

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**Evaluación de células somáticas en leche de cabra
en producción extensiva de la Comarca Lagunera**

POR

ALMA LIZETH DE LOS REYES HERNÁNDEZ

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TITULO DE**

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

SEPTIEMBRE DE 2011

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**Evaluación de células somáticas en leche de cabra
en producción extensiva de la Comarca Lagunera**

ASESOR PRINCIPAL

Ramón A. Delgado G.

M.C.V. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZALEZ

**COORDINADOR DE LA DIVISION REGIONAL DE
CIENCIA ANIMAL**

Rodrigo Isidro Simón Alonso



M.V. Z RODRIGO ISIDRO SIMON ALONSO.

Coordinador de la División
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

SEPTIEMBRE DE 2011

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**Evaluación de células somáticas en leche de cabra
en producción extensiva de la Comarca Lagunera**

TESIS APROBADO POR EL H. JURADO EXAMINADOR


M.C.V. RAMON ALFREDO DELGADO GONZALEZ
PRESIDENTE

M.V.Z. J. GUADALUPE RODRIGUEZ MARTINEZ
VOCAL

M.V.Z. LUIS JAVIER PRADO ORTIZ
VOCAL

ING. JORGE ALONSO MALDONADO JAQUEZ
VOCAL SUPLENTE

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

SEPTIEMBRE DE 2011

INDICE DE CONTENIDO

	Página
DEDICATORIAS	IV
AGRADECIMIENTOS	V
RESUMEN	VI
I. INTRODUCCION	1
II. JUSTIFICACION	3
III. OBJETIVOS	3
IV. HIPOTESIS	3
V. REVISION DE LA LITERATURA	4
5.1. Caprinocultura en la Comarca Lagunera	4
5.2. Etapas de la lactancia	6
5.2.1 Mamogénesis	6
5.2.2. Lactogénesis	7
5.2.3. Lactopoyesis	8
5.2.4. Eyección de la leche	9
5.3. Fisiología de la lactación	10
5.4. Producción extensiva	11
5.5. Propiedades de la leche de cabra	12
5.6. Mastitis	14
5.7. Células somáticas	16
5.7.1. Conteo de células somáticas (CCS)	17
5.8. Prueba de California para mastitis	21
5.9. Prueba de Wisconsin para mastitis	22
5.10. Prueba electrónica con el Fossomatic	23
VI. MATERIALES Y METODOS	23
6.1. Localización	23
6.2. Establos y animals	24

6.3.	Colección de muestras	24
6.4.	Diagnóstico de mastitis	24
VII.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
7.1.	Prevalencia de mastitis subclinica	26
7.1.1.	Prueba de California	26
7.1.2.	Prueba de Wisconsin modificada	27
7.1.3.	Prueba electrónica con el Fossomatic	28
7.2.	Comparación de resultados entre las pruebas CMT, WMT y Fossomatic	29
VIII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	30
IX.	LITERATURA CITADA	32
X.	ANEXOS	39

INDICE DE CUADROS

Cuadros	Páginas
1. Componentes nitrogenados en la leche de cabra	13
2. Promedio del contenido mineral en leche de cabra.	14
3. Porcentaje de cabras y cuartos con mastitis subclinica en tres establos lecheros de la Comarca Lagunera	27

INDICE DE FIGURAS

Figuras	Páginas
1. Población de caprinos en Coahuila	4
2. Producción de leche de caprino (miles de litros) Coahuila	5
3. Anatomía de la glándula mamaria	7
4. Alvéolo Mamario	9
5. Toma de muestra para California	25
6. Prueba Wisconsin	26
7. Se observa el resultado de Wisconsin con su CCS correspondiente	28
8. Comparación de Wisconsin con Fossomatic en cuanto al parámetro visual	28
9. Prevalencia de mastitis subclinica en los tres hatos evaluados mediante CMT, WMT y Fossomatic	29

DEDICATORIA

A DIOS: que me brinda: fortaleza, salud y los conocimientos para poder salir adelante día a día.

A MI MADRE: Lic. Benita Hernández Rodríguez por darme todo ese cariño, esa confianza y el apoyo en todo el proceso tanto de mi vida como en mi carrera. Gracias mamá por siempre darme esos empujoncitos y levantarme cuando me veías derrotada.

A MI ESPOSO: Ing. Jorge Alberto Oros Galicia. Le doy gracias a dios porque te puso en mi camino, ya que tu complementas mi vida, tu medas ese extra día con día, gracias por cuidarme y respetarme.

A MI HERMANA: Ing. Nancy Arely de los Reyes Hernández por su apoyo, comprensión y cariño.

SR. GERADO: por brindarme apoyo y cariño, pero especialmente por cuidar a mi mamá.

AGRADECIMIENTOS

A Sigma alimentos y al INIFAP por el apoyo y financiamiento de esta tesis, así como a los caprinocultores Eusebio Guerrero, Ladislado Medina, Hipólito Medina, Gonzalo Zarate.

M.C. Francisco Javier Pastor López por haberme dado la oportunidad de pertenecer a su equipo de trabajo por su apoyo y colaboración para poder realizar este trabajo y lograr finalizarlo.

B.Q. Luis Maconetzin Isidro Requejo: Por el apoyo a nivel de campo y por su amistad brindada.

M.C.V. Ramón Alfredo Delgado González por haberme ayudado a llevar a cabo este trabajo, y lograr poder concluirlo mi más sincero agradecimiento y mi respeto por ser un excelente profesor.

A cada uno de mis maestros por compartirme sus conocimientos y ayudarme a mi formación profesional en estos cinco años.

Alma Terra Mater gracias por todo.

RESUMEN

Con el conteo de células somáticas se conoce la sanidad de la ubre y la calidad de la leche, ya que se puede diagnosticar una mastitis clínica o subclínica, utilizando métodos específicos como la prueba de California (CMT), prueba de Wisconsin (WMT) y Fossomatic. Las células somáticas en leche de cabra se ven afectadas por la edad, período de lactancia, en el celo, por la alimentación entre otras causas y pueden aumentar hasta el doble sin tener un proceso infeccioso. En la Comarca Lagunera no se han realizado estudios sobre el conteo de células somáticas y por tal motivo, la finalidad de este trabajo de investigación fue comparar la efectividad los tres métodos para la detección de mastitis en leche de cabra en tres hatos lecheros caprinos. Se analizaron un total de 204 muestras de leche de cabra, obtenidas de ordeño manual y proveniente de tres productores diferentes. La prueba de California fue realizada en campo, las pruebas de Wisconsin y Fossomatic fueron enviadas al laboratorio. Los resultados obtenidos muestran que la prevalencia de mastitis subclínica por cabra presentaron una amplia variedad entre los tres hatos. La prevalencia fue 15.2, 18.3 y 23.6% para los diferentes hatos.

Palabras claves: Mastitis subclínica, CMT, WMT, calidad de la leche, células somáticas.

I. INTRODUCCION

El término “Células Somáticas” se usó al principio por considerarse que provenían del cuerpo o soma, fundamentalmente por descamación,

posteriormente se reconoció que los principales tipos celulares en una glándula mamaria son leucocitos provenientes de la sangre, sin embargo el término “Células Somáticas”, se generalizó para caracterizar a las células presentes en la leche. Las cuales incrementan en la leche de aquellos animales que presentan algún grado de inflamación en sus glándulas mamarias, afección llamada mastitis, que puede ser subclínica o clínica.

La mastitis subclínica no muestra ninguna señal obvia de la enfermedad, y a menudo presenta una disminución en la producción, un conteo elevado de leucocitos y un aumento en el contenido de bacterias en la leche.

Los signos de la mastitis clínica incluyen una disminución en la producción de leche, aumento en el número de leucocitos, composición y apariencia alterada (grumos) de la leche, fiebre, glándulas mamarias enrojecidas, hinchadas y calientes.

Para esto existen métodos de detección con diferentes parámetros de efectividad como: la prueba Wisconsin, la prueba California y el uso de aparatos como el Fossomatic 5000 (usa la técnica de citometría de flujo).

La prueba de California para mastitis, es una prueba sencilla que es útil para detectar la mastitis subclínica, para valorar el recuento de células de la leche. No proporciona un resultado numérico, sino más bien una indicación de si el recuento es elevado o bajo, por lo que todo resultado por encima de una reacción vestigial se considera sospechoso.

La prueba de Wisconsin para mastitis, fue diseñada para el uso en el laboratorio, y es utilizada para estimar el contenido de células somáticas de muestras de leche fresca mezclada o leche de tanques de enfriamiento, así como para muestreo individual. Se utiliza una solución similar a la que se emplea con la prueba de California (CMT), pero en contraste con esta última, los resultados se miden cuantitativamente dependiendo de la viscosidad, y no cualitativamente como con la CTM.

El Analizador automático, mediante el aparato llamado Fossomatic 5000, se hace el conteo de células teniendo un resultado mucho más preciso y

confiable.

La finalidad de este trabajo es estandarizar las tres técnicas para el conteo de células somáticas en la leche de cabra ya que es escasa la literatura que mencione este tema.

II. JUSTIFICACION

Dada la importancia de estimar la cuenta de células somáticas en leche de cabra como indicador del estado de salud de la glándula mamaria y calidad de la leche, es necesario contar con un método seguro, rápido, y de fácil realización; por ello resulta primordial conocer la correlación existente de la cuenta de células somáticas realizada por la prueba de California para mastitis, la prueba de Wisconsin para mastitis y el contador Fossomatic 5000.

III. OBJETIVOS

Objetivo general:

Evaluar la cantidad de células somáticas en la leche de cabra en producción extensiva en tres hatos de La Comarca Lagunera, en cabras clínicamente sanas.

Objetivo específico:

Comparar los métodos de California, Wisconsin y el Analizador Automático para el conteo de células somáticas en leche de cabra en producción extensiva con manejo deficiente.

IV. HIPOTESIS

El Analizador Automático tiene un 95% de efectividad para la detección de mastitis en leche de cabra, comparado con las pruebas de California 89% y

Wisconsin 63%.

V. REVISION DE LITERATURA

5.1. Caprinocultura en la región lagunera

La Caprinocultura a nivel regional tienen una época muy buena después del cardenismo pues para 1940, en los 5 municipios de la Laguna de Coahuila se contaba con 138 000 cabezas de cabras, y para los 10 municipios del Estado de Durango se contaba con 96 000 semovientes caprinos (Cruz, 2007).

Una década después -1950- se tenía una población de 136 mil semovientes para Coahuila y 103 mil cabezas para la región lagunera de Durango, la cuál nos indica que para esa época existía una población de 239 mil cabezas de ganado caprino en toda la comarca lagunera (Cruz, 2007).

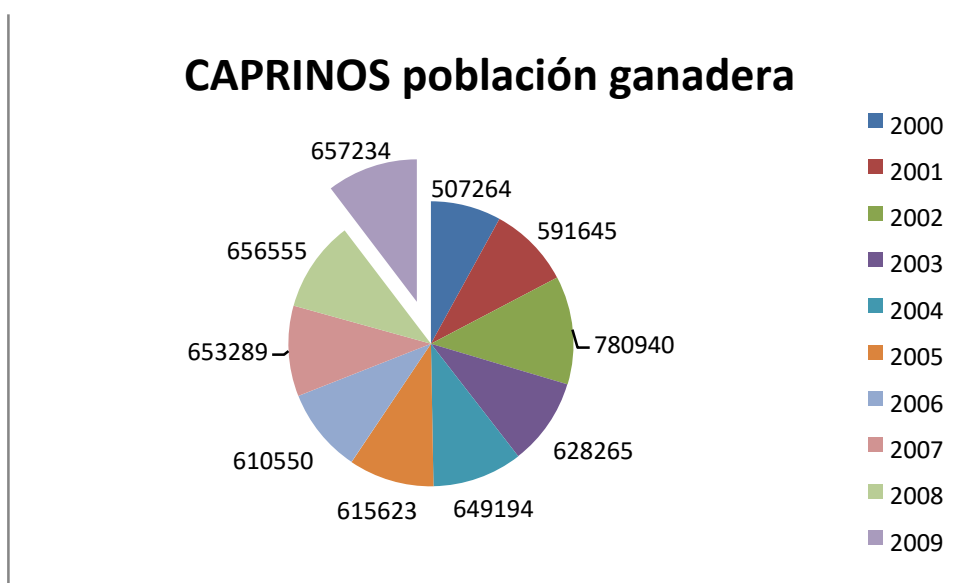


Figura 1. Población de caprinos en Coahuila

Actualmente, la calidad es un elemento fundamental en todo tipo de producción agraria. A si, en el sector lácteo se observa que al mejorar la calidad de la leche se consigue una mejor industrialización, comercialización y un menor riesgo sanitario de la misma (Serrano *et al*, 1998).

La industria lechera ha favorecido al caprinocultor al comprarles su producción aun en lugares apartados, carentes de servicios y medios económicos, técnicos y humanos para la obtención de una leche de primera calidad, ya como es sabido en otras regiones no existen empresas lácteas para su comercialización (Olhagaray *et al*, 2007) .

Estas industrias ponen a sus agentes los “ruterros” quienes colectan directamente la leche de cada una de los hatos. Para productos procesados, los intermediarios son las tiendas que distribuyen tanto leche como queso y otros derivados al nivel de mayoreo y menudeo. En algunos casos las tiendas son propiedad de las mismas industrias como lo es el caso de Chilchota (Olhagaray *et al*, 2007).

Por lo que se refiere a la producción de leche últimamente ha crecido de manera constante; por ejemplo, del año 2000 al 2001 este incremento fue de 22.51 por ciento y a partir de este periodo ha tenido avances constantes pero ligeros, pues pasó de 66 millones 450 mil litros en el año

2001 a 78 millones 26 mil litros en el 2005, esto representó un avance del 30 por ciento, lo que significó mantener el primer lugar de producción láctea a nivel nacional (Cabral, 2006).

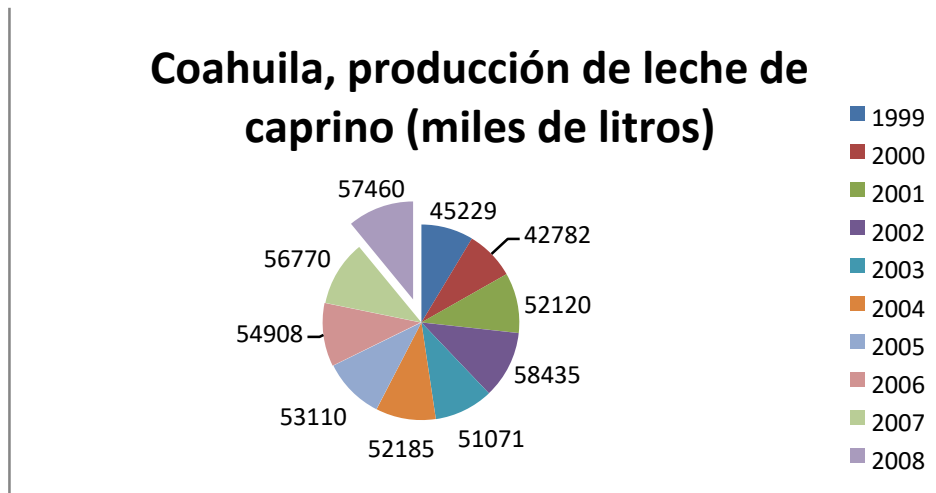


Figura 2. Producción de leche de caprina (miles de litros) en Coahuila

El principal problema de los productos y subproductos caprinos es la comercialización, pues mientras la producción de leche se incrementa de abril a septiembre la comercialización se dificulta debido a la sobreoferta, problema que afecta a los productores y que hasta la fecha no se ha podido resolver. Por otro lado, el problema de las hembras caprinas ha ocasionado que la mayoría de los partos se efectúe de noviembre a enero, de ahí que la venta de cabrito se realice con una excesiva oferta y se compre a precios bajos (Cabral, 2006)

Sin embargo, ante esta problemática comercial los caprinocultores no cuentan con pasivos, ya que cuentan con proyectos como el rastro y mejoramiento de la calidad de la leche mediante sistemas de manejo en la ordeña y la intención de estabilizar la producción de leche (Cabral, 2006).

Las anteriores cifras resultan de datos estadísticos proporcionados por la

Sagarpa, específicamente la Subdelegación Agropecuaria (Cabral, 2006).

5.2. Etapas de la lactancia

5.2.1. Mamogénesis

El mayor crecimiento mamario ocurre durante la gestación, estos cambios se deben a la acción de las hormonas liberadas por el ovario, progesterona y estradiol. La secreción de progesterona se da al inicio de la gestación, la cual está asociada con un crecimiento lóbulo-alveolar mamario. Al final de la gestación, los estrógenos son los responsables del crecimiento de los conductos mamarios. Cuando se da una disminución brusca de los niveles de estrógenos y progesterona después del parto se inicia la lactogénesis (Park y

Jacobson, 1999).

5.2.2. Lactogénesis

Se define como el inicio de la lactancia ó establecimiento de la secreción láctea (Gürtler y Schweigert, 2005). Esta etapa comienza durante el último tercio de la gestación y se caracteriza porque las células alveolares mamarias adquieren la capacidad de sintetizar y secretar leche (Park y Jacobson, 1999).

La lactogénesis se compone de dos fases. La primera fase consiste en la diferenciación de las células mamarias e incremento de la actividad enzimática con secreción limitada de leche antes del parto. La segunda fase comienza con la síntesis y secreción abundante de todos los componentes de la leche como la grasa, lactosa, caseína y otras proteínas, y se continúa varios días después del parto (Park y Jacobson, 1999; Gürtler y Schweigert, 2005). Las hormonas necesarias que participan en la lactogénesis son la prolactina, lactógeno placentario, insulina, glucocorticoides, hormona de crecimiento y la progesterona (Park y Jacobson, 1999; Gürtler y Schweigert, 2005). La prolactina es la hormona más importante para la lactogénesis, ésta hormona es secretada en el momento de la ordeña al ser manipulado el pezón o en el proceso de amamantamiento (Cunningham, 1999).

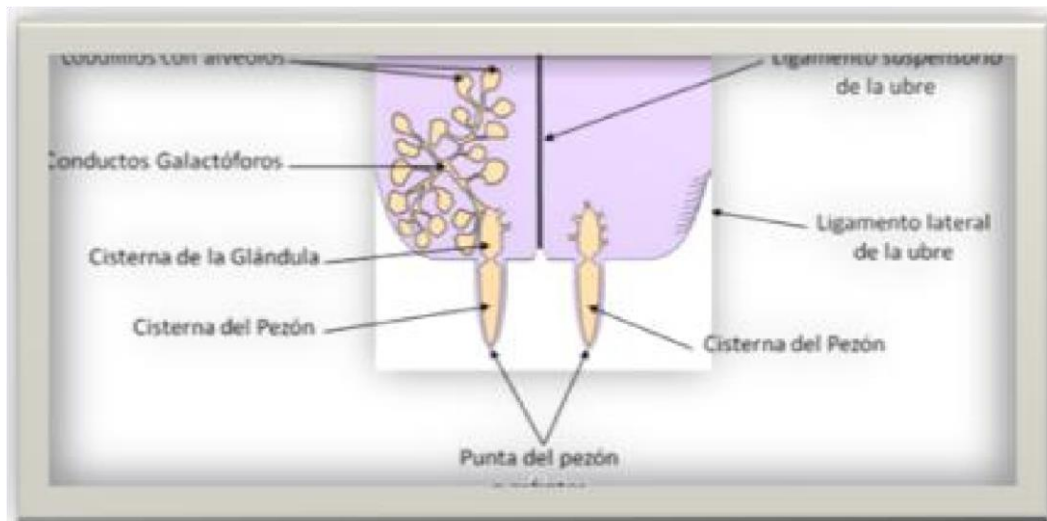


Figura 3. Anatomía de la glándula mamaria

5.2.3. Lactopoyesis

Consiste en el mantenimiento de la secreción láctea una vez que se ha establecido. Depende de una serie de factores como la edad, salud del animal y la liberación de prolactina (Hafez y Hafez, 2002).

Observa un patrón irregular en el efecto de la etapa de lactancia, ya que las máximas de producción de leche se presentaron en las semanas 1y 9. Una curva típica de producción de leche se inicia con un incremento leve hasta alcanzar un pico de producción, que generalmente se logra entre la segunda y cuarta semana de lactancia, en función de varios factores, y posteriormente ocurre una disminución gradual (Sánchez et al, 2006)

El complejo hormonal responsable de la lactopoyesis está formado por hormonas hipofisarias (prolactina, ACTH y hormona del crecimiento), hormonas tiroideas (tiroxina) y corticoadrenales (cortisol), además de los estrógenos y progesterona (Ayadi, 2003). La principal función de la ACTH es estimular la secreción de glucocorticoides que estimulan el crecimiento de las células mamarias. La hormona de crecimiento distribuye los nutrientes almacenados en algunos tejidos

corporales hacia la síntesis de la leche (Park y Jacobson, 1999; Gürtler y Schweigert, 2005). Las hormonas tiroideas influyen en la síntesis de leche, así como en la intensidad y duración de la secreción de la misma al incrementar la tasa metabólica de las células alveolares.



Figura 4. Alveolo mamario

5.2.4. Eyección de la leche

Aunque en la cabra, la cantidad de leche alveolar en comparación con la cisternal es relativamente pequeña, el vaciamiento completo de la ubre incluye también a la leche alveolar. Esto es de gran significación para una cosecha en corto tiempo y para la mantención tanto de la salud de la ubre como la síntesis de leche en niveles elevados. Tan pronto como permanezca leche residual en la ubre, se reduce de manera irreversible, en poco días, la actividad de síntesis del tejido glandular mamario (Garcés, 2005)).

A través de la eyección de la leche, un reflejo neuroendocrino, estarán disponible para el ordeño junto con la leche cisternal también aquella leche la acumulada en los alvéolos y pequeños ductos del parénquima glandular, leche alveolar. La eyección de la leche será producida exclusivamente por estimulación táctil de la ubre sobretodo del pezón. La intensidad de esta estimulación no tiene mayor importancia. Lo importante es la duración de la estimulación, y que ésta no produzca dolor al animal. Generalmente, la estimulación ocurre producto tanto de la limpieza manual de los pezones como también del acto de ordeñar, ya sea manual o mecánicamente. A través de la estimulación de la ubre se liberará oxitócica desde la neurohipófisis. La oxitócica es una hormona peptídico, que es sintetizada por células nerviosas del hipotálamo y se almacena posteriormente en la neurohipófisis. La liberación en el torrente sanguíneo de la oxitócica proveniente del hipotálamo se debe a las terminaciones nerviosas que salen desde la ubre hasta la médula espinal. Tan pronto como la ubre es alcanzada a través del torrente sanguíneo, se produce una contracción específica de las células mioepiteliales, tienen receptores para oxitócica. Estas células mioepiteliales rodean a los alvéolos y los finos conductos alveolares, y producto de la contracción de éstos la leche alveolar será presionada hacia el lumen de la cisterna y así estará disponible para el ordeño (Garcés, 2005)

5.3. Fisiología de la lactación

La estructura de ambas mitades o medios de la glándula mamaria de la cabra difiere completamente de la de otros rumiantes. Una parte relativamente pequeña del tejido glandular excretor entrega la leche de manera continua en un gran sistema de cavidades, en donde permanecerá almacenada más de un 50 % (leche cisternal), y estará disponible para consumo por parte de la cría o para ser extraída por ordeño. Sin embargo sólo menos de un 50% de esta leche, debido a la eyección de la leche, estará disponible al momento de amamantar u ordeñar (Garces, 2005)

También puede superarse un tiempo muy prolongado desde la estimulación hasta la eyección por la mayor cantidad de leche cisternal, cuando no se ha realizado una preparación estimuladora de la ubre (Garces, 2005).

5.4. Producción extensiva

Los sistemas extensivos son explotaciones familiares de pequeño tamaño (50-150) generalmente bajo régimen de arrendamiento o aprovechamiento comunal, donde el caprinocultor de edad media o avanzada es el propietario de los animales. La carencia de la luz eléctrica, vías de acceso, alojamiento para el ganado, instalaciones de ordeño mecánico e incluso las cercas, esto es común en la denominación caprina extensivas tradicionales con la excepción de la existencia de algún alberge rudimentario, escasamente ventilado, para los cabritos construido por los propios cabreros y, en su caso, de alguna dependencia para la elaboración del queso (Daza *et al*, 2004).

Utilizan las zonas de topografía accidentada, marginales, generalmente despobladas, de escasos recursos forrajeros que soportan cargas ganaderas bajas, variable entre 0,5 y 1 cabra/ ha, donde el ganado caprino tiene un papel medio ambiental importante en el mantenimiento de la cubierta vegetal y en prevención de incendios forestales (Daza *et al*, 2004).

Explotan razas autóctonas locales, rústicas y adaptadas al medio: Nubia, Saanen, Alpinas, Bóer, Blanca Angulosa, Blanca Celtibérica, Retinta Extremeña, Serrana, Negra Castiza, etc. De bajo potencial lácteo y escaso nivel selectivo destinadas fundamentalmente a la producción de cabritos muy apreciados en el mercado por su calidad de carne (Daza *et al*, 2004).

Tienen esquemas reproductivos de un año, generalmente, sin planificación concreta siendo frecuente las pariciones continuas y semicontinuas (septiembre-mayo) con concentraciones naturales de las parideras en primavera y otoño (Daza *et al*, 2004).

No obstante, en algunas explotaciones se ordeña a mano en la mayoría, durante 2-3 meses destetan al mes o mes y medio, después del destete de los cabritos, obteniéndose entre 40 y 50 litros de leche con buen porcentaje de grasa y de proteína los porcentajes los tienes tu, destinada a la venta directa a la principal empresa acopiadora de la Laguna (Daza *et al*, 2004).

La alimentación del rebaño se base fundamentalmente en el pastoreo de los estratos arbustivos y herbáceo y de subproductos agrícolas (mínima suplementacion) bajo modelos estantes, trasterminantes o de pastoreos

itinerante de rastrojo de cultivo (Daza *et al*, 2004).

5.5. Propiedades de la leche de cabra

De todas las leche producidas por los animales domésticos, la de cabra es la que posee uno de los mejores valores bromatológicos y terapéuticos para los humanos. Solo es superada por la propia leche de la mujer (Arbiza *et al*, 2001).

La leche de cabra es casi de color blanco, carece de caroteno y posee glóbulos grasos de tamaño pequeño. Presenta un sabor muy característico. En general ha mostrado poseer una digestibilidad más alta, distinta alcalinidad, una alta capacidad de resistencia a los cambios de pH y excelente propiedades terapéuticas en el tratamiento de varias enfermedades (Arbiza *et al*, 2001).

Quizás uno de los aspectos más importantes de la materia grasa es la forma como se presenta los glóbulos y la composición o porcentaje de los distintos ácidos grasos. En la leche de cabra los glóbulos grasos son pequeños. Generalmente, el 65% tiene un diámetro inferior a tres micras, contra el 42% de la leche de vaca (Arbiza *et al*, 2001).

Esta leche contiene residuos de otros lípidos de gran importancia bromatológica como fosforecidos, colesterol en una cantidad aproximada de 30 a 40 mg por g de leche, de 10 a 20 mg por 100 ml de colesterol libre, cerebrosidos y otros compuestos complejos con esterres del colesterol, que presentan menos del 4 % de total de colesterol. Con respecto a los compuestos nitrogenados, la leche de cabra contiene, en total, de 0.5 a 0.6% de nitrógeno (Arbiza *et al*, 2001).

compuestos	Contenido en g/kilo	% de N de los compuestos	Leche de vaca
Total N	30.85	100	36.15
Proteína	28.18	913	32.66
Caseína	23.31	75.6	24.82
N. no proteico	2.67	8.7	1.61

Tomado de Arbiza 2001

Cuadro 1. Componentes nitrogenados en la leche de cabra

El números de ordeños diarios es de gran importancia para determinar la cantidad de leche, de una forma general, se acepta que es necesario que es necesario una alta frecuencia de ordeños para mantener una elevada producción de leche; sin embargo en algunos países, aplicar un solo ordeño al día resulta de gran interés, tanto al principio de la lactación, para reducir el estrés

metabólico, como al final de lactación, para reducir el trabajo y mejorar la calidad de vida de los ganaderos (Salamá *et al.*, 2002).

Disminuir el número de ordeños a un ordeño se reduce moderadamente la producción de leche de cabra. Si el pago de leche se basa en la calidad, la pérdida de producción durante 1x se puede compensar en el aumento del contenido de grasas en la leche (Salamá *et al.*, 2002).

Los minerales representan una muy pequeña fracción, casi siempre menor de 1%, ocasionalmente de 5 a 8 gramos por litro. Muchos de los componentes minerales poseen gran importancia bromatológica e industrial, como el calcio y fósforo que influyen en la coagulación, el equilibrio salino y la estabilidad de la leche al calentarse (Arbiza *et al.*, 2001).

Mineral (mg/ 100 ml)	Cabra
Ca	133.5- 134
P (total)	100.7- 111
Na	43.5- 50
K	189.9- 204
Mg	4.0- 21
Cl	165.1
Fe	0.05
Zn	0.30

Tomado de Arbiza , 2001

Cuadro 2. Promedio del contenido mineral en leche de cabra

5.6. Mastitis

Mastitis es un término general que se refiere a la inflamación de la glándula mamaria, sin tener en cuenta las causas. Sus características son físicas, químicas, y cambios normalmente bacteriológicos en la leche y por los cambios patológicos en la ubre (Ortega, 2007).

La mastitis clínica por las anomalías visibles en las ubres. Su severidad puede variar grandemente durante el curso de la enfermedad. Pueden definirse los casos clínicos como subagudos (ligera clínica) cuando los síntomas incluyen solo alteraciones menores en la leche y el cuarto afectado como los grumos, o la secreción descolorida. El cuarto también puede hincharse ligeramente y doler (Philpot y Nickerson, 1991; Ortega, 2007).

La mastitis subclínica, es menor obvia y solo puede ser detectada por las medidas del contenido celular de la leche (células somáticas) (Philpot y Nickerson, 1991; Ortega, 2007).

Esta infección intramamaria subclínica, es uno de los principales factores responsables de la elevación del RCS en leche (Sánchez *et al.*, 1996, Luengo *et al.*, 2002.).

Los mecanismos inespecíficos de defensa juegan un papel fundamental a nivel mamario y la deficiencia de selenio favorecería el padecimiento de mamitis, sobre todo subclínica. Este aspecto ha sido probado en el ganado vacuno (García *et al*, 1996).

La suplementación con selenio a ovejas en lactación que se encuentran en un estado de deficiencia de selenio y que representan RCS por encima de los 500.000 cél/ml provoca una reducción en los RCS (García *et al*, 1996).

Dado que el estado del selenio en los animales tiene influencia sobre la salud de la mama mediante su implicación en la funcionalidad de los leucocitos mamaros, debe ser un factor a tener en cuenta a la hora de planificar un programa de control de mastitis en los rebaños (García *et al*, 1996).

Las células predominantes en la leche son epiteliales y glóbulos blancos de la sangre, este último en el cual aumenta tremendamente el número

(millones/ml) siempre que ocurra lesión o infección de la glándula (Philpot y Nickerson, 1991; Ortega, 2007).

No se han encontrado diferencias significativas en cuanto a la producción láctea, o en cuanto al porcentaje de la proteína, grasa o extracto seco entre los animales mamíticos y no mamíticos. Sin embargo, existen diferencias significativas en la incidencia de la enfermedad entre explotaciones de alta y baja productividad (De la Cruz *et al*, 1991).

En cuanto a las prácticas sanitarias se observa que la separación de animales con mastitis durante el ordeño, la realización de tratamiento de secado y la desinfección de pezones permiten la reducción significativa del recuento celular en la leche de tanque (Oliete *et al*, 2010).

5.7. Células somáticas

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 significativos de las células blancas de la sangre aumentan en la leche. La leche normal de cabra tiene un conteo celular más alto que la leche normal de las vacas. El aumento de células somáticas en la leche de cabra es causado en parte por un aumento en la proporción de desprendimiento de células epiteliales (CEE) y la presencia de masa citoplásmica (CM) lo cual ocurre como consecuencia del proceso secretor apócrino (Hinckey, 1983; Ortega 2007, Sánchez, 2009).

El número de células somáticas en la leche tienden a aumentar durante la ordeña, y permanecen altos por unas pocas horas posteriormente (Hinckey, 1983; Ortega, 2007).

También cuentan con una tendencia de elevarse conforme avanza la lactación debido a la degradación de la ubre y a que el número de infecciones se va acumulando ya que prácticamente es nula la curación (Echeverría J. M.,

1991).

Existen diferencias significativas entre los CSS entre los grupos de edades al final de lactación; animales de primera y segunda lactación se sitúan en una media de 844.000 cél/mil, de tercera, cuarta y quinta lactación en 1.135.000 cél/mil y de sexta lactación en adelante en 1.440.000 cél/mil (Sierra *et al*, 1995).

La secreción láctea de la cabra es de tipo apócrina, es decir, las células epiteliales durante el proceso de secreción pierde parte de su citoplasma aportando partículas citoplásmicas en la leche. Estas partículas son consecuencia de un proceso apócrina similar al que ocurre en humanos. Estando presentes tanto en la secreción de glándulas mamarias sanas como en las infectadas y no están influenciadas significativamente por la infección intramamaria o el estado de lactación. En el caso del ganado caprino donde se obtienen resultados más elevados utilizando contadores de partículas, al ser las partículas citoplásmicos erróneamente confundidos por células somáticas ya que tienen un tamaño semejante (Sierra *et al*, 1995)

5.7.1. Conteo de Células Somáticas

Se ha venido utilizando desde hace años como una herramienta eficaz en el control de mastitis subclínica en vacunos lecheros, siendo en esta especie un tema ampliamente estudiado y conocido. Sin embargo no se puede trasvasar los conocimientos sobre este aspecto al caprino, ya que existen diferencias importantes en la significación e interpretación de los RCS entre estas dos especies (Sánchez *et al*, 2008, Hernández *et al*, 2009).

La utilización del recuento de células somáticas (RCS), como método diagnóstico indirecto de las mastitis subclínicas caprinas, requiere el conocimiento de la totalidad de factores que lo modifican. En este sentido, además de la conocida influencia de factores fisiológicos y de manejo, es la infección intramamaria la principal causa de incremento de los RCS (Sánchez, 1999, Martínez *et al*, 1999. Martínez 1998. Sánchez, 1996).

El pH y el recuento de células somáticas son parámetros que se encuentran correlacionados positivamente y que influye sobre la calidad de la leche (Serrano *et al*, 1998).

Los microorganismos considerados patógenos mayores (estreptococos, bacilos gram negativos, micoplasmas y *Staphylococcus aureus*) han dado lugar a los mayores valores de RCS. En cambio el grupo de estafilococos coagulasa negativa (SCN) no elevó significativamente el RCS con respecto a las glándulas no infectadas. Por un lado *Staphylococcus chromogenes* y *Staphylococcus epidermidis* dieron lugar a los mayores lugares de RCS, mientras que *Staphylococcus caprae*, *Staphylococcus xylosus* apenas modificaron el RCS (Sánchez, 1996, Martínez, 1998, Martínez *et al*, 1999. Sánchez *et al*, 1999.).

Los implantes de melatonina ejercen un efecto positivo sobre el recuento de células somáticas, en leche de cabra, lo que indudablemente redundará en una importante mejora en la calidad de la misma (Sánchez *et al*, 2009).

La rapidez y bajo costo de la estimación del recuento de células somáticas (RSC) han hecho de esta variable la más utilizada para evaluar la calidad de la leche y el estado de la glándula mamaria. El RCS en cabras está afectado por la infección intramamaria, el número de partos, alimentación, método de ordeño, el celo y periodo de lactación sobre RCS (Sierra *et al*, 1995, Sánchez, 1996, Sánchez *et al*, 1999,. Salamá *et al*, 2002, OLiete *et al*,

2010).

En el ganado caprino el celo puede elevar el RCS de la leche de forma transitoria. Esto se ha observado en condiciones de campo y en experimentos en los que ha identificado celos espontáneos o se han incluido celos hormonalmente (Mhdid *et al*, 2010).

Este incremento en tanto en cabras primíparas como en múltiparas, y en las ubres sanas como infectadas. Este incremento es transitorio, con una duración normalmente de 1 a tres días en

una cabra individual y, probablemente, de alrededor de una semana en la leche de tanque de un lote de cabras sometidas a una sincronización de celo (Mhdid *et al*, 2010).

Sin embargo, no hay información disponible sobre los efectos de reducir el número de ordeños a 1x y su impacto sobre el RCS en cabras (Salma *et al*, 2002).

Las peculiaridades fisiológicas de la secreción láctea caprina hacen que los RCS en cabras no infectadas sean más elevados de forma natural que los RCS en ovejas y vacas sanas (Luengo *et al*, 2002).

El carácter apócrina de la glándula mamaria caprina invalida las técnicas del recuento de células somáticas (RCS) que no diferencian las células de las partículas citoplásmicos. (Salamá *et al*, 2002).

El elevado número de factores que modifican el contenido celular, así como la amplitud de la naturaleza, podrían enmascarar la verdadera importancia de la infección intramamaria sobre el mismo, desestimando precipitadamente el RCS como método para calificar el estado sanitario de la ubre caprina. Sin embargo, es un hecho contrastado que existen diferencias significativas entre los RCS de las glándulas infectadas y las sanas, si bien es imprescindible la correcta interpretación de los valores de RCS de pensando en su utilización practica (Sánchez, 1999).

La realización de diagnostico microbiológico es de gran utilidad, ya que aporta información sobre la etiología y, en consecuencia, valiosa información epidemiológica que permitirá encauzar el control del problema particular en cada explotación. Sin embargo, el diagnostico microbiológico es demasiado costoso para llevarlo a cabo de forma rutinaria en condiciones de campo; por ello se necesitan métodos de diagnósticos indirectos fiables y a bajo costo (Martínez *et al*, 1998. De la cruz *et al*, 1998).

Entre los diversos procedimientos empleados para determinar la salud de la ubre mediante el análisis de células somáticas en leche, se dispone de métodos como: Prueba de California para Mastitis (CMT), Prueba de Wisconsin

(WMT), Cuenta Microscópica de Células Somáticas (CMCS) y el uso de Contadores Electrónicos como el Fossomatic (Ávila *et al*, 2007).

Contrariamente, hay investigadores que creen que el RCS no es un método apropiado para predecir la incidencia de mastitis en cabras porque este resulta normalmente más elevado y puede incrementarse por factores no infecciosos. Estudios histopatológicos efectuados sobre tejidos frescos provenientes de glándulas mamarias sanas indican que cabras saludables pueden producir normalmente leche con RCS > 106 CS/ml, particularmente hacia fines de lactancia. Puede relacionarse la incidencia de varios de estos factores no infecciosos sobre el RCS a través de un elemento común: el volumen diario de leche obtenido por cabra (Cordiviola *et al*, 2007).

Niveles de producción están asociados con elevados RCS. En Estados

Unidos de Norteamérica se estableció el límite legal en 106 CS/ml para la leche caprina, sin embargo muchos establecimientos frecuentemente no logran mantenerse por debajo de estos valores (Cordiviola *et al*, 2007).

5.8. Prueba de California para mastitis (CMT).

Es una prueba simple, económica y práctica, utilizada a nivel de campo, adecuada para estimar de manera indirecta el número de células somáticas en la leche, sin embargo, no proporciona un valor numérico exacto, debido a que es una prueba subjetiva y los resultados pueden ser interpretados de forma variable entre las personas que realicen la prueba (Martínez *et al*, 1998, Faría *et al.*, 2005.).

Fundamento de la prueba: El reactivo de la CMT contiene un detergente llamado Alquil-Aril-Sulfonato que reacciona con las células somáticas, rompe la membrana celular y la membrana del núcleo compuestas de fosfolípidos, dejando libre el DNA, mismo que se aglomera y da una apariencia viscosa. Una viscosidad muy notoria significa que existe una alta cantidad de células somáticas en la leche lo que significa un mayor grado de inflamación en esa glándula (Radostits *et al.*, 2007).

Para realizar la prueba se debe tomar una muestra de leche de cada cuarto en cada uno de los recipientes de la paleta de CMT. Una vez obtenida la muestra se agrega una cantidad igual de reactivo CMT a cada compartimento, la paleta se agita en movimientos circulares hasta mezclar totalmente el contenido, procurando no mezclar por más de 10 segundos, posteriormente se interpreta la prueba observando la reacción que tuvo la leche en cuanto a su viscosidad y color (Ávila, 1995).

La lectura de la prueba debe ser rápida debido a que la reacción desaparece a los 20 segundos, entre más gel se forme o más viscosa sea la leche, mayor será la calificación o grado de infección, ya que dicho grado de CMT está relacionado directamente con el número de células somáticas presentes en la leche (Shitandi y Kihumbu, 2004).

Según la viscosidad de gel que se forme al mezclar el reactivo en la muestra, la calificación puede ser dada como negativo (leche sin cambios), trazas ó sospechoso (leche con pequeños grumos), grado 1 (+), se observa una ligera formación viscosa inmediatamente después de agregar el reactivo, grado 2 (++), cuando hay una formación viscosa inmediatamente después de agregar el reactivo y grado 3 (+++), cuando el líquido forma una masa, presenta una distintiva viscosidad y la mezcla se adhiere en el fondo de la paleta (Ávila, 1995).

5.9. Prueba de Wisconsin para mastitis (WMT).

La prueba de Wisconsin para mastitis es una prueba cuantitativa y objetiva, fue diseñada para su uso en el laboratorio (Ávila, 1995; Núñez *et al.*, 2008). Se basa en la viscosidad de la mezcla del reactivo de California diluido con agua destilada combinada con la leche. Se utilizan tubos de plástico que tienen un orificio lateral para la entrada de aire y se tapan con tapones que en el centro presentan un orificio que permite tirar la mezcla agregada en el tubo (Ávila, 1995).

Debido al costo de los materiales originales y la dificultad para adquirirlos, se hizo una modificación a ésta prueba (Pérez y Gavilán, 1984; Ávila, 1995).

5.10. Prueba electrónica con el Fossomatic

Fossomatic™ 5000 es un contador de células somáticas totalmente automatizado y de gran capacidad, basado en la técnica FOSS de citometría de flujo. La serie Fossomatic 5000 está diseñada para laboratorios con un alto caudal de muestras diario. Esta solución FOSS realiza el recuento de células somáticas en leche cruda fresca o conservada, almacenada desde 0 horas

hasta dos semanas, según las condiciones de almacenamiento y preservación. Fossomatic 5000 se utiliza tanto para análisis de pago como para mejora ganadera (DHI o Dairy Herd Improvement).

Los contadores de células tipo Fossomatic se basa en la tinción del ADN de las células presentes en la leche con un reactivo capaz de emitir fluorescencia, la intensidad de esta es proporcional a la cantidad de ADN presente y por tanto a la concentración de células somáticas (Sierra *et al*, 1995).

VI. Materiales y métodos

6.1. Localización

El estudio se llevó a cabo en tres hatos, dos de Matamoros y uno de Viesca en la Comarca Lagunera, esta se localiza en la parte central de la porción norte de los Estados Unidos Mexicanos. La región se ubica entre los meridianos 102° 22' y 04° 47' longitud oeste y 24° 22' y 26° 23' latitud norte, con una altitud de 1139 msnm. El clima predominante es seco desértico semiárido con invierno fresco (BW_{nw}), la precipitación pluvial media anual es de 250 mm y la temperatura promedio anual de 24 °C (Cháirez y Palerm 2004; García, 2004).

6.2. Establos y animales

Se colectaron muestras de leche fresca de tres hatos lecheros donde la producción caprina es extensiva, al inicio del muestreo la ordeña se realizaba adentro del corral en cuclillas de forma manual. Después de un mes se les proporciono una sala de ordeña, dos productores siguieron ordeñando a mano y otro adquirió una sala maquina ordeñadora. El número de animales en producción varía entre 93 y 44.

Todas las chivas muestran características de diferentes razas como Alpina, Saneen, Nubia. Las cabras presentaron diferentes edades, etapas de lactación y números de partos.

De cada hato se seleccionaron chivas al azar clínicamente sanas.

6.3. Colección de muestras

Se utilizaron 36 chivas por mes, a las cuales se les tomo una muestra combinada de 10 a 15 ml de leche de los dos pezones en frascos estériles. El muestreo se llevo a cabo durante los meses de diciembre 2010 y mayo de 2011. Se colectaron 72 muestras por hato en los 6 meses siendo un total de 216 muestras colectadas en los tres hatos de Zaragoza, Irlanda y Gilita respectivamente.

Una vez obtenidas e identificadas las muestras con los números de animal, y la glándula (izquierda o derecha) de la cual pertenece se mantuvieron en una hielera hasta llegar al laboratorio en un tiempo no mayor de cuatro horas para después ser sometidas a las pruebas de CMT, WMT y Fossomatic 5000..

6.4. Diagnostico de mastitis

El diagnostico de mastitis se realizo mediante la prueba de California, la prueba Wisconsin y Fossomatic. La primera se realizo a nivel de campo, la segunda en el laboratorio del INIFAP y la tercera se mando al laboratorio de Burciaga.

La prueba de California se realizo a todas las cabras en ordeña antes de la toma de muestra de leche.



Figura 5. Toma de muestra para Prueba de California

Por otro lado, las muestras fueron analizadas en el laboratorio para el conteo de células somáticas por medio de la prueba de Wisconsin modificada consiste en utilizar un tubo graduado en mililitros en donde se depositan 3 ml de leche y una mezcla de 3 ml de reactivo para CMT con agua destilada

(relación 1:1) ambas a temperatura ambiente (Cerón *et al.*, 2007; Bedolla *et al.*, 2007). La muestra se agita durante 15 segundos, horizontalmente y de izquierda a derecha. Se deja reposar 15 segundos y posteriormente se voltean los tubos durante otros 15 segundos. Una vez transcurrido el tiempo, se procede a realizar la lectura de la muestra para su interpretación (Cerón *et al.*, 2007; Bedolla *et al.*, 2007; Ávila, 1995).



Figura 6. Prueba de Wisconsin

.El procedimiento y la interpretación de los resultados de dicha prueba se realizaron de acuerdo a lo descrito por Hernández (2009).

VIII. RESULTADO Y DISCUSION.

7.1. Prevalencia de mastitis subclinica

7.1.1 Prueba de California

La prevalencia de mastitis subclínica por cabra mostró una amplia variedad entre hatos. La prevalencia fue 15.2, 23.6 y 18.3% para los hatos de “Gonzalo”, “Hipólito”, “Eusebio”, respectivamente. La variabilidad de prevalencia de mastitis subclínicas en los hatos se puede atribuir a factores fisiológicos, de manejo y es la infección intramamaria la principal causa de incremento de los recuentos de células somática (RCS). (Sánchez, 1999, Martínez *et al*, 1999. Martínez 1998. Sánchez, 1996).

La prevalencia promedio de mastitis subclínica por cabra fue obtenida considerando el número total de cabras a las que se les realizó la prueba de California y el número total de vacas con reacción positiva. Se observó que de las 204 cabras a las que se les realizó la prueba, 39 (19.1%) mostraron una reacción positiva.

La prevalencia de mastitis subclínica por cada medio de las glándulas mamarias observada en los diferentes hatos fue de 20.8, 33.3 y 31.6% para los hatos de “Gonzalo”, “Hipólito” y “Eusebio”, respectivamente. Se observó que 58 (14.2%) de los 408 cuartos evaluados presentaron una reacción positiva (Cuadro 3). Dicha prevalencia fue menor que la prevalencia por cabra, esto se debe a que la mayoría de las cabras presentaron afectados solo un medio, mientras que el otro estuvo sano.

Cuadro 3. Porcentaje de cabras y medios con mastitis subclínica en tres establos lecheros de la Comarca Lagunera.

Hato	Prevalencia por cabra			Prevalencia por medio		
	Total	Positivas	%	Total	Positivos	%
Gonzalo	72	11	15.2	144	15	20.8
Hipólito	72	17	23.6	144	24	33.3
Eusebio	60	11	18.5	120	19	31.6
Total	204	39	39.5*	408	58	85.7*

7.1.2 Prueba de Wisconsin modificada

De las 204 cabras analizadas, 135 presentaron un alto contenido de células somáticas (> 2,000,000), lo que indica que la prevalencia promedio de mastitis subclínica en los hatos fue de 66.1%, mediante el uso de esta prueba en el laboratorio.

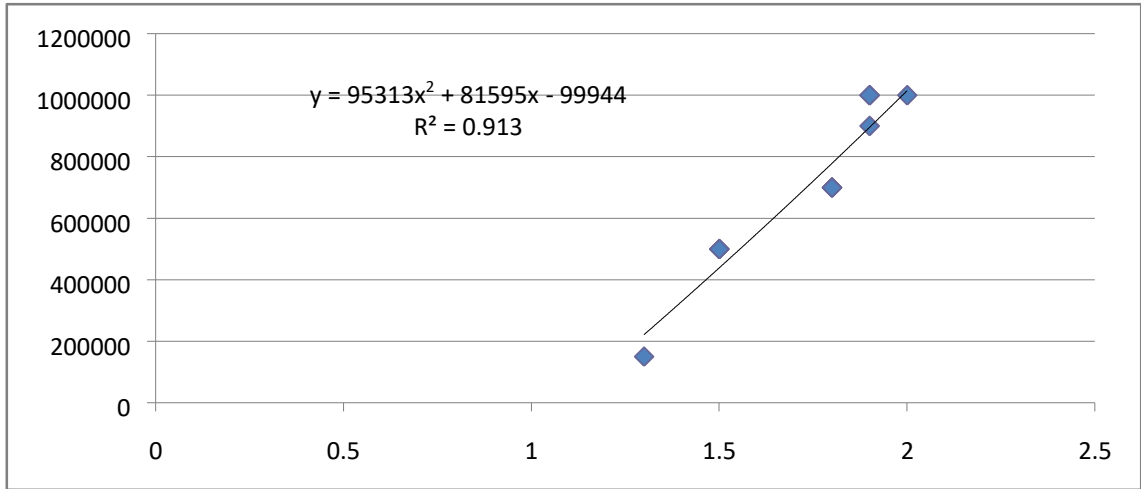


Figura 7. Se observa el resultado de Wisconsin con su CCS correspondiente

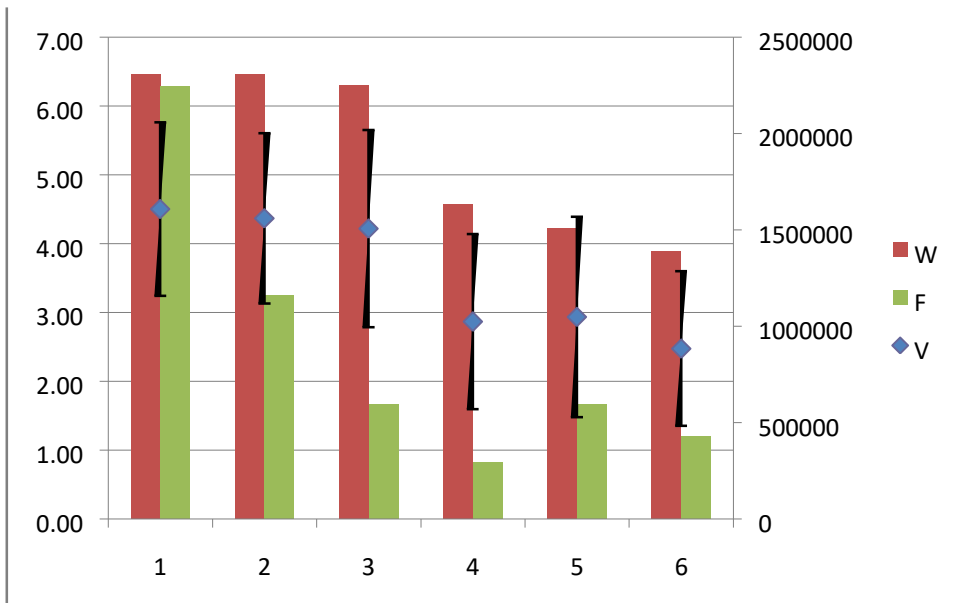


Figura 8. Comparación de Wisconsin con Fossomatic en cuanto al parámetro visual.

7.1.3 Prueba electrónica con el Fossomatic

De las 204 cabras analizadas mediante esta prueba, 10 presentaron un alto contenido de células somáticas (> 2,000,000), lo que indica que la prevalencia promedio de mastitis subclínica en los hatos fue de 4.9%.

7.2. Comparación de resultados entre las pruebas CMT, WMT y Fossomatic

Los resultados de la prevalencia de mastitis subclínica en las 204 cabras obtenidos mediante la prueba de California, Wisconsin y Fossomatic fueron diferentes a pesar de que fueron los mismos animales muestreados (39.5%, 66.1%, 4.9%).

Cuando se evaluaron los resultados por hatos con las pruebas (Figura 9), se observó la misma tendencia donde la prevalencia encontrada con

Fossomatic fue menor a la encontrada con las pruebas de California y

Wisconsin.

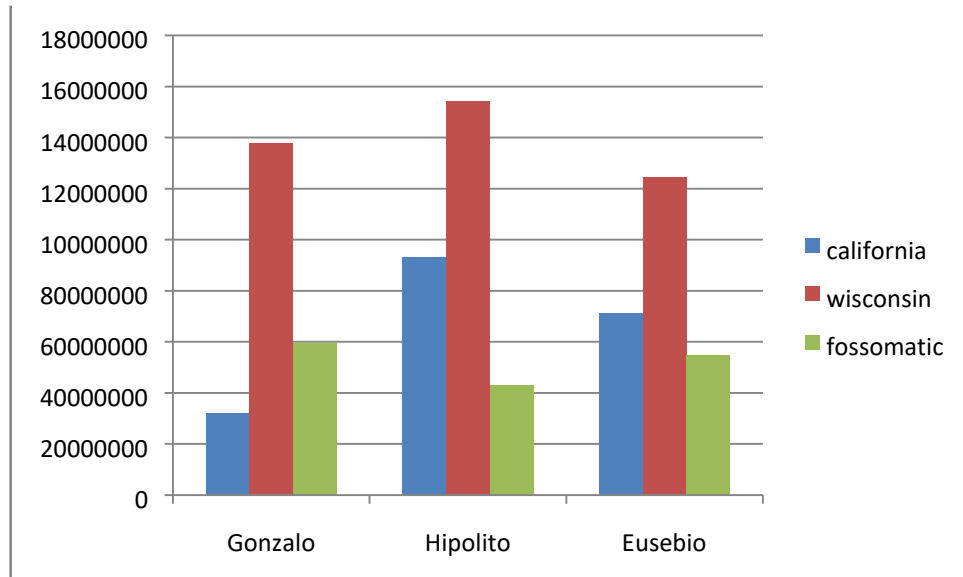


Figura 9. Prevalencia de mastitis subclínica en los tres hatos evaluados mediante CMT y WMT y Fossomatic.

La diferencia entre este y otros estudios donde se comparan ambas técnicas puede atribuirse a dos causas. En primer lugar, a la subjetividad de la CMT, ya que la interpretación de dicha prueba puede variar de acuerdo a la persona que la realiza (Ávila, 1995; Ávila *et al.*, 2007). En segundo lugar, en la realización de la WMT hubo algunos ajustes en el procedimiento que probablemente alteraron la especificidad de dicha prueba provocando una mayor cantidad de falsos positivos. Por tal motivo, los resultados de la prueba de Wisconsin debe tomarse con reserva.

VIII. Conclusiones y recomendaciones

8.1. Conclusiones

La cuenta de células somáticas realizada por el Fossomatic 5000 fue muy confiable ya que las muestras fueron procesadas en un laboratorio

especializado.

La cuenta de células somáticas realizada por la prueba de California para mastitis, a pesar de ser menos confiable que la realizada por el Fossomatic, resultó ser una prueba útil, práctica y de bajo costo para inferir el número de células somáticas en leche de cabra a nivel de campo.

La prueba de Wisconsin para mastitis resultó ser menos eficiente al realizar la cuenta de células somáticas en leche de cabra en comparación a los otros procedimientos realizados.

8.2. Recomendaciones

La presencia de mastitis subclínica se asocia a prácticas sanitarias inadecuadas al momento del ordeño, por lo que se debe dar mayor importancia al empleo de algunas medidas sanitarias como las que a continuación se mencionan:

Realizar un lavado y secado de la ubre con paños limpios individuales

Efectuar el despunte de los cuatro pezones

Utilizar un presellador

Desinfectar y lavar las pezoneras entre cada ordeño

Ordeñar primero a las cabras sanas y al final a las enfermas

Es muy importante establecer un programa de control de mastitis, en el cual las chivas sean verificadas cada mes mediante la prueba de California o Wisconsin para detectar la presencia de animales con mastitis subclínica y dar un posible tratamiento a las chivas positivas.

A los animales con mastitis clínica se les debe de dar un tratamiento adecuado y a las cabras con infecciones crónicas se les debe de eliminar del hato.

IX. LITERATURA CITADA

Ávila T. S. 1995. Producción intensiva de ganado lechero. 5ª edición. Ed. Ateneo. Buenos Aires. BAUCCELLS, J. México p. 1-123.

Ávila T. S., Lazcano P. R., Navarro H. J. 2007. Confianza en la determinación de células somáticas en leche de vaca mediante la aplicación de las pruebas para mastitis: CMT, WMT, CMCS, Fossomatic y DCC. Bovinotecnia. Boletín técnico virtual de FMVZ. (13) Disponible en:

<http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/departamentos/rumiantes/bovinotecnia/BtemporN001.htm>..

Ayadi M. 2003. Evaluación de la estructura interna de la ubre mediante ecografía y efectos de la frecuencia de ordeño en vacas lecheras. Departamento de Ciencia Animal de Alimentos. Universidad Autónoma de Barcelona. Tesis de doctorado. 2-89.

Cabral M. A., 2006. Caprinocultura en la comarca lagunera. El siglo de Durango,

Dugo. Disponible en:

<http://www.elsiglodedurango.com.mx/noticia/86840.caprinocultura-en-lacomarca-lagunera.html>

Cerón M. M. F., Zoot PhD., Agudelo J. E., Maldonado E. J. G. 2007. Relación entre el recuento de células somáticas individual o en tanque de leche y la prueba CMT en dos fincas lecheras del departamento de Antioquia (Colombia). Rev. Col. Cienc. Pec. 20:472-483.

Cordiviola, C. A.; Arias, R. O.; Vaamonde, G.; Lacchini, R. A; Antonini, A. 2007. Calidad higiénico-sanitaria de la leche de cabra en la cuenca de cañuelas, provincia de Buenos Aires.

Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar>

- Cunningham J. G. 1999. Fisiología veterinaria. 2ª edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana España. México. p. 543-560.
- Daza A. A., Fernández M.C., Sánchez L. A. 2004 Ganado caprino producción, alimentación y sanidad. Editorial Agrícola Española S.A. pp. 74-77
- De la cruz M., Serrano E., Montoro V., Marco J. C., Romeo M., Baselga R., Albizu I., Amorena B. Mamitis subclínica en la raza ovina manchega: relación con el número de células somáticas, incidencia, etiología y producción.
- Echeverría J. M., 1991. Calidad bacteriológicas y de células somáticas en explotaciones de ovinos latxo en Navarra. Instituto tecnológico y de gestión vacuno. Pamplona pp. 487-488
- Faría R. J. F., García U. A., D'Pool G., Valero L. K., Allara C. M., Angelosante G. 2005. Detección de mastitis subclínica en bovinos mestizos doble propósito ordeñados en forma manual o mecánica. Comparación de tres pruebas diagnósticas. Venezuela. Revista científica, FCV-LUZ. 15(002):109-118.
- Garcés A. R. 2005. Producción de leche caprina "del establo a la mesa". Chile. Seminario internacional, pp. 3-4. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/2222100/Leche-Cabra->
- García F., Sánchez P. M., Torio A. A., Diez R. A., Prieto M. A., Felipe. 1996. Recursos de la suplementación con selenio sobre los recuentos de células somáticas en ovejas. Actas de las XXI jornadas científicas de la sociedad española de ovinotecnia y caprinotecnia.
- Gütler H., Schweigert F. J. 2005. Fisiología de la lactación, en: Engelhardt V. W. Breves G., Editores. Fisiología veterinaria. 1ª edición. Zaragoza España. Editorial Acribia. p. 603-624.
- Hernández F., Tirado A., Marcos F. J., Esnal A., Marco J. C., Evolución del recuento de células somáticas en ovejas lacuane tratadas al secado con *ilovet-secado e ilovet 20%*. SEOC 2009.
- Luengo R. C., Sánchez L. A., Corrales R. J. C., Fernández M. C., Contreras V. A. 2002. Estudio lactacional de los factores de variación del recuento de células somáticas en leche de cabra. FEDER 1FD97-1010- CO2-01 y CAI00-46-C3-1.
- Martínez N. B., Peris R. C., Vega G. C. 1999. Relación entre el recuento de células somáticas y los patógenos intramamarios aislados en el ganado caprino lechero de la comunidad valencia. Politécnica de valencia. Camino de vera, 14.46071. Valencia
- Martínez B., Peris C. 1998. Utilización del california mastitis test en el diagnóstico de mastitis caprina y su relación con el recuento de células somáticas. 375-379
- Mehdid M. A., Vidal G., Díaz J. R., Peris C. 2010. Efecto del celo sobre el recuento de células somáticas en la leche de cabra. XXXV congreso de la SEOC .Valladolid 2010.

- Olhagaray R. E. C., Espinoza A. J. J. 2007, Producción y comercialización de la leche de cabra en el GGAVATT- INIFAP "Juan E. García" del municipio de Lerdo, Dugo. México. Revista Mexicana de agro negocios, enero- junio, año/vol. XI número 020, pp. 308- 313
- Oliete B., Calatayud M., García O., Arias C., Gallegos R. Arias R., Pérez G. M. 2010. Efecto de las condiciones higiénico-sanitarias sobre el recuento de células somáticas y microorganismos totales de la leche de tanque de rebaños ovinos de raza manchega. XXXV congreso de la SEOC. Valladolid 2010.
- Park C. J., Jacobson N. L. 1999. Fisiología de los animales domésticos de Dukes. 2ª edición. Tomo 2, Limusa. México. p. 711-727.
- Pérez D. M., Gavilán P. 1984. Biología y Microbiología de la leche. Editorial Limusa. 1ª edición. México. p. 164-166.
- Radostits O. M., Gay C. C., Hinchcliff K. W., Constable P. D. 2007. Veterinary Medicine. 10th edition. P: 673-696.
- Salama A. A. K., Such X., Caja G., Rovai M., Casals R., Albanell E., Martin A. 2002. Efecto del número de ordeños diarios sobre la producción de leche, composición y el recuento de células somáticas en ganado caprino. 08193 Bellaterra, Barcelona.
- Sánchez J., Reyes M., Aceituno O., López F., Andes S., Jiménez A. 2009. Efecto de los implantes de melatonina en el recuento de células somáticas en la leche de cabra. SEOC 2009.
- Sánchez L. A., Luengo R. C., Corrales R. J. C., Contreras V. A. 1999. Influencia de la infección subclínica de etiología bacteriana en los recuentos de células somáticas de la glándula mamaria caprina. Enfermedades infecciosas, facultad de veterinaria, Universidad de Murcia, campus de Ezipinardo 30071 Murcia.
- Sánchez L., Contreras V. A., Corrales R. A., Sierra C. J., Marcos M. D., Juan. 1996. El recuento de células somáticas como instrumento de control de mamitis subclínica en la cabra murciano-granadina. Actas de las XXI Jornadas científicas de la sociedad española de ovinotecnia y caprinotecnia.
- Sánchez L., Contreras V. A., Corrales R. A., Sierra C. J., Marcos M. D., Juan. 1996. Influencia de los patógenos intramamarios en los recuentos de células somáticas de leche de cabra. Actas de las XXI Jornadas científicas de la sociedad española de ovinotecnia y caprinotecnia.
- Sánchez M., Martos J., Aparicio D., Martín D., García A., García-schiafino, s., Muñoz E. M. 2008. Evolución del recuento de células somáticas en cabras lecheras tras pruebas de campo con tratamiento de secado. SEOC 2008.
- Sánchez R. I., Martínez R. R. D., Torres H. G., Becerril P. C. M., Mastache L. A. A., Suárez E. J., Rubio R. M. Producción de leche y curva de lactación en tres razas de cabra en el trópico seco de México. Vet. Méx., 37 (4) 2006.

Shitandi A., Kihumbu G. 2004. Assessment of the California mastitis test usage in smallholder dairy herds and risk of violative antimicrobial residues. *J. Vet. Sci.* 5(1):5-9.

Secreción láctea, 2011, disponible en:

<http://lacabrapoblana.blogspot.com/2011/01/secresion-lactea.html>

Serrano M. B., Garzón S. A. I., Gonzales A. L. M. E., Oliver A. F., Figueroa S. A., Martínez H. J. 1998. Efectos del pH y el recuento de células somáticas sobre las características químicas y de producción de leche de oveja marina. 419-423.

Sierra D., Carrales J. C., Sánchez A., Marco J., Contreras A. 1995 Contaje de células somáticas en leche de cabras murciano-granadinas al final del periodo de lactación y su relación con la edad y la presencia de infecciones intramamarias.

X. Anexos

10.1. Pruebas para el diagnostico de la mastitis subclinica

10.1.1. Pasos para la prueba de california

- 1) Para realizar la prueba primero se hizo la desinfección de la ubre, enseguida se procedió a despuntar, eliminando los primeros dos o tres chorros.
- 2) Se depositó una muestra de leche en cada en dos de los cuartos en la paleta (2-3 ml), en cantidades iguales y se agrego el reactivo de California en cantidades iguales a las de la leche.



- 3) Se homogenizó la muestra y se leyó el resultado antes de los 20 segundos, de acuerdo al cuadro de interpretación para esta prueba.



10.1.2. Pasos para la prueba de Wisconsin modificada

- 1) Se colocaron 3 ml de leche y 3 ml de reactivo en los tubos especiales para esta prueba.

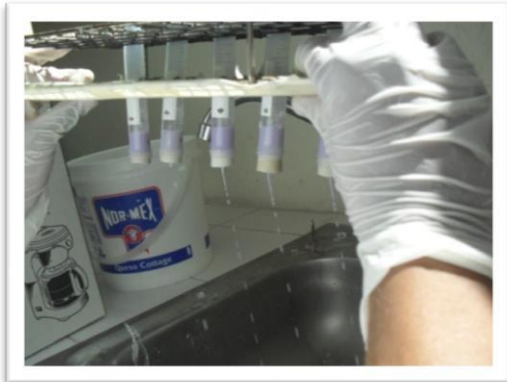


- 2) Se taparon los tubos y posteriormente se movió la gradilla durante 15 segundos (posición horizontal). Se dejaron reposar los tubos durante 15

segundos.



- 3) Se volteó la gradilla en posición vertical y se dejó salir la mezcla durante 15 segundos.



- 4) Se regresó la gradilla a su posición normal y se hizo la lectura de los mililitros restantes de acuerdo a la tabla de interpretación.



