura es una actividad milenaria practicada alrededor del mundo. A nivel mundial, la leche de cabra es consumida principalmente como un producto fluido sin que haya una transformación de la misma en otros derivados lácteos, razón por la cual sus características nutricionales son muy importantes desde la antigüedad. La caprinocultura ha ido incrementando su población según la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) que en el año 2008, se estimó una población mundial de 861, 901,978 cabezas de caprinos, distribuidas inicialmente en Asia con 514, 449,296 unidades, África cuenta con 291, 102,353, América alcanza 37, 408, 555, Europa con 17, 992, 709 y Oceanía con 949, 065 caprinos (Reyes *et al.*, 2014).

En la actualidad la leche es uno de los productos que más se consumen en el mercado gracias a los subproductos que se han elaborado en los países desarrollados como es el queso, la leche en polvo, el yogurt y la cajeta. La producción de leche caprina modestamente aporta 2.1% a nivel mundial con 13,800, 845 toneladas (Reyes *et al.*, 2014a).

El interés por la cabra lechera se ha incrementado substancialmente en los últimos años. En México la cabra proporciona un alto contenido de ingresos a familias de escaso recursos en las zonas de mayor necesidad, ya que son de fácil manejo para los ganaderos. En el año del 2006, se produjeron un poco más de 160 millones de litros de leche caprina, concentrando aproximadamente el 74% de la producción nacional en los estados de Coahuila, Durango y Guanajuato, aunque existen otros estados interesados en incrementar su población y productividad (Guerrero, 2010; Group, 2012).

En Michoacán, la población caprina alcanza las 506, 817 cabezas distribuidas principalmente en tierra caliente, el bajío, la costa y la meseta tarasca. Se producen 21, 000,000 millones de litros de leche anuales con valor en el mercado de 17 millones



713 pesos, situándonos en el octavo lugar en producción de leche, 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; esto genera 18, 000 empleos de manera directa y 42, 000 empleos de manera indirecta lo que suma un total de 60, 000 empleos en este sector (Hernández y González, 2010; Cano, 2012).

De las distintas razas que se crían en Michoacán, la Saanen es una de las mayores productoras de leche, produciendo de 3 a 4 litros diarios, y entre 900 y 1000 litros al año por cabra. La leche de esta raza tiene un contenido promedio de grasa de 3.5%, con días de lactancia de 305 y una producción de leche por lactancia en kilos de 899.5 Kg (Santiago, 2006; Cano, 2012a; Reyes *et al.*, 2014b).

Por otra parte, los números de las células somáticas, son indicadores del estado higiénico sanitario de la ubre y varía en respuesta a condiciones ambientales, fisiológicas y patológicas. 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).

Una leche de buena calidad Higiénico-Sanitaria reúne las siguientes características: Color y olor aceptables, prueba de alcohol al 72% negativa, bajo contenido de bacterias mesofílicas aerobias, bajo contenido de células somáticas, libre de microorganismos patógenos, libre de toxinas producidas por gérmenes, libre de residuos químicos e inhibidores, no presentar materia extraña, conservadores o sustancias neutralizantes. La evaluación de la calidad se realiza a través de pruebas sensoriales, fisicoquímicas e higiénico-sanitarias, que determinan las características y propiedades de su aptitud nutritiva e inocua en el uso y consumo humano (Basurto *et al.*, 2009).

Hace algunos años surgieron los Centros de Acopio de Leche (CAL) tanto en México como en Michoacán, una pequeña alternativa para que los productores pudieran



comercializar su producto, en donde les exigen altos estándares de calidad establecidos por las industrias. Sin embargo la cantidad de productores ha disminuido, por no apegarse a los estándares de calidad; es por ello que el presente estudio busca proporcionar información acerca del conteo de células somáticas (CCS) en la leche, siendo este un buen indicado para comenzar a juzgar el estado higiénico sanitario de la ubre de la cabra.

Como consecuencia de no apegarse a los rangos establecidos en las normas de células somáticas (CS), se verá afectada la calidad del producto, un bajo impacto en la producción láctea y otra en la comercialización del producto. Lo que se busca es garantizar a la población, consumir productos de buena calidad con hatos sanos y por lo tanto obtener mayores ingresos por venta.



2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Situación actual de la caprinocultura en el mundo

La caprinocultura es una actividad milenaria practicada alrededor del mundo. Esta especie probablemente fue de los primeros rumiantes en ser domesticados. Lo que ocurrió hace más de 10,000 años. La cabra es considerada en la Biblia como un símbolo de riqueza o de sacrificio y ha sido una de las especies más útiles para el hombre, sobre todo como proveedoras de leche. A excepción del perro, la cabra es el animal doméstico más ampliamente distribuido en el mundo. Fueron introducidas al Caribe en el siglo XVI por los españoles y posteriormente al Continente Americano (Aréchiga *et al.*, 2008).

Actualmente, se estima que existe una población mundial de 720 millones de cabras las cuales están distribuidas de la siguiente manera: 55.4% en Asia, 29.8% en África, 7.3% en Sudamérica, 4.4% en Europa, 3% en Norte y Centroamérica, 0.1% en las Islas del Pacífico (Devendra y MeLeroy, 1986).

En la actualidad los subproductos de la leche son uno de los productos que más se consumen en el mercado. La producción de leche caprina aporta 2.1% total a nivel mundial con 13,800, 845 toneladas, sin embargo la producción puede aumentar a mediano plazo con la ayuda del incremento de cabezas y mejorando los sistemas de producción (Reyes *et al.*, 2014c).

Los países con mayores poblaciones son China con el 20.61% de la población mundial, India con el 17.08%, Pakistán con el 6.58%, Sudán con el 5.25%, México representa el 1.33% del total mundial. De las cabras se obtiene el 6% de la carne total mundial, el 2% de la leche y el 4% de las pieles (Morand-Fehr y Jaouen, 1991).

**Tabla 1. Principales países con inventario caprino en el mundo**

Lugar mundial	País	Inventario (Miles de cabezas)	Participación en el inventario mundial
1	India	154,000	16.72%
2	China	150,708	16.37%
3	Bangladesh	65,000	7.06%
4	Pakistán	59,900	6.50%
5	Nigeria	56,524	6.13%
6	Sudan	43,441	4.71%
7	Irán	25,700	2.79%
8	Etiopía	21,960	2.38%
9	Indonesia	16,821	1.82%
10	Malí	16,522	1.79%
19	México	8,993	0.97%
	Mundo	920,608	100%

Fuente: SAGARPA, 2012.

2.2. Panorama mundial de la leche caprina

Desde épocas remotas las cabras han ayudado a la supervivencia de los pueblos que viven en extrema pobreza. Estos animales tienen una versatilidad para adaptarse a distintos tipos de explotaciones, así, como su destacada capacidad para aportar un suplemento proteico de excelente calidad como la leche (Haenlein, 2007).

A nivel global en Europa la producción láctea caprina se ha destacado de manera importante, desde la mitología griega se puede apreciar en las paredes figuras de cabras donde plasmaban principalmente productos lácteos. Los caprinos juegan un papel importante en la economía de algunos países, destacando al continente Europeo donde se producen alrededor del 17% de la leche de cabra mundial (Jaouen-Le, 1993).



Con una producción anual estimada en 90,4 millones de toneladas de leche en 2004 y una tasa de crecimiento anual del 3.9%, la India ha surgido como primer productor de leche y lácteos. Debido a su inmensa población de rumiantes y a los patrones alimenticios tradicionales con lácteos, además del impulso del crecimiento económico, se estima que el sector lechero siga creciendo aceleradamente (Steinfeld y Chilonda, 2006).

Francia produce 494 kg de leche por cabra con un inventario caprino de 1.26 millones de cabezas, India produce 32 kg de leche por cabra con una población de 126 millones de cabezas y México produce 19 kg de leche por cabra y cuenta con 8.9 millones de cabezas (Ducoing, 2011).

Las cabras proporcionan 7.2 millones de toneladas de leche, constituyendo así una fuente muy importante de alimentos para muchos países. Principalmente en regiones secas, áridas y de difícil subsistencia, en donde habitan el 55% de las cabras en comparación al 39% de bovinos y el 25% de los ovinos que habitan en ese tipo de regiones. En Asia y África con un 85% de la población caprina producen el 64% de la producción mundial de leche de cabra, los países desarrollados con aproximadamente el 6% de la población caprina producen el 25% de la producción mundial de leche de cabra (Devendra y MeLeroy, 1986a).

**Tabla 2. Principales países productores de leche caprina**

Lugar mundial	País	Inventario (Miles de cabezas)	Participación en el inventario mundial
1	India	4,300	25.83%
2	Bangladesh	2,496	15.00%
3	Sudan	1,602	9.62%
4	Pakistán	739	4.43%
5	Francia	645	3.87%
6	España	602	3.61%
7	Somalia	501	3.00%
8	Grecia	470	2.82%
9	Irán	452	2.71%
10	Níger	287	1.72%
19	México	162	0.97%
	Mundo	16,647	100%

Fuente: SAGARPA, 2012.

2.3. La leche caprina en México

Los estudios genotípicos y fenotípicos, indican una mayor influencia Navarra y Andaluza de las cabras originarias que llegaron a nuestro país, habiéndose adaptado desde entonces en gran parte al territorio nacional, demostrando ser aptos para una producción pecuaria rentable. Particularmente es una especie muy resistente a la sequía y a las escasas de forrajes, por lo que se ha desarrollado como una fuente de ahorro de muchas familias marginadas (Guerrero, 2010a).

La producción de leche de caprino correspondió a un total anual 167.6 millones de litros en el año 2009, con un crecimiento acumulado durante los últimos 10 años de 28% en el periodo y un 2.8% anualizado. La población caprina en México se encuentra distribuida en tres zonas importantes: la zona sur, comprendida por los estados de



Puebla, Guerrero y Oaxaca; la zona centro, a la que pertenecen los estados de Querétaro, Guanajuato y San Luis Potosí, y la zona norte, que incluye a los estados de Zacatecas, Coahuila y Nuevo León (CONARGEN, 2013).

Los sistemas de producción regionales son heterogéneos, con rezagos tecnológicos y de sanidad, y con poca o nula organización e integración. En este contexto, la caprinocultura mexicana genera anualmente más de 160 millones de litros de leche; de éstos únicamente el 25% es producido en sistemas intensivos (Fosado *et al.*, 2011).

En México existen 494,000 unidades de producción caprina y aproximadamente 1.5 millones de mexicanos tienen como actividad productiva primaria o complementaria a la caprinocultura. El 64% de las cabras se concentra en los sistemas de producción característicos de las zonas áridas y semiáridas y el 36% restante en la región templada del país (Cantú *et al.*, 2008).

En el caso de la leche, su producción se concentra en Coahuila, Durango, Guanajuato con el 74% de la producción del país. En México la leche caprina es un alimento de origen animal que aporta un alto contenido, junto con la producción de pollo y res aportan el 62% del total de la proteína de origen pecuario consumida por los mexicanos (Reyes *et al.*, 2014d).

Los estados con mayor población caprina son: Puebla con el 15.4% de la población total nacional, Oaxaca con el 12%, San Luis Potosí con el 10.5%, Guerrero con el 7.9% y Zacatecas con el 6.1%. Las cabras producen anualmente 163.6 millones de litros de leche. Dentro de los Estados más productores de leche, sobresalen Coahuila con el 37.2% del total nacional, Durango 21%, Guanajuato 16.8%, Nuevo León 9.9%, Jalisco 3.7% y Zacatecas 3.2% (Aréchiga *et al.*, 2008a).



2.4. La producción lechera en el municipio de Tanhuato Michoacán

En Michoacán, la población caprina alcanza las 506, 817 cabezas distribuidas principalmente en tierra caliente, el bajío, la costa y la meseta tarasca. Se producen 21, 000,000 millones de litros de leche al año con valor en el mercado de 17 millones 713 pesos, a un precio que varía de acuerdo con la calidad, oscilando entre los 4.50 y 6.00 pesos. La zona del Bajío produce el 99% del lácteo en el estado; esto genera 18, 000 empleos de manera directa y 42, 000 empleos de manera indirecta lo que suma un total de 60, 000 empleos en este sector (Hernández y González, 2010a; Cano, 2012b)

En el municipio de Tanhuato, los caprinos representan un importante ingreso a las familias campesinas, en base a esto los caprinocultores de esta zona se encuentran actualizando sus hatos para certificarse como hatos libres de brucelosis, lo cual les permite vender su productos a empresas como coronado en Jalisco donde se comercializa un 60% del lácteo generado, real potosí en Zamora con un 30% y a la empresa Cajeta Cavadas en la Piedad con un 10%. Tanhuato ocupa el catorceavo lugar en producción de leche en el estado con una producción de 83.50 miles de litros anuales (SAGARPA, 2014).

2.5. Sistemas de producción caprina

Los sistemas de producción comprende factores como la aplicación de técnicas o tecnologías, la mano de obra, la predisposición de terreno y la existencia de una organización poblacional que se interrelacionan para obtener un producto pecuario determinado (Capote, 2002).

Tradicionalmente se han descrito los sistemas producción en México como intensivos, semi-intensivos y extensivos de los cuales manejándose apropiadamente se puede obtener leche, carne, cuero, abono y fibras (Juárez y Peraza, 1981).



Los tipos de explotación caracterizados por su complejidad y por ser dinámicos, van a depender de factores socioeconómicos, ubicación geográfica, refiriéndose al ambiente, clima, suelo, nutrición, agua disponible, sanidad, tipo de mercado, etc. Para que los sistemas de producción alcancen su objetivo, es necesario conocer cada uno de los componentes del sistema, haciéndolos interrelacionarse entre sí e interactuando a través del manejo para optimizar los resultados (Gioffredo y Petryna, 2010).

En investigaciones realizadas Galina y Peraza (1984) y Juárez (1984) describen los sistemas de producción en México como: A) sistema extensivo, con baja producción de leche, aproximadamente 100 litros por lactancia, desarrollados principalmente en los estados de Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Nuevo León y Coahuila. B) sistema semi-intensivo, con utilización de la vegetación nativa, alimentación en los esquilmos agrícolas y un mínimo de suplementación que permita producciones promedio de 250 litros por lactancia. C) Sistema intensivo, que se distingue por la estabulación y alimentación con altos niveles de suplementación y forraje, de buena calidad generalmente de corte, con producciones cercanas a los 450 litros y una duración de la lactancia aproximada de 250 días, manejan en su mayoría razas como la Saanen, Alpina, Toggenbourg, Nubia.

2.5.1. Sistema de producción extensivo

El sistema de producción extensivo, se realiza en gran parte del territorio mexicano, ubicándose esencialmente en regiones áridas y semiáridas. La base primordial del sistema extensivo es el uso de terreno de origen ejidal. Se caracteriza porque los rumiante camina largas distancias de forma frecuente para la obtención de su alimento, teniendo en cuenta la disponibilidad y calidad de los pastos (Ruiz, 2004; Hernández, 2000).

Es un sistema que cuenta con producciones bajas, las explotaciones son rentables por no tener que aportar piensos, fibra ni mezclas, no se cuenta con un control de



enfermedades, no se aprovecha el potencial productivo de las ganaderías y la calidad de vida del ganadero deja mucho a desear (Canales, 2004).

La tecnificación es escasa o nula y es común encontrar sobrepastoreo, que ocasiona una gran erosión del suelo y degradación de la vegetación. La escasez de alimentación induce otras características como son: estacionalidad en la época de empadre, nula o muy baja disponibilidad de leche para la venta, escasa reposición de vientres, manteniendo el plantel con animales viejos para mantener el número de la manada, animales improductivos de baja condición corporal, baja eficiencia de conversión alimenticia y baja fertilidad (Gioffredo y Petryna, 2010).

2.5.2. Sistema de producción semi-intensivo o mixto

Cuando a la cabra, además de pastoreo se le suministra forrajes o granos extra en las épocas de invierno o sequías se les considera como una producción de régimen mixto. Este sistema se establece en las zonas agrícolas donde el pastoreo está reducido, aprovechando la producción de forrajes y grano para aumentar la producción lechera de las cabras. Los rebaños deben de ser de 100 a 200 cabras como máximo. En las zonas con precipitaciones de 400 a 600 mm por año es el medio más adecuado para la explotación de este tipo (Agraz, 1981).

2.5.3. Sistema de producción intensivo o de confinamiento

El sistema intensivo propiamente dicho, es donde el manejo es en confinamiento permanente y la ausencia de pastoreo. Los rendimientos productivos suelen ser más elevados atribuyéndolos al tipo de manejo y el establecimiento de raciones equilibradas incluyendo la adición de vitaminas y minerales (Capote, 2002a; Núñez, 2000).

Este sistema cada vez va obteniendo más aceptación, y su implantación se va imponiendo ya en algunas regiones dado que ello permite, una mayor dimensión del



rebaño, mecanización de la explotación (amamantamiento artificial, ordeño mecánico, distribución de alimentos, extracción de abono, etc.). Este sistema permite la implantación de técnicas ganaderas indispensables, como el incremento de la productividad, inseminación artificial, testaje de reproductores, control de procesos patológicos, etc. (Espejo, 2015).

Este sistema productivo se distingue por la elevada inversión económica por parte del propietario conjugado con actividades pecuarias relacionadas con la producción o aprovechamiento de forraje y lo que conlleva, la aplicación de nuevas tecnologías, agregando que tienen la particularidad que utilizan animales específicos de acuerdo al fin zootécnico a través de mejoras genéticas (Torres *et al.*, 2010).

En la actualidad existe un aumento en la tendencia de la transformación de productos provenientes de este tipo de sistemas, dando valor agregado y estimulando la comercialización aumentando así sus ingresos y evitando a los mediadores (Echavarría *et al.*, 2009)

2.6. Razas lecheras caprinas más utilizadas en México

Se considera raza a una población de ganado con características morfológicas y de producción distintivas, la cual ha permanecido separada largo tiempo por barreras geográficas o por selección del hombre, y cuando sus integrantes se cruzan, sus descendientes son similares a sus padres (Gómez *et al.*, 2009).

Cabra criolla es un término que se ha utilizado en América Latina, para nombrar a las poblaciones locales de caprinos que se han formado a partir de migraciones o cruzamientos. Entre las razas o tipos de cabras que pueden encontrarse en México, destacan, la criolla, con alrededor de un 80%, y otras razas de origen Europeo como la Saanen, Toggenburg, Anglo-nubian y Alpina francesa (Tabla 3), son unas de las razas que se caracterizan por presentar rendimientos elevados de producción de leche durante muchos años (SDR, 2007).

**Tabla 3. Producción y días de lactancia en razas explotadas en México**

Raza	Días de lactancia	Producción de leche diaria promedio (Kg)	Producción de leche/lactancia (Kg)	Grasa (%)
Saanen	305	3.4	899.5	3.4
Alpina	305	2.8	868.4	3.5
Toggenburg	305	2.8	868.4	3.3
Nubia	210	2.9	617.0	4.5

Fuente: Reyes *et al.*, 2014e.

2.6.1. Raza Saanen

La raza Saanen tuvo su origen en el valle de Saanen en Suiza. Esta raza varía de tipo y de volumen según el país del que proceda. Presentan ubres bien implantadas, uniformemente desarrolladas, de forma globular, sin división, y pezones de mediano grosor más largos que cortos, apuntando ligeramente hacia adelante. El peso al nacimiento es 3.4 kg los machos y 3.7 kg las hembras; en tanto que el peso al destete es de 12.9 kg (a los 53 días), 13.7 kg (a los 58 días) y el peso al año 53 kg y 58 kg, respectivamente (Mujica, 2008).

Es la raza con mayor distribución geográfica en la actualidad. Se encuentra en todas partes del mundo. Registra producciones de 600 a 1,000 litros por lactancia, con un contenido de materia grasa promedio de 3.5%. Es un animal muy dócil, generalmente de color blanco, aunque están registrados animales de color crema. De pelaje corto y fino, presentan orejas bien definidas y erectas e inclinadas hacia adelante cuerpo delgado y de aspecto huesudo. Su tamaño puede ser de mediano a grande, también pueden llegar a tener o no cuernos (Contreras *et al.*, 2010).



2.6.2. Raza Alpina Francesa

Esta raza presenta una franja negra que le recorre desde el cuello a la punta de la cola. Los colores de esta raza difieren según de la variedad de la que se hable, puede encontrarse de blanco a gris y de café a negro con sus diversas combinaciones. La mayoría destaca por presentar orejas puntiagudas, cortas, pueden ser acornes o presentar cuernos cortos. Los machos llegan a pesar 80 a 100 kg y la hembras 50 a 70 kg. En condiciones de producción intensiva se han encontrado resultados de 756 kg en 273 días hasta 1000 L en 300 días de lactancia y un porcentaje de grasa entre 3.3 y 3.5%. Cabra de origen suizo criada en Los Alpes, pero adaptada a las condiciones del valle. Existen dos especies: la Brienz-Oberhasli, sin cuernos, y la Grisonas, con cuernos (De la Rosa, 2011).

2.6.3. Raza Toggenburg

Raza lechera de origen suizo. Obtenida a partir de cruzamientos entre cabras gamuzadas de Saint Gall y Saanen. Pelaje de color claro u oscuro variando hasta el pardo, con bandas blancas o grises en la cara y patas; corto o mediano, fino, más largo en el dorso y muslos. Cuerpo longilíneo. Frente ancha, perfil recto; con o sin cuernos. Orejas cortas, blancas, con manchas oscuras en el centro y erectas. Cuello de longitud media, delgado y fuerte. Miembros fuertes y bien aplomados. Ubres bien implantadas de forma globular, de tamaño mediano sin división. Temperamento tranquilo. Producción de leche semejante o un poco inferior a la Saanen. Porcentaje de grasa: 3 a 3.5% (Santiago, 2006a).

2.6.4. Raza Nubia

Es una raza de cabra de uso múltiple, útil para la producción de carne, leche y piel. Su producción de leche oscila entre los 600 a 700 kg por lactancia, con un contenido de materia grasa de 4%. El pelaje es fino, corto y brillante. El principal distintivo de esta raza, es su cabeza, la que presenta largas orejas y nariz romana; su perfil es ultra



convexilíneo. Son animales de tamaño mediano a grande, siendo el peso adulto 55 a 60 kg y una alzada de 76 cm, para las hembras; siendo estos valores para los machos, 75 a 80 kg y 81 cm, respectivamente. El color fluctúa desde el negro hasta el blanco, pudiendo encontrarse tonalidades, castaño, colorado y sobre todo las mezclas de éstos. Se adapta muy bien a climas cálidos y es menos tolerante al frío (Mujica, 2008a).

2.7. Leche de cabra

La denominación de leche, se define como el líquido fisiológico secretado por la glándula mamaria de los mamíferos, la cual está compuesta por, agua, grasa, proteína, azúcares (lactosa), minerales, vitaminas y algunas sustancias compuestas por menor concentración como enzimas, nucleótidos, lecitinas, y gases disueltos (Mahé, 1997).

Es de color blanco-amarillenta y de apariencia opaca, su olor es característico, pero si la ración contiene compuestos aromáticos puede adquirir olores anormales. Por otro lado, desde el punto de vista dietético la leche es el alimento puro, más próximo a la perfección. En la tabla 4 se observa la composición global de la leche. Su principal proteína es la caseína y es una fuente rica de calcio (Agudelo y Bedoya, 2005; Hernández, 2013).

**Tabla 4. Composición global de la leche ovina, caprina y bovina expresada en porcentajes**

Elemento	Ovina	Bovina	Caprina
Agua	81.58	87.48	87.10
Sólidos Totales	18.42	12.52	12.90
SNG	12	9	8.72
Proteína	5.8	3.3	3.4
Grasa	7.1	3.8	3.5
Lactosa	4.6	4.7	4.1
Energía Total (Mcal/Kg)	-	-	6.9

Fuente: Molina, 1997; Chacón, 2005; Park, 2006; Reyes *et al.*, 2014.

2.8. Características Organolépticas de la leche

Son todas aquellas que se aprecian en forma simple y rápida con ayuda de nuestros sentidos, como: color, olor, sabor, textura. La coloración de la leche es de color blanco amarillenta, esto dependerá de la concentración de la grasa, la caseína que es la proteína de la leche, los carotenos provenientes de las hierbas verdes. La leche por lo general es dulce por el contenido de lactosa. El sabor puede cambiar dependiendo del cuidado higiénico que se da en la ordeña, separando al semental durante la lactancia y evitando alimentos ricos en proteína (Lesur *et al.*, 2004).

El olor de la leche dependerá de la alimentación que se proporcione a la dieta. Lo que desprende una mayor concentración de olor es la que se le atribuye a la presencia de los ácidos grasos de cadena media, los cuales se encuentran encapsulados dentro del glóbulo graso. La textura característica de la leches debe de ser de consistencia, pegajosa y ligeramente viscosa. Esto se debe al contenido de azúcares, sales disueltas en ella y caseína (Haenlein, 2002; Ochoa, 2011).



2.9. Composición nutricional de la leche de cabra

La composición de la leche de distintas especies, está condicionada por las necesidades nutricionales de la especie, pero en general la diferencia es de tipo cuantitativo, ya que las leches de distintas especies contienen, básicamente, los mismos constituyentes principales: agua, proteína, grasa, lactosa y minerales. La composición de la leche determina su valor nutritivo, su capacidad para ser utilizada como materia prima para productos lácteos y otros alimentos y muchas de las características físico-químicas y organolépticas de estos productos (Molina, 1997a).

2.9.1. Agua

El agua es la fase dispersante, en la cual los glóbulos grasos y demás componentes de mayor tamaño se encuentran emulsionados o suspendidos. El punto de congelación se encuentra por término medio entre -0.54°C y -0.55°C (valores límites: -0.51°C y -0.59°C) en virtud de la lactosa y sales disueltas; la técnica de su determinación se llama crioscopía y ha sido también adoptada en el examen de la leche para determinar posibles adulteraciones por adición de agua (Agudelo y Bedoya, 2005a).

Mencionan Basurto *et al.*, (2009a) el contenido de agua en cuatro especies son similares haciendo una comparación, en la leche humana se encuentran valores de 87.1%, en la leche bovina el valor es de 87.3%, la de cabra y oveja se maneja de 86.7% y 82% respectivamente.

2.9.2. Minerales

El 0.70 a 0.85% de la leche está constituido por las sales minerales. Los más importantes cationes existentes son Na, K, Ca y Mg, y los tres aniones básicos con P, Cl y citratos. La leche de cabra es rica en potasio y cloro, supera fácilmente a la de vaca, como se muestra en la tabla 5 la composición de los minerales en dos diferentes especies. La leche de cabra aporta 13% más calcio que la leche de vaca, en cambio



no es una fuente adecuada de otros nutrientes como hierro, cobre, cobalto y magnesio (Arbiza, 1986)

La leche de cabra contiene menos sodio y menos minerales de cobalto y molibdeno que la leche de vaca, pero más potasio (134% más) y cloro (0.151% total), siendo los más similares entre ambas leches. El cloro representa el 14.7% de las cenizas totales de la leche de cabra, a diferencia de la de vaca en la que representa el 14.3%. Este contenido alto de cloro tiende a asociarse con las propiedades laxantes de la leche de cabra (Bedoya *et al.*, 2011).

Tabla 5. Composición de minerales de dos diferentes especies en 100 ml

Minerales	Vaca	cabra
Calcio (mg)	125	130
Fósforo (mg)	103	159
Magnesio (mg)	12	16
Potasio (mg)	138	181
Sodio (mg)	58	41
Hierro (mg)	0.10	0.05
Cobre (mg)	0.03	0.04
yodo (mg)	0.021	-
Manganeso (mg)	2	8

Fuente: Reyes *et al.*, 2014f.

2.9.3. Proteína

Uno de los componentes de la leche más importante desde un punto de vista nutritivo de cualquier especie, son las proteínas. En cuanto a la proteína, la composición de las diferentes fracciones de la leche de cabra puede diferir a comparación con la de vaca. Algunos estudios han afirmado que la proteína caprina puede tener un mayor valor biológico que la vacuna de 90,9% y 90,4% respectivamente (Rodden, 2004; Belewu y Aiyegbusi, 2002).



Las proteínas más interesantes resultan ser las caseínas, proteínas coagulables que determinan el rendimiento de fabricación y, por tanto, la calidad tecnológica de la leche. Las caseínas se caracterizan por presentar uniones ester-fosfato, un alto contenido en prolina y bajo en cisteína. La proteína de la leche de cabra suele presentar una relación entre aminoácidos esenciales y totales de 0,46 y una relación de esenciales contra no esenciales de 0,87 (Singh y Singh, 1985).

La caseína es la proteína más abundante, además de ser la más importante en la leche por no encontrarse en otros alimentos, existen tres tipos de caseínas (a, b y k que es la Kapa caseína), en la leche también se encuentra la albúmina y la globulina. El valor biológico de la caseína en la alimentación obedece a su contenido en aminoácidos esenciales que se separan de la parte acuosa por acción de enzimas como la renina o la quimiocina, responsables de la precipitación de la proteína en el elaboración de quesos (Lerche, 2005).

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). Estas caseínas de la leche de cabra se caracterizan por contener más glicina, así como menos arginina y aminoácidos sulfurados, especialmente la metionina (Capra, 2004; Alais, 1988)

La albúmina es la proteína de la leche, que sigue en cantidad a la caseína, con una cifra aproximada de 0.5%. Mientras que la caseína es relativamente estable a la acción del calor, las albúminas se desnaturalizan con facilidad al calentarlas. Por esta razón durante el proceso de calentamiento a altas temperaturas se destruye gran parte de la proteína sérica (Agudelo y bedoya, 2005b).

Las globulinas de la leche, son proteínas de alto peso molecular que se encuentran preformadas en la sangre. Son las proteínas que más fluctuaciones experimentan en el transcurso de un período de lactación, desde 9% al 16% del total de la proteína, que



es la tasa que puede alcanzar en el calostro, disminuye hasta ser de sólo unas milésimas de dicho porcentaje en las últimas etapas de la lactancia (Lerche, 2005a).

2.9.4. Lactosa

La lactosa es un disacárido formado por la unión de una molécula de glucosa y otra de galactosa, en otras palabras es un azúcar presente en la leche de los mamíferos, a la que se debe su sabor dulce. 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 (Chacón, 2005a).

La lactosa debido a la acción enzimática bacteriana, fermenta dando productos como resultado ácido láctico, anhídrido carbónico, alcohol, ácido propiónico y butírico y otros compuestos, que ocasionan la coagulación de la leche, que en el caso del queso, le conferirán parte de su aroma y sabor (Richardson, 2004).

El contenido de lactosa de la leche de cabra es parecido al de leche bovina fluctuando entre 44 a 47 g/L, y depende del estado de lactación en el que se encuentran los animales. Por otra parte 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% (Shimazaki *et al.*, 1991).

2.9.5. Vitaminas

Las principales vitaminas que se encuentran en la leche de cabra son las vitaminas A, D, E, K, B1, B2, B6, B12, C, carotenos, nicotinamida, biotina, ácido fólico, su concentración está sujeto a grandes oscilaciones. El calostro posee una extraordinaria riqueza vitamínica, contiene de 5 a 7 veces más vitamina C y de 3 a 5 veces más vitaminas B2, D y E que la leche normal (Agudelo y Bedoya, 2005c).



La leche de cabra contiene niveles más altos de vitaminas del grupo B, que a leche de vaca, especialmente la riboflavina, con la excepción de que las concentraciones de las vitaminas B₆ y B₁₂ son más bajas. Una característica de la leche de cabra es su elevado contenido de vitamina A y, a diferencia de la leche de vaca, no contiene precursores de esta vitamina (Jauber y Kalantzopoulos, 1996).

De acuerdo con Richardson (2004a) y Rodden (2004a) señalan que la leche de cabra provee aproximadamente el doble de vitamina A que la leche de vaca (2.074 UI por litro contra 1.560 UI). 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. A esto se suma el hecho de que la leche de cabra es muy rica en riboflavina, importante como un factor del crecimiento. La leche de cabra contiene alrededor de 350% más niacina que la de vaca y 25% más vitamina B₆.

2.9.6. Grasa y ácidos grasos

La grasa láctea se sintetiza en su inmensa mayoría en las células secretoras de la glándula mamaria y constituye cerca del 3% de la leche; se encuentra en forma de partículas emulsionadas o suspendidas en pequeños glóbulos microscópicos, cuyos diámetros pueden variar de 0.1 a 0.22 micrones que se encuentran rodeados de una capa de fosfolípidos que evitan que la grasa se aglutine y pueda separarse de la parte acuosa. Los procesos hidrolíticos oxidativos conducen a la formación de peróxidos, aldehídos, cetonas y ácidos grasos libres, originándose así alteraciones del sabor que se hace sebáceo o rancio (Lerche, 2005b).

Uno de los aspectos más interesantes de la leche de cabra es la naturaleza de su grasa. La leche de cabra presenta una grasa con los llamados triglicéridos de cadena mediana (MCT), triglicéridos formados por ácidos grasos cuya cadena carbonada tiene entre 6 y 14 átomos de carbón, alcanzan normalmente, un porcentaje mayor al 30%, a diferencia de la leche de vaca, que no alcanza de estos compuestos más de 20% (Basurto *et al.*, 2009b).



La grasa de la leche de cabra es una fuente concentrada de energía, lo que se evidencia al observar que una unidad de esta grasa tiene 2,5 veces más energía que los carbohidratos comunes. 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 (Sanz, 2007; Chacón, 2005b).

Su bajo peso molecular e hidrosolubilidad, facilita la acción de las enzimas digestivas, haciendo que su hidrólisis sea más rápida y completa que la de los triglicéridos de cadena larga y a diferencia de éstos, la digestión de los MCT comienza a producirse en el estómago, ya que la lipasa gástrica, prácticamente sin acción sobre los triglicéridos de cadena larga, inicia la hidrólisis de los MCT, la que será completada por la lipasa pancreática, a un ritmo cinco veces superior a la hidrólisis de los triglicéridos (Sanz *et al.*, 2003).

La leche de cabra tiene por lo general un 35% de ácidos grasos de cadena mediana contra el 17% de la leche de vaca, de los cuales tres (capróico, caprílico y cáprico) representan un 15% en la leche de cabra contra un 5 % en la de vaca, los cuales le dan un olor y sabor característico a la leche de esta especie. Los contenidos de ácidos grasos esenciales y de cadenas cortas hacen de la leche de cabra un alimento saludable desde un punto de vista cardiaco (Capra, 2004a; Morales, 2004).

Los ácidos grasos de cadena mediana poseen propiedades diferentes a los de cadena larga cuando son metabolizados por el ser humano, especialmente los ácidos caprílico y cáprico. Se da principalmente por la tendencia de los ácidos antes mencionados, 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, lo que se relaciona con una disminución de las enfermedades coronarias, la fibrosis quística y los cálculos biliares (Haenlein, 2002a).



Como ya se mencionó, 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 (Rodden, 2004b).

2.10. Características y desarrollo de la glándula mamaria de la cabra

La glándula mamaria, es el órgano que en todos los mamíferos produce leche. La ubre está conformada por dos glándulas independientes, está situada en la región inguinal. Cada uno de ellas finaliza en una papila o pezón, generalmente único, cuyo orificio externo presenta una concentración de fibras musculares circulares que lo cierra, el esfínter del pezón, que evita el flujo espontáneo de leche al exterior y cuya resistencia es necesario vencer para permitir la salida de leche (Ferrando, 1990; Arbiza, 1986a).

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. En una cabra adulta en plena lactación pueden llegar a medir 7-8 cm de longitud por 3 cm de diámetro (Bedolla *et al.*, 2012)

En la especie caprina, el desarrollo mamario ocurre antes de la primera gestación, constituye el esqueleto donde podrá proliferar posteriormente el tejido secretor. En la etapa fetal la presencia temprana de los botones mamarios que originarán los fotones primarios y secundarios que serán los que determinen la estructura básica del sistema de conductos de la glándula. En el postnacimiento, este sistema se desarrolla por efectos de las hormonas, que provienen de la hipófisis (prolactina y hormona del



crecimiento), así como las de origen adrenal y ovárico, las que junto a factores de control local determinan la configuración del crecimiento del árbol mamario (Knight y Peaker, 1982).

La glándula mamaria está formada por el parénquima y el estroma. El parénquima es la parte secretora de la glándula y está constituido por tejido epitelial túbulo alveolar, derivado del engrosamiento lineal del ectodermo del embrión, y consta de los llamados sistemas alveolar y tubular (Morales, 2004a).

El estroma está formado por otros tejidos complementarios de origen mesodérmico como: los sistemas vasculares sanguíneo y linfático, y los tejidos adiposo, conjuntivo y nervioso. Ambas estructuras se desarrollan muy temprano en el embrión, a partir de un engrosamiento lineal del ectodermo (cordones mamaros) desde el tórax a la región inguinal (Peris *et al.*, 2003; Agraz, 1981a).

2.10.1. Estructura externa e interna de la glándula mamaria

En la forma externa cuenta con dos medios, cada pezón con un solo conducto. Estos medios exocrinos son glándulas sudoríparas dilatadas y modificadas. Los elementos primarios de una glándula mamaria son los alvéolos (estructuras tubulares huecas) recubiertos por células epiteliales y rodeados por células mioepiteliales. 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 y son palpables (Bedolla *et al.*, 2012a).

El estudio de la estructura interna de la glándula mamaria se desarrolla clásicamente en condiciones *in vitro* por medio de disecciones anatómicas. Esto revela la presencia de dos glándulas mamarias independientes recubiertas por una única bolsa epitelial, cada una de ellas envueltas a su vez por una bolsa de tejido fibroelástico y separadas por una clara y definida pared intermedia de tejido conjuntivo llamado súper ligamento



suspensorio. La fuerza de este ligamiento normalmente produce la presencia de un surco intramamaria entre cada glándula (Peris *et al.*, 2003a).

La secreción de la leche de cabra es de tipo apocrino, lo que indica que al final de la fase secretora, la parte superior de la célula epitelial se aparta de su base liberándose dentro de la luz del acin en forma de partícula citoplasmática (Wooding *et al.*, 1970).

2.11. Factores que afectan la calidad de la leche e influyen en el RCS

La producción de leche depende de múltiples factores genéticos, alimenticios, ambientales, sanitarios, fisiológicos y de manejo. Todos estos factores van a actuar directa o indirectamente sobre la ubre como órgano encargado de elaborar y segregar la leche.

2.11.1. Factores alimenticios, climáticos y de manejo.

El conocimiento de la ubre y de su fisiología son fundamentales, ya que la obtención de un producto abundante, sano y de buena calidad nutritiva es la razón que justifica la explotación del ganado cabrío (Del Amo *et al.*, 1989).

La evaluación de la calidad se realiza a través de pruebas sensoriales, fisicoquímicas e higiénico-sanitarias, que determinan las características y propiedades de su aptitud nutritiva e inocua en el uso y consumo humano, asegurando la adquisición de una materia prima adecuada para la elaboración de productos lácteos. Una mala alimentación es un factor importante para tener una deficiencia de calidad en la leche (Basurto *et al.*, 2009c).

La dieta de las cabras dedicadas a la producción de leche incluye generalmente el consumo de alimento concentrado, el cual, al ser suministrado en pequeñas cantidades, no impide que la formación de ácido acético sea predominante en rumen



y que sea suministrado a la glándula mamaria, maximizando la producción de grasa en la leche (Church, 1993).

Las dietas que incluyen concentrados presentan un efecto directo sobre los carbohidratos fibrosos al reemplazarlos por carbohidratos no estructurales, los cuales se fermentan completamente y de una manera más rápida; como consecuencia, se aumenta la producción total de ácidos grasos volátiles (AVG) y disminuye la relación acético-propionico; este cambio en el nivel ruminal estimula la producción de leche, debido al aumento de precursores lácteos como la glucosa, pero, un exceso en el suministro de alimentos concentrados puede reducir el nivel de ácido acético y aumentar el propionico, generando una disminución en la calidad composicional de la leche (Bedoya *et al.*, 2011a).

El manejo de los animales es esencial para poder obtener un mayor confort, por ejemplo en las cabras requieren un mínimo de cuidado y una de las más importantes es el corte de las pezuñas. La capa externa del tejido córneo de las pezuñas de las cabras crece en forma similar a las uñas del hombre y debe ser cortada periódicamente. La negligencia ocasionará volver coja a la cabra. La periodicidad del corte depende de varios factores. Algunas pezuñas crecen más rápido que otras, o existen diferencias entre los animales (Basurto *et al.*, 2009d).

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. 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 de animal, etc. Por ello es difícil hablar de efectos aislados (Chacón, 2005c).

Cualquier acontecimiento que produzca estrés, como el estro, la enfermedad, entre otras, pueden influir en el recuento de células. Además de aumentar el número de



leucocitos en la sangre, con frecuencia existe una disminución de la producción de leche que causa un efecto adicional de concentración (Saran y Chaffer, 2000).

2.11.2. Factores de origen inflamatorio

Según los autores Contreras *et al.* (2003) y Bergonier *et al.* (2003) cualquier proceso inflamatorio, da lugar a un aumento en el recuento de células somáticas (RCS). Los factores de naturaleza inflamatoria que modifican el RCS pueden clasificarse en factores infecciosos y no infecciosos, dependiendo de si están o no implicados microorganismos.

La incidencia anual de mastitis clínica en ganado caprino es muy baja (<5%) y está causada principalmente por *S. aureus*, *S. cuagolosa negativo* (SCN), Estreptococos y Enterobacterias. Por otra parte, la prevalencia de mastitis subclínica suele situarse entre el 5 y el 30% y los gérmenes responsables suelen ser ECN (alrededor del 70% de las infecciones), *S. aureus* (8%), Gram-negativo 8% y Estreptococos 6% (Contreras *et al.*, 2007).

La relación entre los valores medios de los RCS de las glándulas infectadas y no infectadas, es menor al final de la lactación que al inicio, debido al incremento fisiológico que se produce en el RCS durante la lactación, lo que dificulta el diagnóstico indirecto de las mastitis subclínicas al final de la lactación mediante métodos basados en la concentración celular (Corrales *et al.*, 1996).

En la glándula sana se observa un paso muy escaso de los granulocitos neutrófilos de la sangre hacia el epitelio alveolar y de ahí a la leche. En caso de que haya una invasión muy fuerte de bacterias, aumentará el número de granulocitos en los vasos sanguíneos y también, en consecuencia, el número de células somáticas en la leche. Diferentes mediadores químicos desencadenan esas reacciones inflamatorias como consecuencia de la acción de agentes patógenos o de algún otro estímulo (De Rosa *et al.*, 1997; Wolter *et al.*, 2004).



Una reacción inflamatoria aguda es crucial para la defensa de los tejidos del hospedero contra patógenos invasores. Los leucocitos, especialmente los neutrófilos son los principales participantes de este mecanismo de defensa natural, y su migración al sitio de infección es determinante para el desenlace de la infección Riollot *et al.* (2000). La fase aguda de la respuesta inflamatoria se refiere a la amplia gama de respuestas fisiológicas que se inician inmediatamente después de que ocurre una infección o trauma físico (Paape *et al.*, 2002).

2.11.3. Mastitis

El término mamitis se define como toda inflamación de la glándula mamaria. Esta inflamación aparece, como reacción del organismo frente a la presencia de gérmenes que desencadenan un proceso de infección, constituyendo lo que se conoce como mamitis infecciosas, o bien como reacción a determinados factores externos como productos químicos, temperaturas extremas, contusiones o bien factores fisiológicos en los que destaca el efecto hormonal o de manejo del ordeño. La infección intramamaria de origen bacteriano es la causa principal del aumento del RCS en la leche de cabra (Raynal-Ljutovac *et al.*, 2007).

2.11.4. Tipos de mastitis

La mastitis, que puede ser subclínica moderada o clínica severa, es una importante enfermedad ya que constituye un problema serio en los hatos lecheros con consecuencias económicas considerables, principalmente debido a la reducida de la producción y desecho de leche contaminada (Bedolla *et al.*, 2012b).

2.11.5. Mastitis clínica

En este tipo de presentación la mastitis se puede apreciar con anomalías en la ubre, con formación de nódulos y a acompañada con secreciones. Varía en severidad,



dependiendo, del microorganismo que causa la infección. En la leche se pueden apreciar grumos a la hora de la ordeña con una presentación más acuosa, sin color o incluso puede aparecer material purulento. En los casos clínicos subagudos los síntomas incluyen solamente alteraciones mínimas en la leche y el medio afectado se observan coágulos, descamaciones, o secreción descolorida. El medio también puede estar hinchado y caliente al tacto. Sin embargo, en los casos clínicos sobreagudos o mastitis gangrenosa, lleva incluso a la muerte del animal (Bedolla *et al.*, 2012c).

2.11.6. Mastitis subclínica

La mastitis subclínica ocurre cuando un patógeno infecta uno o más cuartos, pero no causa mayor daño en el alvéolo mamario como para resultar en leche evidentemente anormal. Suele persistir entre lactaciones y, sin embargo, pasa desapercibida para el ganadero ya que la única manifestación es el descenso de la producción láctea. Solamente puede ser perceptible por la medición del contenido de células epiteliales y blancas de la sangre de la leche. Por ello, este tipo de mastitis son las que producen mayores pérdidas económicas (Bedolla *et al.*, 2012d; Ruegg, 2001).

Los micoplasmas aislados de mamitis subclínicas ocasionan una elevación del RCS moderada, ya que el valor obtenido de glándulas infectadas por estos patógenos es aproximadamente el doble al hallado de glándulas no infectadas. Por otra parte afecta la calidad de la leche y también es importante porque constituye un reservorio de los microorganismos que conducen a la infección de otros animales dentro del rebaño (Corrales *et al.*, 1999; Martínez *et al.*, 1999).

2.12. Importancia de las células somáticas en la leche de cabra

Las células somáticas son células defensivas situadas en la ubre de la cabra, que son eliminadas con la leche y su cuantificación permite determinar la presencia de mastitis y el grado de infección de la glándula mamaria. La importancia del conteo de células somáticas en la leche es que podemos conocer si la leche que obtenemos de la



glándula mamaria es de buena calidad, así mismo, conoceremos el estado de salud de la misma al obtener un número de células somáticas. Los números de las células somáticas, son indicadores del estado higiénico sanitario de la ubre y varía en respuesta a condiciones ambientales, fisiológicas y patológicas (Daniel y Ferraro 2010a).

Durante décadas se ha utilizado el análisis del RCS en la leche en distintas especies, para evaluar la salud de la ubre así como la calidad de la leche y por otro lado provee una estimación del grado de infección presente en el hato. La inflamación de la glándula mamaria da lugar a un mayor flujo de leucocitos a la leche y, en consecuencia, se produce un aumento de células somáticas (Godden *et al.*, 2002).

Cuando se produce una entrada de bacterias en la glándula mamaria, la respuesta inmunitaria del organismo es enviar glóbulos blancos desde el torrente sanguíneo para neutralizar estas bacterias invasoras. Dichos glóbulos blancos son en esencia lo que se conoce por células somáticas (Hernández, 2008).

Las células somáticas son una parte importante en el mecanismo de defensa natural de la cabra. 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. El aumento de CS en la leche de cabra es causado en parte por un aumento en la proporción de desprendimiento de estas células epiteliales (CEE) y la presencia de masas citoplasmáticas (CM) lo cual ocurre como consecuencia del proceso secretor apocrino (Ortega *et al.*, 2011).

Los microorganismos que elevan en mayor medida el RCS son aquellos que, clásicamente, han sido clasificados como patógenos mayores (*S. aureus*, *Streptococcus spp*, *Pseudomonas spp*, enterobacterias), pues dan lugar a valores de RCS que oscilan, en líneas generales, entre 2.000.000 a 4.000.000 células/ml de media geométrica, es decir, un incremento de unas 10 veces respecto a los recuentos de las glándulas sanas (Raynal-Ljutovac *et al.*, 2007a; Martínez, 2000).



Como señala Martínez (2000a) y Hinckley y Leander (1981) los valores menores de RCS se obtienen a partir de glándulas infectadas por *S. caprae*, *S. xylosum* y *S. hominis* (media geométrica entre 600.000 y 800.000 cs/ml), y los valores más elevados cuando se aísla *S. epidermidis* y *S. simulans* (media geométrica de 1.000.000 cs/ml aproximadamente). El conteo de células somáticas en 1, 500,000 cs/ml son sugeridas de infección intramamaria.

Por otra parte, se estima fundamentalmente que niveles elevados de RCS se relacionan con una menor producción y con variaciones en la composición de la leche, pudiéndose significar alteraciones en términos de subproductos. La etapa de la lactancia se relaciona con el RCS, incrementándose a finales de esta (Marín *et al.*, 2010).

2.13. Número de células somáticas permitidas

Las células somáticas han representado la presencia de infección en la glándula mamaria en animales caprinos de tal manera que es necesario establecer límites en el número de células somáticas. En Estados Unidos, el límite legal para RCS en caprinos según la Food and Drug Administration, es de 1.000.000 cs/ml para ovejas y cabras, con un promedio de 570.000 cs/ml en los años 2003-2004. En la Unión Europea no se ha definido un límite legal. Los resultados del control lechero en Francia indican un promedio anual de CCS 1.100.000 a 1.300.000 cs/ml (Marín *et al.*, 2010a).

La concentración celular de la leche de cabra es más elevada que la leche de vaca y de oveja. En la tabla 6 se muestra una interpretación de resultados del CCS. En ausencia de mastitis el RCS en la leche de cabra pueden variar entre 270.000 y 2 millones de cs/ml, mientras que en la leche de vaca y oveja se situaría entre 10.000 y 200.000 cs/ml (Dulin *et al.*, 1983; Paape *et al.*, 2007).

**Tabla 6. Interpretación de conteo de células somáticas (SCC) de muestras individuales de leche de cabra**

CCS/ml	Interpretación
$\leq 1,000$	Glándula sana
500,000	Infección por patógenos
$\geq 1,500,000$	Mastitis clínica

Fuente: Ortega *et al.*, 2011a.

2.14. Función de las células somáticas

Cada 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). De acuerdo a lo que menciona Micheo (2012) las células somáticas son células blancas propias del organismo que le sirven como defensa a la glándula mamaria de la cabra contra organismos patógenos y su función biológica de las células somáticas es que participan en la defensa contra infecciones de la glándula mamaria.

2.15. Métodos de conteo celular

Existen varios métodos para realizar el conteo de células somáticas (CCS): Físicos, químicos y biológicos, entre ellos difieren en sencillez, confiabilidad y costo. Los métodos electrónicos tienen en la actualidad una aplicación universal, sobre todo en laboratorios de control lechero o dedicados al diagnóstico o investigación de la mastitis, utilizándose aparatos de recuentos celulares como el Bactoscan, Fossomatic (Foss Electric, Dinamarca) y el Counter Coulter (Coulter, Inglaterra) (Bedolla, 2007; Hernández, 2008a).



2.15.1. Determinación del número total de CS con el aparato DeLaval

El contador de células DCC 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, 2003).

2.15.2. Análisis Físico- Químico de la leche con Lactoscan ultrasonic

Es un analizador de leche portátil por ultrasonido, para los análisis de grasa, sólidos no grasos, proteínas, lactosa, agua, temperatura, punto de congelación, pH, sólidos, conductividad, así como también la densidad. Asimismo, se puede utilizar en las granjas lecheras, centros de acopio de leche, empresas lecheras, centros de selección de leche y laboratorios para asegurar la calidad y el control de los parámetros económicos importantes como la grasa y proteína, con resultados rápidos y precisos que permitan ajustarse para obtener una producción óptima (Gaytán, 2015).



3. HIPÓTESIS

La calidad nutricional de la leche caprina recolectada de manera individual en cabras en el municipio de Tanhuato, Michoacán varía en base al conteo celular somático.

4. OBJETIVO

El objetivo del presente estudio fue correlacionar el conteo de células somáticas con la calidad de la leche de cabras de la raza Saanen de manera individual en el municipio de Tanhuato, Michoacán.



5. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1. Ubicación de la explotación caprina

El presente estudio se realizó en el municipio de Tanhuato, Michoacán, el cual se localiza al noroeste del estado de Michoacán, en las coordenadas, 20° 00' de latitud norte y 101° 25' de longitud oeste, a una altura de 2, 280 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con el Estado de Jalisco, al este con Yurécuaro, al sur con Ecuandureo e Ixtlán y al oeste con Vista Hermosa. Su distancia a la capital del Estado es de 172 km. Su superficie es de 227.78 Km y representa el 0.38 por ciento del total del Estado. Su clima es templado con lluvias en verano. Tiene una precipitación pluvial anual de 700 milímetros con temperaturas que oscilan entre 2.5 a 40.0° centígrados (INEGI, 2013).

La principal actividad agrícola es la producción de trigo (*Triticum vulgare*), sorgo (*Sorghum vulgare*), maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*), seguida por la producción de ganado. El sistema de producción es principalmente semiintensivo, con pobre tecnología, infraestructura y equipo (Bazan *et al.*, 2009).

5.2. Animales utilizados y sistemas de pastoreo

La toma de muestras se realizó en 21 hatos, en los cuales hay un total de 462 hembras, con las características fenotípicas de la raza Saanen. Se tomó el 5% de cada hato, se inició con la primera ordeña a las 7 am del día 14 de julio del 2015 y se concluye el 26 de Enero del año 2016. Las cabras de esta región son explotadas a pequeña escala bajo un sistema de producción semiintensivo y son alimentados con pasturas de la región y cuentan con maquinaria para llevar a cabo la ordeña que se emplea una vez al día.



5.3. Toma de muestra y transporte

El muestreo al interior de los rebaños fue de manera individual directamente de los medios de la ubre con previa desinfección con alcohol. En seguida, se continuó con la toma de muestras de leche utilizando para ello tubos de ensayo esterilizados con tapón hermético en los cuales previamente se anotó la identificación necesaria de la cabra. Se despunto el medio, el tubo de ensayo se colocó inclinado para evitar la entrada de suciedad. Se llenaron tres cuartas partes del tubo como máximo, se recolectaron dos tubos uno por cada medio. Finalmente los tubos con la muestra se colocaron en una gradilla puesta en una hielera cerrada herméticamente para posteriormente transportarlas al taller de lácteos de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UMSNH, para su refrigeración a 4°C, donde al día siguiente se analizaron (Frau *et al.*, 2007).

5.4. Procesamiento de las muestras

El procesamiento de las muestras de leche obtenidas se realizó al día siguiente del muestreo. Para la determinación del número total de células somáticas se utilizó el aparato DeLaval. 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, característico por poseer una forma de zig zag en la parte céntrica. El resultado de la muestra se expresa en células/ml de leche en el visor (pantalla eléctrica) en un lapso de 45 segundos después de haber insertado el cassette.

Ese mismo día, para la determinación del análisis Físico-Químico se utilizó Lactoscan ultrasonic, milk analyzer, donde se determinan las características nutricionales de la leche. El recipiente donde se coloca la muestra de leche se desinfecto con agua destilada y jabón, enseguida, se agregó toda la muestra de un tubo en dicho recipiente, se programó y a los 40 segundos imprimió los resultados de grasa, SNG, proteína y lactosa.



6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores obtenidos en el conteo de células somáticas se aprecian en la tabla 7. De los 21 hatos muestreados, con un total de 355 animales el 16.05% se encontraba en producción, en el municipio de Tanhuato, Michoacán.

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

Tabla 7. Resultados del CCS en cabras de la raza Saanen de manera individual

Clase	CCS	Número de Animales	Porcentaje
1	≤500,000 cs/ml	28	49.12%
2	501,000 a ≤1,000,000 cs/ml	8	14.03%
3	>1,000,000 cs/ml	21	36.84%
Total		57	100%

Fuente: Investigación directa, 2016.

Basándonos en esta norma, se obtuvieron 63.15% que estén en el límite legal, pero sin embargo hay un porcentaje menor de 36.84% que se encuentran sobrepasando el 1, 000,000 cs/ml, esto indica que cuando hay un aumento en el CCS se atribuye a una infección intramamaria.

Sin embargo el Simposio Internacional de la Unión Europea, concluye proponer un umbral en Italia sobre CCS de 1, 500,000 cs/ml según mencionan Barbosa *et al.* (1994), al igual que en España Corrales *et al.* (2004) menciona que un límite legal para el RCS en cabras es de 1, 500,000 a 3, 000,000 cs/ml.



Haciendo una clasificación del CCS de lo que establece en Europa, se halla un 94.71% que están por debajo de 3, 000,000 cs/ml y un restante de un 5.26% que sobrepasan los 3, 000,000 cs/ml, rebasando los límites legales que establece internacionalmente.

Diversos estudios han demostrado que la etapa de lactancia está relacionada con el RCS, habiendo un incremento al final de esta, como señalan Zeng y Escobar (1995); Paape *et al.* (2007a). Los factores causantes de la mayor presencia de CS en la leche de cabra son la raza, edad, el tipo de secreción apocrina de la glándula mamaria, infecciones intramamaria, nivel de producción y condiciones de manejo como señalan (Baudry *et al.*, 1997; Lerondelle *et al.*, 1992).

En las cabras, el aumento en el RCS no siempre está asociada a una reducción en la producción de leche. La baja producción de leche junto con un alto RCS puede deberse más bien a los efectos de lactancia avanzada, que al alto nivel de CCS como mencionan (Wilson *et al.*, 1995).

Todo proceso inflamatorio a nivel de la glándula mamaria se traduce en altos RCS, lo que se debe principalmente a dos posibles causas: daños en la células alveolares de las glándulas mamarias que reducen las síntesis de los componentes de la leche o bien, a cambios en la permeabilidad de las membranas que incrementan el paso de componentes de sangre a leche según señalan Raynal-Ljutovac *et al.* (2007b). Estos altos recuentos se asocian a un baja productividad, como lo menciona Martínez (2000b) en su tesis de doctorado, en donde menciona que existe una relación inversamente proporcional entre cantidad y calidad.

En la tabla número ocho se puede observar la descripción estadística del examen Físico-Químico. La media del contenido porcentual de grasa fue determinado como (4.98 ± 2.35) en la investigación, sin embargo lo consultado por los autores Park *et al.* (2007) indican que el porcentaje de grasa en la leche está entre 2.3% y 6.9%, con un promedio de 3.3%; Soryal *et al.* (2004) y Álvarez y Paz (1998), también mencionan diferentes valores de $4.37 \pm 0.57\%$ y 4.91% respectivamente. Por otra parte



Fernández (2000) y Páez *et al.* (1996), reportaron una mayor producción y un mayor contenido de grasa de 6.30%. Dentro de los SNG se encontraron valores normales como mencionan Frau *et al.* (2007a) siendo de 8.44 ± 0.35 , no obstante Vázquez (2013) en su investigación reportó valores elevados de 9.25 ± 0.56 . Por otra parte se observó que el contenido porcentual de lactosa en la investigación está dentro de los valores establecidos, con una media de 4.1 de acuerdo a como señala Chacón (2005d) y Park (2006a), al igual que Frau *et al.* (2007b) confirman en sus resultados una media y una desviación estándar de 4.34 ± 0.16 .

Los resultado de proteína arrojados en el trabajo de investigación (2.85 ± 0.60) no coincide con los resultado de los autores, ya que la mayoría manejan valores de 3.41 ± 0.17 como mencionan Frau *et al.* (2007c), Molina (1997b) maneja una media de 3.4 y Vázquez (2013a) de 3.80 ± 0.58 . Al igual que los autores extranjeros que trabajan con cabras de la raza Saanen, mencionan valores que fluctúan entre 3.2 y 3.6% Jenness (1980); Sung *et al.* (1999). Por otro lado los datos del Control Lechero Oficial del año 2003, señalan un porcentaje de proteína promedio de 3.13% para cabras Alpina y Saanen (Lecomte y Sigwald, 2004).

Tabla 8. Descripción estadística de la composición de la leche de cabra (Media, Desviación Estándar (DE) y Coeficiente de Variación (CV)

Variable	Media	DE	CV
Grasa	4.98	2.35	47.31
SNG	8.02	1.04	12.96
Lactosa	4.10	1.37	33.44
Proteína	2.85	0.60	21.31

Fuente: Investigación directa, 2016.

Diferentes autores como Pacheco *et al.* (1998); Fernández (2000a); Antunac *et al.* (2001) mencionan que encontraron diferencias significativas en la producción y composición de la leche según el número de lactancia (número de parto). Todos ellos



citan menor producción en la primera lactancia y delimitan que en las primeras cuatro lactancias, la leche tiene más contenido de materia seca, sólidos no grasos, grasa y proteína en la leche con diferencias significativas ($P < 0.05$). Sin embargo, Browning *et al.* (1995) encontraron que el rendimiento en grasa aumenta con el número de lactancia ($P < 0.01, 499$ por lactancias).

Milerski y Mareš (2001) señalan que existe una diferencia significativa en el porcentaje de grasa y proteína entre cabras con 1, 2, o 3 y más crías, demostrando que las cabras con partos sencillos tenían menos leche, pero más alto porcentaje de grasa y proteína. El rendimiento en grasa también es afectado por las características del parto ($P < 0.01$) como mencionan (Browning *et al.*, 1995a).

De los factores extrínsecos, que modifican la composición la leche, es la primera leche extraída del medio, que contiene mucho menos grasa (tan bajo como 1 ó 2%) que la leche extraída al final del ordeño (tan alta como 7 a 9%). A medida que avanza la lactancia, aumenta el contenido porcentual de grasa, proteína, caseína, minerales, sólidos totales, sólidos no grasos, sodio, calcio, fósforo, magnesio y acidez titulable, mientras que el contenido de lactosa, potasio y citrato disminuyen significativamente, como señalan (Haenlein, 1996; Voutsinas *et al.*, 1990).

Las propiedades fisicoquímicas de la leche de cabra pueden ser modificadas por la mastitis, determinando inclusive, la disminución de la producción y el establecimiento de limitaciones para la utilización de la leche (Barros y Leitão, 1992).

Schaellibaum (2000), informa que el aumento de la cantidad de células causada por la mastitis resulta en una serie de eventos que causan cambios en los tres principales componentes de la leche (grasa, proteína y lactosa) y otros componentes más pequeños, como las enzimas y minerales. Estos cambios se producen debido a una lesión a las células del tejido secretor de la ubre, lo que reduce la síntesis de componentes sintetizados en la glándula mamaria (como la lactosa y la grasa) y el



cambio en la permeabilidad de la membrana (barrera lactosanguínea), resultando en el aumento del paso de componentes de la sangre a la leche.

El análisis de correlación para las variables estudiadas se presentan en la tabla nueve, se observa que no existe correlación entre del CCS (x) y el examen Físico-Químico. Es negativo y no hay diferencia significativa. Para grasa y1 ($r=0.252$) ($p=0.059$), sólidos no grasos y2 ($r= 0.122$) ($p= 0.365$), lactosa y3 ($r= -0.090$) ($p= 0.504$), proteína y4 ($r= -0.016$) ($p= 0.906$), consideradas como variables dependientes y (x) variable independiente. El coeficiente de correlación es muy bajo, por lo tanto no existe ninguna correlación estadística, entre el CSS y el contenido de grasa, de SNG, lactosa y proteína en la leche de cabra, ($\alpha 0.05$). El análisis de regresión se realizó con el programa “Minitab”.

Tabla 9. Relación del coeficiente de correlación (r), valores de (p) y valores de coeficiente de determinación (CD) en porcentaje de las variables estudiadas

Variable dependiente (x)	Variable (y)	r	P	CD (%)
CCS	Grasa y1	0.252	0.059	6.35
CCS	SNG y2	0.122	0.365	1.48
CCS	Lactosa y3	-0.090	0.504	0.81
CCS	Proteína y4	-0.016	0.906	0.02

Fuente: Investigación directa, 2016.



7. 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 Tanhuato, Michoacán esta es de buena calidad en un 63.15%, ya que cumple con lo establecido por dicha legislación, mientras que el resto 36.84% no la cumple. Sin embargo, 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. Por otra parte al hacer la correlación entre la composición nutricional de la leche y el CCS se encontró correlación negativa significativamente baja, dado a que CCS es muy independiente al examen nutricional de la leche, lo que permite determinar que no se presenta variación en los componentes de la leche. Por ende la leche de cabra producida en el municipio de Tanhuato, Michoacán no presenta ninguna alteración para que pueda ser consumida sin presentar ninguna anomalía a la salud.



8. LITERATURA CONSULTADA

1. Álvarez, R. y Paz, R. 1998. Tipos caprinos lecheros en desarrollo: Curvas de Lactación y Niveles de Producción en Santiago del Estero, Argentina. Un abordaje metodológico. Archivos de Zootecnia. 47:180.
2. Agudelo, G.D.A. y Bedoya, M.O. 2005. Composición Nutricional de la Leche de Ganado Vacuno. Revista Lasallista de Investigación. 2:38-39.1-42.
3. Aréchiga, C.F., Aguilera, J.I., Rincón, R.M., Méndez de Lara, S., Bañuelos, V.R., Herrera, C.A.M. 2008. Situación actual y perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 9: 1. Pp. 1-14.
4. Agraz, G.A.A. 1981. Cría y Explotación de la Cabra en América Latina. 1ª ed. Buenos Aires, Argentina. Capítulo VI. Sistema Mixto. Pp.173.
5. Arbiza, A.S.I. 1986. Producción de Caprinos. 1ª ed. México D.F. Productos Caprinos. Pp. 117.
6. Antunac, N., Samaržija, D., Havranek, J. L., Pavič, V., Mioč, B. 2001. Effects of stage and number of lactation on the chemical composition of goat milk. Czech. J. Anim. Sci., 46:1212-1819.
7. Alais, C. 1988. Ciencia de la leche. Continental. México. P.p.594.
8. Bergonier, D., Decréoux, R., Rupp, R., Lagriffoul, G., Berthelot, X. 2003. Mastitis of Dairy Small Ruminants. Vet. Res.34: 689–716 .Inra, Edp Sciences.



9. Basurto, S.M., Flores, C.M.A., Jurado, G.M.R. y Pérez, L.R. 2009. La Leche de Cabra y su Importancia en la Nutrición. Revista Tecno Viencia Chihuahua. 10:108.1-113.
10. Bedolla, C.C. 2007. Métodos de detección de la mastitis bovina. REDVET. Revista electrónica de Veterinaria. ISSN 1695-7504. 8:9.1-17.
11. Bedolla, G.E.A., Bedolla, C. C., Castañeda, V.H., Castañeda, V. M. A., Velásquez, O. V., Kloppert, B., Wolter, W. 2012. Anatomía y Fisiología de la Glándula Mamaria. La Mastitis Caprina. Vol.1., Talleres Gráficos de Groppe Libros, Guadalajara, Jalisco. pp:10-20.
12. Browning, R. Jr., Leite-Browning, M.L., Sahl, T. 1995. Factors affecting standardized milk and fat yields in Alpine goats. Small Rumin. Res. 18:173- 178.
13. Barros, G.C., Leitão, C.H.S. 1992. Influência da mastite sobre as características físico-químicas do leite de cabra. Pesquisa Veterinária Brasileira. 12:3:4. 45-48.
14. Belewu, M.A. and Aiyegbusi, O.F. 2002. Comparison of the Mineral Content and Apparent Biological Value of Milk from Human, Cow and Goat. The Journal of Food Technology in Africa 7: 9-11.
15. Bazan, R., Cervantes, E., Salas, G., Segura-Correa, C.J. 2009. Prevalencia de mastitis subclínica en cabras lecheras en Michoacán, México. Revista Científica, FCV-LUZ.19:4:334 – 338.
16. Barbosa, M., Barillet, F., Berthelot, X., Casu, S., Foglini, A., Gabiña, D., Jaubert, G., Kalantzopoulos, G., Ledda, A., Perrin, G., Poutrel, B., Renaud J., Rubino R.



1994. Conclusioni del comitato scientifico international symposium. Somatic cells and milk of small ruminants. Bella, Italia, 25-27 Septiembre.
17. Baudry, C., De Crémoux, R., Chartier, C., Perrin, G. 1997. Impact of the cellular concentration of milk in goats on its production and its composition. *Vet Res* 28, 277-286.
18. Bedoya, M.O., Rosero, N.R., Posada, L.S. 2011. Composición de la leche de cabra y factores nutricionales que afectan el contenido de sus componentes. Universidad de Antioquia. Pp.103.
19. Contreras, A., Luengo, C., Sanchez, A., Corrales, J.C. 2003. The role of intramammary pathogens in dairy goats livestock production science 79:2-3, 273-283.
20. Contreras, A., Sierra, D., Sánchez, A., Corrales, J.C., Marco, J.C., Paape, M.J., Gonzalo, C. 2007. Mastitis in Small Ruminant .*Small Ruminant Research* 68 1-2:145-153.
21. Contreras, S.C., Meneses, R.R., Rojas, O.A. 2010. Razas Caprinas. Instituto de investigaciones agropecuarias. Chile. Pp. 2.
22. Chacón, V.A. 2005. Aspectos Nutricionales de la Leche de Cabra y sus Variaciones en el Proceso Agroindustrial. Universidad de Costa Rica. Pp. 240-242.
23. CAPRA. 2004. La composición de la leche de cabra y su papel en la alimentación humana. En línea. [<http://www.iespana.es/CAPRA/HOMBRE/HOMBRE.HTM>]. Consultado el 25 de Noviembre del 2015.



24. Capote, J. 2002. Sistemas de explotación caprina en zonas áridas. Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (I.C.I.A.). SEOC 2002.
25. Cantú, R.E., Colín, N.M., Contreras, M., García, J. 2008. Estudios sobre la estacionalidad reproductiva de los machos caprinos de las razas Saanen y Alpina. En: Memorias de la V Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Zacatecas, México. p.67.
26. CONARGEN. 2013. En línea [http://www.conargen.mx/index.php/asociaciones/caprinos]. Consultado el día 28 de octubre del 2015.
27. Canales, V.C. 2004. Sistemas de Explotación y Manejo. Secretario Ejecutivo de Acrimur, Zamora. Pp. 3-4.
28. Corrales, J.C., Sánchez, A., Sierra, D., Marco, J.C., Contreras, A. 1996. Relationship between Somatic Cell Counts and Intramammary Pathogens in Goats. En: Somatic Cells and Milk of Small Ruminants. (Ed: Rubino, R.). Wageningen Pers. (Eaap, 77): 89-92.
29. Corrales, J.C., Sánchez, A., Luengo, C., Contreras, A. 1999. Intramammary Pathogens and Somatic Cell Counts in Dairy Goats. Milking and Milk Production of Dairy Sheep and Goats. (Ed: Barillet, F. and Zervas, N. P.). Wageningen Pers. (Eaap, 95): 124-129.
30. Corrales, J.C., Luengo, C., Sanchez, A., Fernandez, E., Contreras, A. 2004. Influence of intramammary infection and Non-Infection factors on somatic cell counts in dairy goats. Journal of Dairy Research. 71: 169-174.



31. Cano, V.R. 2012. Michoacán, de los Grandes Productores de Caprinos en el País. Secretaria de Desarrollo Rural. Quadratin. En Línea [www.quadratin.com.mx/sucesos/Michoacan-de-los-grandes-productores-de-caprinos-en-el-pais/] Consulta el 14 de octubre del 2015.
32. Church, C.D. 1993 El Rumiante, fisiología, digestion y nutricion. Zaragoza, Espana: Editorial Acribia. Pp.641.
33. Dulin, A., Paape, M., Schultze, W., Weinland, B. 1983. Effect of parity, stage of lactation, and intramammary infection on concentration of somatic cells and cytoplasmic particles in goat milk. Journal of Dairy Science. Pp. 2426-2433.
34. Ducoing, W.A.E. 2011. Producción de leche de cabra: Situación y Perspectivas. En línea [http://www.consamexico.org.mx/conasa/2011_docs_19a_reunion/201110_25-martes/salon_LAS-NUBES/Ovinos-y-Caprinos/comite_9/ANDRES_DUCOING_WATTY.pdf] consultado el 23 de Noviembre del 2015.
35. 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.
36. 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.
37. Devendra, C., MeLeroy, G.B. 1986. Producción de cabras y ovejas en los trópicos. Ed. Manuel Moderno, México. 108-110.
38. De Rosa, D., Sordillo, L. M., K. and Shafer-Weaver. 1997. Immunobiology of the mammary gland. J Dairy Sci; 80(8):1851-1865.



39. De la Rosa, C.S. 2011. Manual de producción caprina, 1a ed. Editorial Formosa. Pp 79-83.
40. Del Amo, G.J.S., Baró, S.E., Cuenca, S.A., Fuentes, Y.J.L., García, L.J., García, R.M., Martín, A.J.D.D., García, D.L.M.R.M. 1989. Manual Sobre Cabras. La secreción láctea y el ordeño. Ed. Mundi-Prensa. Pp.103.
41. Espejo, M.C. 2015. Sistemas de Explotación del Ganado en la Región de Murcia. Universidad de Murcia, España. Pp. 82.
42. Echavarría, C.F., Flores, M.J., Gutiérrez, L.R., Miguel, F.O.A., Rumayor, R.A.F. y Salinas, G.H. 2009 Tecnología en sistemas de producción caprinos en el desierto de Zacatecas. Campo experimental Zacatecas.
43. Fosado, S.C.; Luna, E.J.M.; Somera, A.R.; Meléndez, R.G. y Álvarez, V.A. 2011. Análisis estratégico de transferencia de tecnología e innovación en las cadenas prioritarias para el estado de puebla. Fundación produce puebla, A.C. Agenda de innovación tecnológica. Pp.160-161.
44. Ferrando, G. 1990. Lactación de la cabra y los factores que lo regulan. Facultad de ciencias veterinarias y pecuarias. Universidad de Chile, Santiago. Pp. 49-53.
45. Fernández, G. 2000. Parámetros productivos de cabras Pardo Alpinas y sus cruza, bajo régimen de pastoreo. Producción Latina, 25: 541-544.
46. Frau, S., Pece, N., Font, G. y Paz, R. 2007. Calidad composicional de la leche de cabra de la raza Anglo Nubian en Santiago del Estero. Tecnología láctea Latinoamericana. 48:56-59.
47. Gómez, G.A., Pinos, R.J.M., Aguirre, R.J.R. 2009. Manual de producción caprina. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. México. Pp. 11.



48. Gioffredo, J.J. y Petryna, A. 2010. Caprinos: Generalidades, Nutrición, Reproducción e Instalaciones. Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina. Pp. 2.
49. Guerrero, C.M.M. 2010. La caprinocultura en México, una Estrategia de Desarrollo. Revista universitaria Digital de Ciencias Sociales. UNAM.1:1.1-8.
50. Godden, S., Bey, R., Farnsworth, R., Reneau, J., LaValle, M. 2002. Field validation of a milk line sampling device for monitoring milk quality and udder health. Pp. 1468-1475.
51. Gaytán, J.J.L.J. 2015. Determinación de la calidad de la leche bovina producida en el municipio de Tarímabaro, Michoacán a través de la prueba de California, Lactoscan y Control Microbiológico. Tesis de licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Pp. 52.
52. Group, E.F. 2012. Global Healing Center. Los Beneficios de la Leche de Cabra ¿Una Alternativa a la Leche de Vaca? En Línea [<http://www.globalhealingcenter.net/salud-natural/leche-cabra-beneficios.html>]. Consultado el 30 de junio del 2015.
53. Galina, M y Peraza, C. 1984. Dairy goat feeding systems: use of crop by-products and rangeland. Sheep and goat handbook. Ed. by Baker, T and Miller, M. 4; 519-526.
54. Hernández, Z.J.S. 2000. La caprinocultura en el marco de la ganadería poblana, México: Contribución de la especie caprina y sistemas de producción. Arch. Zootec. 49: 341-352.



55. Hernández, R.J.M. 2008. Importancia del Conteo de Células Somáticas en la Calidad de la Leche. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 9:9.1-34.
56. Hernández, G.A. y González, S.E.U. 2010. Evaluación y mejoramiento de los sistemas de producción en pequeños rumiantes (cabra hircus y ovisaries) en 5 municipios del estado de Michoacán. (Tesis de licenciatura). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Medicina y Zootecnia. Morelia, Michoacán, México.
57. Hernández, H.L.M. 2013. Caracterización de los procesadores y análisis de la calidad de la Leche y el queso de empresas lácteas de la región frailesca del estado de Chiapas. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
58. Haenlein, G. 1996. Goat Management. En línea. [<http://ag.udel.edu/extension/information/goatmgt/gm-list.htm>]. Consultado el 17 de Febrero del 2016.
59. Haenlein, G.G.W. 2002. Relationship of somatic cell counts in goat milk to mastitis and productivity. *Small Ruminant Research* 45, 163-178.
60. Haenlein, G.F.W. 2007. About the evolution of goat and sheep milk production. *Small Ruminant Research* 68 1-2: 3-6.
61. Hinckley, L.S., and Leander W.F. 1981. "Diagnosis of Mastitis in Goats," *AgriPractice*, May, p. 711-712.
62. INEGI. (Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática). 2013. Anuario Estadístico del Estado de Michoacán. Censo General de Población y Vivienda.



63. Jauber, G., Kalantzopoulos, G. 1996. Quality of goat milk for cheese and others products. VI Int. Conf Goats. Int. Academic Publisher. Beijing, China. Vol. I 274-284.
64. Juárez, A. y Peraza, C. 1981. Systemes d'alimentation en élevage caprin semi-intensif au Mexique. Symposium International Nutrition and Systems of goat feeding. Tours, France. Ed. By Morand-Fehr, P; Bourbouze, A and de Simiane, M. Pp. 467-476.
65. Juárez, A. 1984. Producción caprina en México, estructura productiva y perspectivas de modernización. Productividad caprina. Facultad Medicina Veterinaria y Zootecnia – Universidad Nacional Autónoma de México, México. Pp 99-120.
66. Jaouen-Le, J.C. 1993. Le lait de chevre en Europa. Lait. Elsevier/INRA. Pp. 73: 407-15.
67. Jenness, R. 1980. Composition and characteristics of goat milk. J Dairy Sci 63, 1605-1630.
68. Knight, C.H. y Peaker, M. 1982. Development of the mammary gland. J. Reprod. Fert. 65-621- 626.
69. Lerondelle, C., Richard, Y., Issartial, J. 1992. Factors affecting somatic cell counts in goat milk. Small Ruminant Res 8, 129-139.
70. Lesur, L., Martínez A., Celis, P. 2004. Manual del Ganado Caprino. 1ª ed. México. Producción de la Leche. Pp. 62.
71. Lecomte, C., and Sigwald, JP. 2004. Milk testing. Dairy performances are weakening. Chevre. 263: 30-32.



72. Lerche, M. 2005. Inspección veterinaria de la leche. Ed Acribia; Zaragoza España, 1.69. Pp.188.
73. Mujica, C. F. 2008. Razas Ovinas y Caprinas. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Osorno, Chile. Pp. 66-67.
74. Molina, H.E. 1997. Estudio de la fracción proteica de quesos de la leche de diferentes especies mediante técnicas electroforética y cromatografías y su combinación con técnicas inmunológicas. (Tesis de Doctorado). Universidad de Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias Biológicas. Madrid, España.
75. 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, Argentina. Pp.2-4.
76. Marín, M.P., Fuenzalida, M.I., Burrows, J., Gecela, P. 2010. Recuento de Células Somáticas y Composición de la Leche de Cabra, Según Nivel de Producción y Etapa de Lactancia, en un Plantel Intensivo de la Zona Central de Chile. Pp. 79.
77. Mahé, S. 1997. Valeur nutritionnelle du lait en alimentation humaine. intérêts nutritionnel et diététique du lait chevre. Les colloques. INRA, ed. 81. Pp. 9-26.
78. Morales, A.R. 2004. Variaciones del número de células somáticas en la leche de cabra y su relación con el rendimiento en queso. Tesis de Maestría. Universidad de Colombia. Pp 27-28.
79. Milerski, M. and Mareš, V. 2001. Analysis of systematic factors affecting milk production in dairy goat. Acta Univ. Agric. et silvic. Mendel. Brun.1:43- 50.



80. Morand-Fehr, P., Jaouen, J.C. 1991. The production of goat milk and kids in dairy goat farming in developed countries. Proceedings of the 23rd International Dairy Congress (Montreal, Canada), 1:352.
81. Martínez, B., Peris, C., Vega, S. 1999. Relación entre el recuento de células somáticas y los patógenos intramamarios aislados en el ganado caprino lechero de la comunidad valenciana. XXIV Jornadas científicas de la sociedad española de ovinotecnia y caprinotecnia. Soria. 325-329.
82. Martínez, B. 2000. El recuento de células somáticas en la leche de cabra: Factores de variación y efecto sobre la producción y composición de la leche. (Tesis Doctoral). Universidad Politécnica De Valencia .307p.
83. Núñez, S.M. 2000. La industria de la leche y la carne de cabra en México. Tesis de la universidad de Guadalajara. Las agujas nextipac, zap.
84. Ochoa, M.I. 2011. Derivados Lácteos. Manejo de la leche. Bloque 2. Sena. Bogota, Colombia. Pp.9-12.
85. Ortega, S.J.L., Hernández, S.J.R., Gallegos, R.V. 2011. Niveles de células Somáticas y Prevalencia de Mastitis en Hatos Caprinos del Municipio de Mapimi, Durango, México. Unidad Regional Universitaria de Zonas Aridas, Universidad Autónoma de Chapingo. Bermejillo, Durango. Pp. 236.
86. Peris, P.B., Molina, P.P., Lorente, A.M., García, M.A. 2003. XXVII Jornadas Científicas y VI Jornadas Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia Y Caprinotecnia. Universidad San Pablo-CEU. P. 21-23.
87. Paape, M., Rautiainen, P. M., Lillius, E. M., Malstrom, C. E. y Elsasser, T. H. 2002. Development of Anti-Bovine TNF-a mob and ELISA for Quantitating TNF-a in Milk After Intramammary Injection of Endotoxin. J. Dairy Sci. 85:765-773.



88. Paape, M.G., Wiggans, D., Bannerman, D., Thomas, A., Sanders, A., Contreras, P., Moroni, R., Miller. 2007. Monitoring goat and sheep milk somatic cell counts. *Small Ruminant Res* 68, 114-125.
89. Pacheco, F., Monteiro, A., López, Z., Barros, M. 1998. Contrôle laitier caprin dans la région du Minho, Portugal. En: *Milking and milk production of dairy sheep and goats. Proceedings International Symposium on the Milking of Small Ruminants*, Athens, Greece. EAAP. 95:460-462.
90. Park, Y.W. 2006. Chemistry and nutrition of milk. En: Park Y.W, Haenlein G.F.W. Eds. *Handbook of Milk of Non-bovine Mammals*. Blackwell Publishing Professional, Oxford, UK/Ames, Iowa. Pp. 34-58.
91. Park, Y., Juárez, M., Ramos, M., Haenlein, G. 2007. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Rumin. Res.* 68: 88-113.
92. Páez R., R. Gallino y R. Álvarez. 1996. Composición química y fracción nitrogenada de leche de cabra durante un ciclo de producción. Congreso Nacional de Calidad de Leche y Mastitis, Río Cuarto, Córdoba, Argentina pp. 80-81.
93. Reyes, G.M.E., Peralta, L.M., Sánchez, P.H. 2014. *Producción Animal*, 1ª edición. Estado de México. Capítulo I Leche Caprina y Subproductos. Pp 19-46.
94. Ruegg, P. 2001. Disease Causation and Prevention. *Dairy Updates. Milking and Milk Quality* N° 403. The Babcock Institute University of Wisconsin. Pp 1-8.
95. Riollet, C., Rainard, P. y Poutrel, B. 2000 Differential induction of complement fragment C5a and inflammatory cytokines during intramammary infections with



Escherichia coli and *Staphylococcus aureus*. Clin Diagn Lab Immunol. 7(2):161-167.

96. Rodden, D. 2004. Dairy goat composition. En línea. [<http://drinc.ucdavis.edu/html/milk/milk-1.shtml>]. Consultado 16 nov. 2015.
97. Richardson, C.W. 2004. Let's learn about dairy goats and goat's milk. Oklahoma Cooperative Extensión Service. Oklahoma State University. Boletín N° 424.
98. Ruiz, C.J.G. 2004. Efecto de la aplicación de clorhidrato de naloxona sobre la función testicular del macho cabrío. Tesis de doctorado. Universidad de Colima. Colima Col, México.
99. Riggio, V., Maizon, D.O., Portolano, B., Bovenhuis, H., van 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 Sci. 92:6160–6166.
100. Raynal-Ljutovac, K., Pirisi, A., De Crémoux, R. and Gonzalo, C. 2007. Somatic cells of goat and sheep milk: Analytical, sanitary, productive and technological aspects. Small Ruminant Research. 68:126-144.
101. Sung, Y., Wu, U., Wang, P. 1999. Evaluation of milk quality of Alpine, Nubian, Saanen and Toggenburg breeds in Taiwan. Small Ruminant Res 33: 17-23.
102. Schaellibaum, M. 2000. Efeitos de altas contagens somáticas sobre a produção e qualidade de queijos. In: II Simpósio Internacional sobre qualidade do leite, Curitiba. Anais. Universidade Federal do Paraná. Pp.21- 26.



103. Soryal, K.A., Zeng, S.S., Min, B.R., Hart, S.P., Beyene, F.A. 2004. Effect of feeding systems on composition of goat milk and yield of Domiati cheese. *Small Ruminant Research*. 58: 275-281.
104. Saran, A., y Chaffer, M. 2000. Mastitis y calidad de la leche. Ed. Inter-Médica. Buenos Aires. pp. 14-16, 31-42.
105. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, pesca y Alimentación (SAGARPA). 2012. Panorama Nacional de la Caprinocultura. En línea [<http://www.cnsp.caprinos.org.mx/biblioteca/foroscaprinos/ponenciasforoslp2012/ponenciacaprinocultura.pdf>] consultado el 27 de Septiembre del 2015.
106. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2014. Productores Michoacanos Obtiene El Primer Lugar Nacional en la Rendrus. En línea [<http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/michoacan/boletines/Paginas/B1942014.aspx>] Consultado el día 23 de agosto del 2015.
107. Secretaría de Desarrollo Rural del estado de Puebla (SDR). 2007. Manual de producción y paquete tecnológico caprino.
108. Santiago, D.G. G. 2006. Producción Animal Razas de Cabras en la Producción en la Argentina. Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Rio Cuarto, Argentina. Pp.3.
109. Shimazaki, K.I.; Kawano, N.; Urashima, T.; Takasawa, T.; Fukui, Y. 1991. Comparison of amino acid and carbohydrate composition of bovine, goat and sheep lactoferrin. *Animal Science and Technology* 62(7): 645-650.



110. Sanz, S.M.J. R., Fernández, G., De la Torre, E., Ramos, F.D., Carmona, J.B. 2003. Calidad de la leche de los pequeños rumiantes. Anales de la Real Academia de Ciencias Veterinarias.16:1-33.
111. Sanz, C.L. 2007. Caracterización de la Leche de Cabra Frente a la de Vaca. Estudio de su valor nutritivo e inmunológico. Tesis de Doctorado. Universidad de Granada. Pp. 20-22.
112. Steinfeld, H. y Chilonda, P. 2006. Informe pecuario. Perspectiva mundial, FAO. En línea [<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a0255s/a0255s02.pdf>] consultado el 17 de diciembre del 2015.
113. Singh, V.B. and Singh, S.N. 1985. Aminoacid composition of casein of four Indian goat breeds during lactation. Asian-Journal-of-Dairy-Research 3(4): 187-192.
114. Torres, V.J.A., Valencia, P.M., Castillo, J.H. y Montaldo, H.H. 2010. Tendencias genéticas y fenotípicas para características de producción y composición de la leche en cabras saanen de México. Rev. Mex. Cienc. Pecu. 2010:1(4):337-348).
115. Vázquez, G.J.M. 2013. Relación de medidas de la glándula mamaria de cabras de la raza Nubia en la producción y la calidad de la leche. (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma de San Luis potosí, Facultad de medicina y veterinaria. Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí. México.
116. Voutsinas, L., Pappas, C. and Katsiari, M. 1990. The composition of Alpine goats milk during lactation in Greece. J. Dairy Res. 57: 41-5.



117. Wilson, D., Stewart, K., Sears, P. 1995. Effects of stage of lactation, production, parity and season on somatic cell counts in infected and uninfected dairy goats. *Small Rumin. Res.* 16:165-169.
118. Wolter, W., Castañeda H., Kloppert, and Zschöck, M. 2004. Mastitis bovina. Prevención, diagnóstico y tratamiento. Editorial Universitaria. Universidad de Guadalajara. México. pp. 12-37.
119. Wooding, F.B., Peaker, M. and Lizell, J.L. 1970. Theories of milk secretion: evidente from electron microscopie examination of milk. *Nature.* 226:762-764.
120. Zeng, S., Escobar, E.N. 1995. Effect of parity and milk production onsomatic cell count, standard plate count and composition of goat milk. *Small Ruminant Res* 17:269-274.