

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

DIVISIÓN DE CIENCIAS VETERINARIAS

POSGRADO INTERINSTITUCIONAL EN CIENCIAS PECUARIAS



**DETECCIÓN DE MASTITIS BOVINA MEDIANTE EL CONTEO
ELECTRÓNICO DE CÉLULAS SOMÁTICAS Y PRUEBA DE CALIFORNIA
EN CINCO MUNICIPIOS DEL ESTADO DE JALISCO**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS

PRESENTA:

MVZ JOSÉ GUADALUPE PÉREZ CONTRERAS.

DIRECTOR:

DR. HUGO CASTAÑEDA VÁZQUEZ

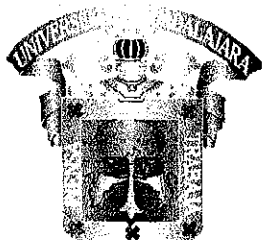
ASESORES:

DR. WILFRIED WOLTER.

M.C. CARLOS PACHECO GALLARDO

M. C. SILVIA RUVALCABA BARRERA

Las Agujas, Zapopan, Jalisco., marzo de 2006



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISION DE CIENCIAS VETERINARIAS

COORDINACIÓN DE POSGRADO



COORDINACIÓN DEL POSGRADO
DIVISION DE CIENCIAS VETERINARIAS
PRESENTE.

Por este conducto nos permitimos enviar la VERSION FINAL DE LA TESIS que desarrolló el pasante de la Maestría Interinstitucional en Ciencias Pecuarias, **MVZ. José Guadalupe Pérez Contreras**, cuyo título es:

Detección de mastitis bovina mediante el conteo de células somáticas con fossomatic 360 y prueba de california en cinco municipios del Estado de Jalisco.

Trabajo dirigido por: Dr. Hugo Castañeda Vázquez

Los que suscriben la presente avalan esta versión, la cual fue revisada y reúne los requisitos teóricos y metodológicos necesarios.

ATENTAMENTE

Las Agujas, Nextipac, Zapopan, Jal. 11 Enero del 2006

REVISOR

Dr. Arturo G Valdivia Flores

REVISOR

Dr. Agustín Ramírez Álvarez

REVISOR

Dr. Hugo Castañeda Vázquez

REVISORES

M en C Silvia Ruvalcaba Barrera

c.c.p. Archivo

DEDICATORIAS

A mis padres, por darme la existencia y mostrarme el camino correcto.

A mi querida esposa Leticia, apoyo importante en mi vida personal y profesional.

A mi hija Ady, que le inyectó frescura y belleza a mi existencia desde su nacimiento.

A mi hijo Oscar, que con su buen humor les dio tranquilidad a mis momentos difíciles.

A cada uno de mis hermanos, que en su momento le han dado valor e importancia a mi existencia y a mi quehacer.

A mis compañeros profesores que han hecho de mi quehacer un placer.

AGRADECIMIENTOS

INSTITUCIONALES:

Universidad de Guadalajara.

Postgrado Interinstitucional en Ciencias Pecuarias. (PICP)

Departamento de Salud Pública del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.

Unidad de Morfología de Alta Resolución y Laboratorio de Mastitis del Departamento de Medicina Veterinaria del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.

Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD) y el Instituto Estatal de Investigaciones de Hesse, Alemania.

CUERPO TUTORIAL:

Dr. Hugo Castañeda Vázquez

Dr. Wilfried Wolter.

M.C. Carlos Pacheco Gallardo.

M.C. Silvia Ruvalcaba Barrera.

H. JURADO:

M.C. Silvia Ruvalcaba Barrera.

Dr. Agustín Ramírez Álvarez.

Dr. Arturo Valdivia Flores.

Dr. Hugo Castañeda Vázquez.

PERSONALES.

Dra. Esther Albarrán Rodríguez.

MVZ Octavio Guadalupe Ramírez Marín.

M. C. Oscar Valdivia Vázquez

M.C. Juan Manuel Moreno Martínez.

MVZ Maria Lourdes Presas González

M.C. Ernesto De Lucas.

M.C. Alejandro Sierra Rizo

Sra. Esther Abarca

CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
JUSTIFICACIÓN.....	20
HIPOTESIS.....	21
OBJETIVOS.....	22
MATERIAL Y MÉTODOS.....	23
RESULTADOS.....	26
DISCUSIÓN.....	32
CONCLUSIONES.....	35
BIBLIOGRAFÍA.....	36

RESUMEN

El conteo de células somáticas es un factor importante para establecer la calidad sanitaria de la leche así como el estado de salud de las ubres de las vacas lecheras y que no ha sido investigado suficientemente. Con el objetivo de determinar la frecuencia de mastitis bovina mediante el conteo de células somáticas utilizando el equipo electrónico y prueba de California en vacas de la cuenca lechera del estado de Jalisco; se muestrearon 437 vacas, pertenecientes a 22 establos de los municipios de Acatic, Lagos de Moreno, Tepatitlán, Zapotlanejo y Zapopan del estado de Jalisco durante el periodo comprendido entre octubre 2002 a junio de 2003 las cuales presentaron un promedio de 301,312 células somáticas por mililitro de leche. Acatic fue el municipio con menor conteo en células somáticas con un promedio de 193,500 y Lagos de Moreno el de mayor promedio con 545,890 cél./ml, además Tepatitlán con 219,170 cél./ml; Zapopan con 269,800 y Zapotlanejo con 278,200 cél./ml. Se estableció correlación directa entre el conteo de células somáticas mediante equipo electrónico y la prueba de California. Los resultados en la medición de proteína fueron más elevados que los reportados por la literatura internacional además de que no se encontró correlación entre proteína y el conteo de células somáticas. El municipio con mejor calidad de leche respecto a conteo de células somáticas y prueba de California fue Acatic y el peor Lagos de Moreno.

INTRODUCCION

El consumo de leche y de productos lácteos en México tiene una tradición de más de cuatrocientos años, los españoles trajeron de España al puerto de Veracruz, los primeros bovinos, animales muy rústicos y resistentes.

Entre las décadas de 1950-1970 se consolidaron diversas cuencas lecheras en nuestro país, con la consiguiente construcción de plantas pasteurizadoras e industrializadoras de productos lácteos como quesos, yogurt, leches saborizadas, etc. (García ,1996)

Se calcula que en México existen aproximadamente 9 millones de bovinos distribuidos en establos en todo el territorio nacional y que presentan diferentes grados de tecnificación, los hay sumamente tecnificados, algunos poco tecnificados y que son de doble propósito y los más que solo cuentan las instalaciones básicas. (SAGARPA, 2005)

Se considera que México es el segundo importador mundial de leche, en polvo y que importa principalmente de Europa, Nueva Zelanda y de los Estados Unidos. (García, 2005; SAGARPA, 2005)

Jalisco es el primer productor de leche en el ámbito nacional con 30 vacas promedio por establo, y de 15 a 25 litros por vaca de producción diaria (SAGARPA 2004) pero debido a problemas como la mastitis de las vacas lecheras los ganaderos sufren pérdidas económicas muy importantes (Wolter 1999).

El reglamento de la ley general de salud, en su apéndice de control sanitario de productos y servicios, define: "leche es la secreción natural de las glándulas mamarias de las vacas sanas o de cualquier otra especie animal excluido el calostro" (SSA, 1999), y en la NMX-F-700-COFOCALEC-2004 se define a la leche

cruda de vaca como la secreción natural de las glándulas mamarias, sin calostro y sin substracción alguna de sus componentes, que no ha sido sometida a tratamientos térmicos.

La leche está compuesta de agua, hidratos de carbono, grasa, proteína, minerales y vitaminas. Aunque cada elemento puede discutirse separadamente, es importante mencionar que la leche se secreta como una mezcla compleja de éstos. Las propiedades de la leche son mayores y más complejas que la suma de sus partes es decir de sus componentes individuales.

La leche puede estudiarse desde varias perspectivas:

- La bioquímica
- Los mecanismos de síntesis
- Las propiedades fisicoquímicas de la leche
- La función de cada componente en la glándula mamaria
- La importancia en la lactancia de las crías.
- La importancia como alimentos para los humanos
- Los factores que afectan variabilidad de composición.

Calidad de leche.

Las propiedades organolépticas, nutrimentales, higiénico-sanitaria, (determinadas por la presencia de microorganismos y la cantidad de células somáticas), y la presencia de contaminantes y/o adulterantes son los factores que influyen en la calidad de la leche (Philpot, 1997).

La globalización ha tenido influencia en la definición de calidad de la leche y las expectativas del consumidor son cada vez mayores, por ello, quien dirige una explotación lechera está obligado a tener una comprensión mayor de todos los

conceptos relacionados con la leche y producir una leche de alta calidad para cubrir las expectativas del consumidor (Ruegg, 2001).

El consumo de productos lácteos continúa aumentando a lo largo del mundo. La industria lechera es un segmento grande y dinámico de la economía agropecuaria de muchas naciones. Hay un enfoque creciente hacia producir y disponer de leche de calidad. Para alcanzarlo se requerirá de un programa eficaz que conlleve el conservar la salud de la ubre en cada hato (Sargeant, 2001).

Por otra parte la falta de conocimiento de los riesgos en materia de salud asociados con el consumo de leche entre las comunidades rurales necesita ser dirigida para salvaguardar su salud (Esron, Karimuribo, 2005).

En la actualidad la producción consistente de leche de calidad es dependiente de la actitud en la aplicación de las prácticas de control de mastitis (Jeffrey, Renaw 2000).

Componentes de la leche

El contenido en la leche varía con la especie, la fase de lactación, la presencia de infecciones intra-mamarias, entre otros factores

Agua: El volumen de agua de leche es dependiente en la síntesis de lactosa, y en la vaca, es de aproximadamente un 87%

Carbohidratos: La lactosa es el componente que se encuentra en mayor cantidad en la leche. Es un elemento raro en la naturaleza, únicamente se ha identificado en algunos frutos, además de en la leche.

Es un disacárido compuesto de D-Glucosa y D-galactosa formando una unión glucosídica. Desempeña un papel importante en la síntesis de la leche; por sus características osmóticas, es responsable de la cantidad de agua encontrada en la misma. Es una fuente de glucosa de rápida digestión que mantiene un buen nivel

de energía en el neonato, al ser desdoblada por la enzima B-galactosidasa en su intestino

En la leche, además de lactosa, se encuentran otros hidratos de carbono en concentraciones bajas: glucosa libre y galactosa libre amino azúcar, fosfatos de azúcar, azúcares del nucleótido y oligosacáridos; algunos son importantes ayudando a que se establezca la microflora del intestino del neonato, como el factor de bifidos identificado en leche humana.

Grasa: Es la principal fuente de energía, usada por el mamífero en los primeros días después del nacimiento. Es el componente más inconstante de la leche y está representada principalmente por triglicéridos formados por tres ácidos grasos unidos a una molécula de glicerol.

Proteínas: Existen proteínas solubles e insolubles. La principal es la caseína (insoluble), existen de 3 a 4 variedades, son moléculas distintas pero con estructura similar. Es fácilmente digerible.

Las caseínas forman estructuras granulares llamadas micelas, que además contienen agua y minerales; principalmente calcio y fósforo. Algunas enzimas son asociadas a la micela de caseína y son la base para muchas de las industrias de productos de leche, principalmente en la elaboración de quesos.

Las principales proteínas del suero (solubles) en leche de vaca son la β -lactoglobulina y α -lactoalbumina, esta última importante en la síntesis de la leche en general y de lactosa en particular.

Las caseínas, la β -Lactoglobulina, y la α -lactoalbúmina se sintetizan en las células de la glándula mamaria, mientras que las inmunoglobulinas y albúminas se encuentran en sangre. Una cantidad limitada de inmunoglobulinas es sintetizada por los linfocitos que residen en el tejido mamario, son conocidas como células plasmáticas, y contribuyen a la inmunidad local de la glándula mamaria.

Minerales: Aunque están presentes la mayoría de los minerales encontrados en el organismo, los principales elementos inorgánicos encontrados en la leche son el calcio y el fósforo, se requieren en grandes cantidades para el rápido crecimiento del neonato, en sus huesos y otros tejidos.

Vitaminas: La leche contiene todas las vitaminas importantes, principalmente las solubles en grasa, A, D y E, así como cantidades limitadas de vitamina K además de las del complejo B que se encuentran en la fase acuosa.

Otros componentes: La leche de vaca siempre contiene leucocitos, conocidos como células somáticas, cuya concentración varía, con la especie, el estado de salud de la glándula mamaria y la fase de lactación.

Algunos otros componentes pueden influir en la bio actividad como son las hormonas, enzimas y proteínas celulares (Hurley, 2002).

La leche de vacas especializadas en producción como las holstein, presentan una composición promedio de agua del 87%, grasa de 3.8%, proteína en un 3.4%, lactosa del 4.5% y minerales de 1.3% (Ruegg, 2001).

La glándula mamaria se compone de un tejido notablemente sensible que tiene la capacidad producir un volumen grande de secreción láctea bajo condiciones normales y/o saludables.

Anatomía y fisiología de la glándula mamaria

El sistema mamario de la vaca se encuentra diseñado para utilizar los nutrientes enviados a través de la sangre desde el tracto digestivo, o para movilizar las reservas corporales, y convertir esos nutrientes en leche, la cual se produce continuamente y es almacenada en la glándula mamaria hasta que es removida por medio de la succión del ternero ó mediante el proceso de ordeño, ya sea a mano o en máquina.

El sistema mamario de la vaca lechera se encuentra perfectamente adaptado para producir grandes cantidades de leche inmediatamente después del primer parto y para:

- Producir suficiente leche para alimentar al ternero hasta que sea capaz de sobrevivir con alimentos sólidos.
- Detener la secreción de leche.
- Regenerar sus tejidos mientras espera el próximo parto.

Las estructuras mamarias que la vaca utiliza para producir leche se encuentran localizadas en la ubre, suspendidas debajo del abdomen posterior donde el ternero puede tener un fácil acceso. La ubre de una vaca altamente productora de leche puede producir y almacenar más de 20 kilogramos de leche por cada ordeño. (Alais, 2003)

En la parte exterior, la ubre se encuentra cubierta de piel ligeramente pilosa. Además, el tejido de la ubre es voluminoso y abultado. En una vaca madura, puede llegar a pesar 50 kilogramos, por lo que fuertes ligamentos suspensorios la mantienen en su lugar y proveen de soporte. El ligamento suspensorio lateral, consistente en hojas de tejido fibroso se fija en el pubis; mientras que el ligamento suspensorio medio, localizado a lo largo de la línea media de la vaca une la ubre a la pared abdominal y se encuentra suspendido de la pelvis y en la parte anterior se une al abdomen mediante unas hojas de tejido conectivo fibroso. La elasticidad del ligamento medio le permite actuar, moverse y adaptarse a los cambios de tamaño y peso de la ubre con la producción de leche y edad.

En la vaca madura, el tamaño de la ubre es un indicador, aunque de limitada utilidad, de la cantidad de leche que producirá. Mientras que en vaquillas es un pobre indicador de la capacidad de producción de leche futura ya que existe un crecimiento rápido durante la primera preñez.

A pesar de que la ubre de la vaca parece ser una unidad, está en realidad constituida por diferentes glándulas mamarias, o cuartos, que operan en forma independiente y drena leche a través de un pezón propio. Cada uno de los cuatro cuartos de la ubre es una glándula mamaria por separado. (Alais, 2003)

Típicamente, los cuartos anteriores pesan aproximadamente dos tercios de los cuartos posteriores. Esto significa que proporcionalmente es producida más leche por los últimos. Las dos glándulas del mismo lado de la vaca poseen algo de interconexión en el suministro sanguíneo y se encuentran separadas solamente por un fino tejido conectivo, mientras que las del lado izquierdo se encuentran completamente separadas de las del lado derecho por el ligamento suspensorio medio.

La forma y posición de los pezones poseen un efecto importante en la facilidad de ordeño. La superficie del pezón tiene una piel suave que cubre su pared y que contiene gran cantidad de músculo liso, fibras y un sistema muy rico de irrigación sanguínea e inervación y la punta se cierra con un anillo de tejido muscular liso o esfínter llamado canal del pezón. En su parte superior, se abre en la cisterna de ubre, que almacena la leche hasta que la misma es ordeñada o succionada. El canal es muy importante para proteger la ubre de la invasión de bacterias que pueden causar mastitis. (Avila, 2001)

En cada glándula o cuarto existe una cisterna central que almacena la leche y drena a través del pezón en el momento del ordeño, ésta fluye dentro de la cisterna de la glándula por medio de miles de conductos que se unen como los afluentes de un río. Los conductos más pequeños reciben la leche producida en los alvéolos que se encuentran reunidos a su alrededor en lóbulos. Los millones de alvéolos hacen en forma colectiva la masa principal de la glándula mamaria. Cada alvéolo posee todas las estructuras necesarias para producir leche y enviarla dentro del sistema de conductos. (Smith, 2001)

No se presentan modificaciones en la composición de la leche una vez que la misma ha sido enviada dentro de los conductos. Una cavidad central se encuentra rodeada de una capa de células secretoras o mioepiteliales (células similares a las musculares), únicas de la glándula mamaria que rodean al alvéolo y en las que se forman los componentes de la leche ((Alais, 2003, Avila, 2001;Homan,1996)

Lactogénesis

Es el proceso de diferenciación funcional que el sufre tejido mamario al cambiar de un estado seco a un estado de lactación, este periodo generalmente está asociado con el final de la gestación cerca del momento del parto y depende de la actividad de algunas hormonas específicas.

Ocurre por un proceso que se divide en dos fases, en la primera hay cambios citológicos como la diferenciación enzimática de las células epiteliales alveolares, el aumento de síntesis de acetil carboxilasa de Co. A sintetasa y otras enzimas asociadas a la lactación; se inicia la síntesis de α -lactolbúmina que coincide con la formación de calostro y la concentración de inmunoglobulinas en glándula mamaria aproximadamente 4 días antes el parto y se prolonga algunos días después del mismo. (Alais, 2003)

En la segunda fase se inicia la síntesis de lactosa así como la formación y secreción de componentes de la leche. Es activada por la descarga de progesterona que desciende su concentración en sangre y produce el estímulo para el aumento de niveles sanguíneos de prolactina y glucocorticoides, que asociados al parto dan inicio a la secreción copiosa de leche (Hurley, 2002; (Tucker, 1994).

Mastitis.

La mastitis es una reacción inflamatoria de los tejidos secretores o conductores de la leche en la glándula mamaria, como respuesta a una infección bacteriana o lesión traumática. El término deriva del griego "*mastos*" ubre e "*itis*" inflamación, se caracteriza por cambios físicos y químicos de la leche, y por alteraciones patológicas en la glándula mamaria, pudiendo ser causada por agentes físicos o infecciosos.

Las principales pérdidas por mastitis clínica en:

- Baja producción del animal enfermo
- Producción durante la eliminación del medicamento
- Frecuentemente hay un perjuicio duradero en el rendimiento de la vaca
- Costos de medicamentos y del medico veterinario
- Aumento de los costos de la mano de obra.

Y en la mastitis subclínica se presenta:

- Una considerable reducción en la producción diaria de leche.
- Cambios importantes en la composición de la leche y en consecuencia en el cuajado del queso.
- Se afecta la calidad higiénica de la leche.

Los daños causados por la mastitis subclínica son mucho mayores, ya que esa forma es unas 20 a 50 veces mas frecuente que la mastitis clínica. Un caso de mastitis subclínica por vaca, causa pérdidas aproximadas de 200 dólares al año. En Virginia, la pérdida promedio del potencial de ingreso causado por la mastitis por granja es de 20,000 dólares al año (Bailey 1973).

La mastitis subclínica, que en ocasiones pasa desapercibida para el productor, es una de las enfermedades de mayor impacto económico para la actividad lechera; es la causante de la mayor parte de las pérdidas ya que alrededor del 70% de las

pérdidas atribuibles a mastitis están dadas por la disminución en la producción de leche, el resto se debe a descarte de leche por alteraciones notorias o residuos de antibióticos, gastos en medicamentos y honorarios veterinarios, trabajo extra, pérdida de valor genético por eliminación prematura de vacas, reducción del valor comercial de las vacas eliminadas e incremento en los costos de reemplazo (Philpot, 1999; Reneau, *et al.* 1993; Bailey 1973; Wattiaux. 1999; Harmon 1977; Rice 1997; Schutz 1997).

En cuanto a la magnitud de la disminución en la producción de leche, se ha encontrado asociación entre ésta y la severidad de la mastitis, describiéndose pérdidas que van desde 2,8% a 45% por cuarto/día, según el grado de reacción a la prueba de California para la mastitis (CMT) (Philpot, 1978). De esta misma forma, se han estimado pérdidas de 2,5% en producción de leche por vaca, por cada 100.000 cel/ml sobre un nivel de 200.000 cel/ml (Philpot, 1999; Smith 2001).

Además de los altos costos financieros para el ganadero, la mastitis tiene gran repercusión en el valor higiénico de la leche y de sus subproductos debido a que algunos agentes causantes de mastitis son patógenos para los humanos ya que pueden encontrarse residuos de antibióticos o productos químicos en la leche provenientes de los tratamientos.

Para la industria de lácteos son muy significativas las alteraciones que la mastitis causa a la leche ya que el tiempo de cuajado aumenta y la cantidad de queso disminuye considerablemente.

El conteo de células somáticas normal en leche generalmente está debajo de 200,000 por mililitro, pero puede estar debajo de 100,000 en animales sanos de primera lactación o en hatos bien manejados. Un conteo sobre 250,000 a 300,000 es considerado anormal y casi siempre es un indicador de una infección bacteriana que causa inflamación en la ubre (Duane, 1997).

Con respecto a las alteraciones en la composición de la leche provenientes de cuartos con mastitis, se ha encontrado disminución en el contenido de lactosa, caseína, grasa láctea, sólidos no grasos, sólidos totales, calcio, fósforo y potasio; y un incremento en la concentración de inmunoglobulinas, cloruro de sodio, carbonato de sodio, minerales trazas, ácidos grasos libres y enzimas como plasmina, lactasa y lipasa, además de un aumento del pH (Philpot, 1978; Philpot, 1999).

Debido a los cambios físico-químicos, las leches mastíticas tienen una menor estabilidad, se enrancian con mayor facilidad, se dificulta la elaboración de productos fermentados, se afecta el rendimiento, tiempo y costos de elaboración de quesos, resultando también afectada la palatabilidad y el valor nutricional de la leche pasteurizada (Philpot, 1978; Philpot, 1999; Winsston 2001; Rice 1997; Rugg 2001; Watiaux 1995; Koldeweij 1999). Por ejemplo, una leche con conteo de células somáticas altas causa una elevación de las proteínas del lactosuero y una disminución en caseína, disminuyendo considerablemente los rendimientos, se reduce la vida de anaquel y los sabores adversos son resultado común de un conteo alto de células somáticas ya que aumentan los componentes indeseables y disminuyen los componentes deseables de la leche.

La mastitis infecciosa es causada por mas de 140 diferentes tipo de microorganismos, pero la vasta mayoría de las pérdidas económicas causadas por la enfermedad se deben a un número relativamente pequeño de microorganismos que pueden agruparse ya sea como contagiosos o ambientales. Debido a que las vacas comparten su ambiente con una multitud de microorganismos que pueden potencialmente causar enfermedad, es inevitable que algunos de esos microbios entren en las ubres de las vacas y causen mastitis (Philpot, 2004).

Cuando las bacterias entran en la glándula y establecen una infección, se inicia la inflamación acompañada por un aumento de glóbulos blancos provenientes del

torrente sanguíneo, se altera la función secretora y existen cambios en el volumen y composición de la leche secretada (Harmon, 2001; Gardner, 2000).

Uno de los resultados de la mastitis en vacas lecheras, es el aumento en la cuenta de células somáticas en la leche. En los productos elaborados con leche de baja calidad debido al elevado conteo de células somáticas pueden aumentar las oportunidades para alteraciones del sabor, probablemente relacionados con los efectos del aumento de enzimas proteolíticas, mientras que en leche pasteurizada para consumo se reduce la calidad por rancidez y amargor después de algunos días, esto se relaciona con los niveles altos de ácidos grasos libres y alteración de las proteínas por el aumento de enzimas (Jhon, Kira, 2005).

Existen varios factores que afectan el conteo de células somáticas además de la mastitis, la edad de la vaca, fase de lactación, estación del año y estrés, además de otros factores de manejo (Ruegg, 2001).

Las reglas del mercado están transformando el desinterés en la producción de leche de calidad sanitaria por el de producir leche para un mercado de conocedores que exigen alta calidad de productos para el consumidor. Esta tendencia lleva a poner especial énfasis en el manejo de la calidad de leche desde el lugar donde se produce. No debe olvidarse que a pesar de los avances técnicos en el procesamiento industrial, la calidad de la leche se determina en cada establo Bennett, 2000

Los componentes de la leche son influenciados por mastitis por lo se reducen componentes mayores como grasa, proteína y lactosa, las proteínas del suero se alteran, además de que cambian las concentraciones de minerales y elementos traza, también hay cambios en la concentración de enzimas y vitaminas (Pérez, 1970; Rasmussen, 2003; Saran, 2000, Harmon 2001).

La mastitis es la enfermedad más costosa del ganado lechero, se han establecido estimaciones de pérdidas totales debido a mastitis que van de 150 a 300 dólares por vaca por año (Hillerton, 1999; Warren, 1995; Yalcin, 2000).

Desde hace más de treinta años se reconocen las pérdidas por mastitis, Pérez, (1970) determinó que la mastitis produce cerca de un 20 % de disminución en la producción de leche.

El aumento en el conteo de células somáticas ha sido asociado con la disminución en la producción de leche y el contenido de grasa. Estas pérdidas incluso ocurren con lecturas de células somáticas menores a 200,000 células por mililitro (Keown, Jeffrey y Rice, 1997; Urech, 1999).

Cuando el conteo de células somáticas excede las 100,000 células por ml hay cambios en las enzimas dentro de la leche que producen alteración en la proteína y grasa, una de estas enzimas es el plasmín, que actúa degradando o alterando la caseína de la leche (Kirk, 2003; Ingalls 2001).

Los niveles bajos de bacterias y de células somáticas aumentan al máximo la calidad de la leche como alimento humano y alargan su vida de anaquel (Edmondson, 2005). Esto es motivo por lo que los productores de leche necesitan obtener un producto de alta calidad procurando obtener una baja incidencia de mastitis.

Se han descrito muchas formas de presentación de mastitis, incluyéndose entre las principales la mastitis subclínica, clínica, aguda, crónica y gangrenosa, pudiendo variar desde una reacción leve hasta una toxemia grave con signos sistémicos manifiestos (Blood *et al*, 1992).

Para Warren, (1995) la mastitis se encuentra en cuatro formas basadas en la severidad y duración: aguda, crónica, clínica y subclínica. Sin embargo, para la mayoría de los autores existen únicamente dos formas básicas de presentación: la subclínica y la clínica (Philpot, 1999).

La mastitis puede ser definida como clínica cuando se presenta con signos y síntomas observables como inflamación de uno o más cuartos en la ubre, calor y

dolor al contacto y cambios macroscópicos en la leche, como la aparición de hojuelas o grumos. La sola presencia de éstos, aún sin la observación de signos en la ubre también es considerada como mastitis clínica.

Otra forma de mastitis es la subclínica, la cual no presenta signos o síntomas observables y por lo general el animal, la ubre y la leche aparentan ser normales (Schrick, 2000).

Por lo general hay bacterias, pero no siempre pueden aislarse en leche. El rendimiento está deprimido y la composición puede alterarse. Las mastitis subclínicas pueden progresar a clínicas. Se estima que por cada caso de mastitis clínica existen de 15 a 40 casos de mastitis subclínica (Jones, 1998).

A los microorganismos que causan la mastitis los clasifican como contagioso o patógenos y medioambientales. Como cualquier enfermedad causada por infección bacteriana, la mastitis es un juego de números. Una exposición bacteriana mayor se traduce en una proporción mayor de infección y más mastitis (Schrick, 2000).

Para los agentes patógenos contagiosos el cuarto infectado de la ubre es el principal reservorio de los agentes causantes de mastitis. Solo dentro del cuarto infectado esos agentes patógenos pueden reproducirse y sobrevivir largo tiempo. Los patógenos pueden ser transmitidos en la ordeña mediante los hules de las pezoneras, las manos del ordeñador o cuando se utiliza la misma toalla para limpiar los cuartos de varias vacas, los patógenos también pueden estar en el medio ambiente como en las camas o el piso de la sala de ordeña, pero ahí sobreviven por corto tiempo (Wolter 2004).

Los microorganismos contagiosos más importantes incluyen a *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus*, *Mycoplasma bovis*, y *Corynebacterium Bovis*. (Philpot, 2004; Ruegg 2004).

Los agentes patógenos relacionados con el medio ambiente o ambientales de la mastitis pueden encontrarse casi en cada establo y en la piel del animal, las infecciones por patógenos ambientales se debe comúnmente a fallas en los mecanismos de defensa de la vaca o de la ubre. Las causas por fallas en el manejo tienen que ver con la falta de higiene, la alimentación y el régimen de ordeña (Volter 2004).

Los microorganismos ambientales más comunes son *Streptococcus uberis*, *Streptococcus dysgalactie*, coliformes como la *Escherichia coli*, especies de *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, y *Serratia* (Philpot 2004; Ruegg, 2004).

La leche tiene un efecto que inhibe el crecimiento de bacterias, las mata o las hace inofensivas. Su efecto antibacteriano se debe a factores de defensa celulares y humorales. En esto intervienen los leucocitos plimorfonucleares (PMN), los linfocitos y los macrófagos, Los factores humorales son las inmunoglobulinas, los factores del complemento, el sistema lactoperoxidasa-tiocinato-peróxido-hidrógeno, la lactoferrina y la lizosima (Volter, 2004).

Actualmente los métodos del laboratorio usados para el diagnóstico de mastitis están basados principalmente en la cuenta de células somáticas (CCS) y la diferenciación de patógenos bacterianos en muestras de leche (Rasmussen, 2003).

Cada vez más, la demanda de los consumidores con respecto a la seguridad alimentaria y la alta calidad de la leche requerirán en todo el mundo que las explotaciones lecheras generen productos sanos, seguros y de alta calidad, en un mercado mundial en expansión. La clave del éxito futuro para la industria lechera moderna es la producción rentable de leche de alta calidad (Spencer, 2004).

La calidad de la leche depende directamente de la habilidad del productor para motivar a sus empleados a aplicar prácticas de manejo que reduzca la exposición

a patógenos ambientales y la transmisión de patógenos contagiosos durante el ordeño (Ruegg, 2004).

La producción consistente de leche de calidad es dependiente de la actitud y aplicación de controles prácticos de la mastitis (Jeffrey, 2000).

El conteo de células somáticas en leche de un día es el mejor indicador de hasta que punto la glándula está envuelta en una lucha contra alguna infección de mastitis (Jones, 1998). Puede medirse de cada cuarto de una vaca, de la leche total de los cuatro cuartos de la vaca o del volumen del tanque de enfriamiento, es más exacto cuando se mide por cuartos ya que los problemas de mastitis ocurren en cuartos individuales (Green, 2001).

Las células somáticas de la leche son principalmente leucocitos o células blancas de la sangre, que incluyen macrófagos, linfocitos y neutrófilos polimorfonucleares además de células epiteliales o productoras de leche (Harmon, 2001).

El paso rápido de los leucocitos sanguíneos a la luz alveolar es uno de los mecanismos naturales más importantes de defensa contra la mastitis, en el caso de una glándula mamaria sana se puede observar un conteo menor de 100,000 leucocitos por mililitro de leche. El conteo de leucocitos aumenta como una respuesta a los microorganismos invasores. Los leucocitos más numerosos durante el curso de una infección son los granulocitos polimorfonucleares. Éstos reconocen las bacterias marcadas con anticuerpos, las fagocitan y pueden pasar de 12 a 24 horas después de la infección antes de que el contenido de PMN aumente claramente (Wolter 2004).

Cuando la infección ocurre, los macrófagos que forman parte del sistema inmune se presentan en el lugar así como los neutrófilos para englobar y destruir las bacterias.

Más del 90% de las células somáticas en las glándulas infectadas están compuestas de neutrófilos y un conteo mayor de 200,000 cel/ml es un indicador fuerte de mastitis (Ruegg, 2002; Harmon, 2003; Nelly, 2000)

Se ha fijado un umbral de 200,000 cel/ml para descubrir infecciones intramamarias, sin embargo tomando en cuenta el número de parto y la fase de lactación, se puede aceptar un parámetro ligeramente elevado (Hillerton, 1999; Schepers, 1997).

Aunque existe el conocimiento del impacto en la calidad y la cantidad de la leche con relación al conteo de células somáticas y de programas para reducir las, no ha sido un camino fácil, como ejemplo es el estudio que realizó el laboratorio de programas de mejoramiento animal en el departamento de servicio de investigación agrícola (USDA), para determinar el impacto de reducir en forma legal el límite de 750,000 a 500,000 células por mililitro en leche del mercado americano (Norman, 2000; Quaife, 1999).

Anteriormente la clasificación del estado inflamatorio de un cuarto era con base a un umbral de 500,000 cel/ml pero últimamente Hillerton, (1999) ha sugerido que el umbral de 200,000 cel/ml pudiera usarse como una herramienta simple y barata para diferenciar entre cuartos infectados y cuartos no infectados. Un conteo alto de células somáticas se asocia a la disminución o pérdida de producción de leche. Un conteo de células somáticas mayor de 200,000 cel/ml indica la presencia de mastitis subclínica (Wattiaux, 1995).

En México, la NMX-F-700 señala como leche Tipo I, la que contiene menos 400,000 células somáticas por mililitro (COFOCALEC, 2004).

En el Reino Unido ha habido una presión económica intensa para reducir el conteo de células somáticas entre 170 y 180,000 células por mililitro (Green, 2001).

Con un conteo superior a 100,000 células somáticas por mililitro de leche existe la probabilidad de una infección y alteración de las propiedades industriales de la leche (Smith, 2001).

Los cuartos con un conteo menor de 100,000 células somáticas por ml no contienen ningún microorganismo que provenga de la ubre (Hilerton, 1999).

Un criterio común para determinar la recuperación de una infección intramamaria era cuando una muestra de leche tomada del animal estaba libre de bacterias, sin embargo los métodos bacteriológicos no son completamente fiables porque no siempre pueden aislarse bacterias, sobre todo de una muestra única.

Las pruebas indirectas como la de California, (CMT) o conductividad eléctrica para detectar mastitis, pueden proporcionar información sobre el estado inflamatorio de un cuarto y ayudan a tomar las acciones correctas para considerar a un animal enfermo o recuperado. En la actualidad ningún sistema automatizado disponible puede establecer con precisión cuando una infección intramamaria se ha desarrollado o se ha curado, ni puede diferenciar la mastitis subclínica de la clínica (Rasmussen, 2003).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para que un alimento sea considerado como apto para consumo humano debe ser palatable, nutritivo e inocuo; factores que determinan la calidad del mismo. En la actualidad, los consumidores demandan productos alimenticios que reúnan estas características.

La leche es un alimento que contiene todos los elementos necesarios para una adecuada nutrición, además de un costo muy accesible, sin embargo existen diversos factores que pueden alterar sus propiedades y por consiguiente su calidad, entre ellos destaca los aspectos higiénicos y sanitarios, como la presencia de mastitis.

La mastitis además de representar una notable pérdida en la economía de los ganaderos por la reducción de la producción, pérdida de producto, aplicación de tratamientos y desecho temprano del animal, también ocasiona problemas de salud en la población consumidora de leche y reducción de los componentes afectando el rendimiento en la industria lechera.

Aunque es bien conocido el problema de mastitis en las explotaciones lecheras, se le concede mayor importancia a la forma clínica, sin embargo a la mastitis subclínica, no se atribuye la importancia que merece, a pesar de ser la más frecuente, ya que presenta, según la literatura internacional, entre un 20 y 50% de afectación en los animales productores de leche, además puede desencadenar la forma clínica.

Para establecer un diagnóstico preciso y oportuno es necesario contar con equipo especializado y funcional, de ahí que resulte importante realizar un estudio para obtener un panorama con respecto al estado de salud las ubres de las vacas productoras y la calidad sanitaria de leche.

JUSTIFICACIÓN

Dentro de los métodos para medir la calidad sanitaria de la leche y la salud de las ubres, el conteo de células somáticas y el conteo bacteriano son los más aceptados

El conteo de células somáticas se realiza con diferentes métodos, pero se ha observado que el más exacto es el conteo electrónico por el método de fluorescencia óptica.

En México no existen reportes oficiales respecto a conteos de células somáticas, por lo tanto existe el riesgo de una falta de control higiénico de la leche. Teniendo como consecuencia la carencia de programas adecuados de control y prevención de mastitis que permitan a quien corresponda reglamentar y/o recomendar cambios para mejorar la calidad sanitaria de la leche, el nivel de producción que repercuta en un beneficio económico.

El presente estudio permitirá evidenciar la situación actual de este problema de salud en las vacas lecheras en el estado de Jalisco, y servir como fundamento para quienes tengan interés u obligación para establecer medidas que disminuyan la presentación de mastitis en bovinos.

HIPÓTESIS

Si en Jalisco existe un elevado conteo de células somáticas en la leche, en consecuencia habrá una baja calidad sanitaria de la misma y un mal estado de salud de la ubre de las vacas lecheras.

OBJETIVOS

General:

Determinar la frecuencia de mastitis bovina mediante el conteo de células somáticas y prueba de California en vacas de la cuenca lechera del estado de Jalisco.

Particulares:

1. Conocer la frecuencia de mastitis subclínica de vacas lecheras en los municipios de Acatic, Lagos de Moreno, Tepatitlán, Zapotlanejo y Zapopan.
2. Determinar la relación entre el conteo de células somáticas y la prueba de California.
3. Establecer la relación entre el conteo de células somáticas y la proteína en leche.

MATERIAL Y METODOS

El presente trabajo se realizó en establos que tuvieran entre 20 y 50 vacas sometidas a un régimen de doble ordeño con equipo mecánico de los municipios de Acatic, Lagos de Moreno, Tepatitlán, Zapotlanejo y Zapopan del estado de Jalisco durante el período comprendido entre los meses de octubre del 2002 y junio del 2003.

Se muestrearon 437 vacas al azar de 22 establos en los cinco municipios.

En el establo se aplicó la prueba de California, mediante la siguiente técnica:

- 1) Se lavó y secó la glándula mamaria de cada vaca.
- 2) Se desecharon los primeros tres chorros de leche y se colectó una pequeña cantidad de leche (2 a 3 ml) de cada uno de los cuartos en los compartimentos respectivos de la raqueta.
- 3) Se niveló la cantidad de leche en los cuatro compartimentos mediante decantación, inclinando la raqueta a un ángulo de 45° aproximadamente.
- 4) Se aplicó una cantidad similar a la de leche del reactivo de CMT (dodecil sulfato de sodio al 2%, cristal violeta al 0.0033% y vehículo acuoso cbp 500ml)
- 5) Se agitó la muestra de la leche mediante movimientos circulares de la raqueta.
- 6) La interpretación y registro de resultados se realizó bajo el siguiente criterio:

Negativo:	El estado de la solución permanece inalterado. La mezcla sigue en estado líquido.
Trazas:	Se forma un precipitado en el piso de la paleta que desaparece pronto.
1 (+):	Hay mayor precipitado pero no se forma gel.
2 (++):	El precipitado se torna denso y se concentra en el centro.
3 (+++):	Se forma un gel muy denso que se adhiere a la paleta.

Posteriormente se desinfectó la punta del pezón con alcohol al 70 % y se tomó una muestra de cada cuarto en tubos ensayo previamente esterilizados e identificados, las muestras fueron trasladadas al laboratorio en condiciones de refrigeración entre 5 y 7°C

El conteo de células somáticas se realizó en el laboratorio de fisicoquímica alimentaria del departamento de Salud Pública y en el laboratorio de mastitis del departamento de Medicina Veterinaria del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara con un equipo Foss 360 ®

En el laboratorio las muestras de leche se calentaron mediante baño María a una temperatura de 27°C para luego hacer el conteo electrónico.

El conteo de células se realiza provocando una fluorescencia óptica en las células contenidas en la leche, en donde el tubo pasa primero por un agitador para que la muestra que se tome sea representativa del contenido total del tubo, luego el

equipo succiona 0.2 ml de la leche y la tiñe con una solución de bromuro de etidio, una parte de la mezcla se transfiere entonces a la periferia de un disco que se encuentra girando, que sirve como una superficie plana para exponer la muestra al microscopio a continuación la muestra es iluminada por una lámpara de xenón cuya luz pasa por lentes y un filtro azul, una luz roja es emitida por cada célula y ésta pasa por otros filtros y un fotomultiplicador, con los que cada célula produce un pulso eléctrico que es enviado a un amplificador, esos impulsos los traduce en números que aparecen en la pantalla del equipo donde se multiplican por mil para obtener el número total de las células somáticas contenidas en dicha muestra, luego el equipo succiona solución de lavado y queda listo para la siguiente muestra. (Boot 1980)

Otra pequeña parte de la muestra fue empleada para la determinación de proteína mediante una técnica rápida a través de un equipo Ecomilk, ®, que cuantifica además de la proteína, grasa, densidad, materia seca y agua adicionada. Este equipo se basa en la medición de longitud de onda para cada tipo de molécula láctea y las transforma y reporta en porcentajes.

Se depositan 10 ml de leche en el contenedor ex profeso, se coloca en el soporte del succionador, se oprime el botón de inicio cuando aparece en el indicador "leche de vaca". De inmediato es succionada una cantidad de entre 2 y 5 ml de leche. Después de 40 a 50 segundos aparecen los valores en pantalla, los cuales tienen la opción de imprimir ó archivar en un equipo de cómputo.

RESULTADOS

En el conteo de células somáticas mediante el equipo electrónico se obtuvo un promedio de 193,500 cel/ml el municipio de Acatic, 545,890 en Lagos de Moreno, 219,170 en Tepatitlán, 278,200 en Zapotlanejo y 269,800 en Zapopan con un promedio global de 301,312 cel/ml (cuadro 1).

Al efectuarse una división por rangos, se encontró que en Acatic el 85.49% de las muestras se encuentran con valores inferiores a las 200,00 cel/ ml, el 8.42% entre 200,00 y 399,000; el 1.56% entre 400,00 y 599,000; 0.94% entre 600,00 y 799,000; 0.47% entre 800,000 a un millón y 3.12% con más de un millón de cel/ml. (cuadro 2)

En Lagos de Moreno el 76.29% de las muestras se encuentran con valores inferiores a las 200,00 cel/ ml, el 9.28% entre 200,00 y 399,000; el 3.09% entre 400,00 y 599,000; 2.06% entre 600,00 y 799,000; 0.00% entre 800,000 a un millón y 9.28% con más de un millón de cel/ml (cuadro 2)

En Tepatitlán el 77.24% de las muestras se encuentran con valores inferiores a las 200,00 cel/ml, el 11.19% entre 200,00 y 399,000; el 3.20% entre 400,00 y 599,000; 3.44% entre 600,00 y 799,000; 1.23% entre 800,000 a un millón y 3.69% con más de un millón de cel/ml (cuadro 2).

En Zapotlanejo el 67.08% de las muestras se encuentran con valores inferiores a las 200,00 cel/ ml, el 19.94% entre 200,00 y 399,000; el 8.35% entre 400,00 y 599,000; 2.58% entre 600,00 y 799,000; 1.60% entre 800,000 a un millón y 2.46% con más de un millón de cel/ml (cuadro 2).

En Zapopan el 74.26% de las muestras se encuentran con valores inferiores a las 200,00 cel/ ml, el 12.87% entre 200,00 y 399,000; el 3.09% entre 400,00 y

599,000; 2.97% entre 600,00 y 799,000; 1.94% entre 800,000 a un millón y 5.57% con más de un millón de cel/ml (cuadro 2).

Para reportar los valores promedio de la prueba de California en la leche muestreada se realizó una transformación numérica de las observaciones en donde los valores traza y negativos fueron equivalentes a 0, los positivos con una cruz se les asignó el número uno, a los que presentaron dos cruces el número 2 y en los que se encontraron tres cruces el número 3. Con esta Transformación, los valores promedio por municipio fueron: 0.51 para Acatic, 1.51 para Lagos de Moreno, 0.86 en Tepatitlán, 0.81 en Zapotlanejo y 1.01 en Zapopan (cuadro 3).

Los rangos obtenidos en la prueba se clasificaron respecto al número de cruces y se encontró que en Acatic el 68.33% de las muestras analizadas resultaron negativas, el 14.98% positivas con una cruz, el 14.35% con dos cruces, el 2.34% con tres cruces ó más (cuadro 4).

Lagos de Moreno presentó el 16.49% de las muestras analizadas resultaron negativas, el 28.87% positivas con una cruz, el 42.27% con dos cruces, el 12.37% con tres cruces ó más (cuadro 4).

Tepatitlán reportó el 53.26% de las muestras analizadas resultaron negativas, el 21.16% positivas con una cruz, el 14.02% con dos cruces, el 11.56% con tres cruces ó más (cuadro 4).

En Zapotlanejo se encontró el 46.68% de las muestras analizadas resultaron negativas, el 33.54% positivas con una cruz, el 12.90% con dos cruces, el 6.88% con tres cruces ó más (cuadro 4).

Zapopan presentó el 39.23% de las muestras analizadas resultaron negativas, el 33.79% positivas con una cruz, el 16.09% con dos cruces, el 10.89% con tres cruces ó más (cuadro 4).

Se encontró una relación entre el conteo de células somáticas y prueba de California, ya que ambas arrojaron resultados semejantes en cuanto a la clasificación de leche como normal, la que resultó con conteos de células somáticas inferiores a 400,000 cel/mi y clasificada como tipo I según la NMX 700 de COFOCALEC ó negativa en la prueba de California y la anormal, la que estuvo fuera de estos parámetros (cuadro 5).

Respecto a valor de la proteína, ésta se encontró en niveles muy elevados comparados con los valores normales. 4.81% para Acatic; en Lagos de Moreno no se cuantificó, 8.51% para Tepatitlán, 6.21 para Zapotlanejo y 4.59% para Zapopan (Cuadro 6).

Cuadro 1. Conteo de células somáticas mediante el equipo electrónico en cinco municipios del estado de Jalisco.

	ACATIC	LAGOS DE MORENO	TEPATITLAN	ZAPOTLANEJO	ZAPOPAN
PROMEDIO	193.5	545.89	219.17	278.2	269.8
DESVIACIÓN ESTANDAR	722.5	1507.36	585.32	1308.00	874.3
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	3.735	2.76	2.67	4.703	3.240

Cuadro 2. Rangos en cuanto a conteo de células somáticas mediante el equipo electrónico en cinco municipios del estado de Jalisco.

	ACATIC	LAGOS DE MORENO	TEPATITLAN	ZAPOTLANEJO	ZAPOPAN
< 200,000	85.49	76.29	77.24	67.08	74.26
200,000 a 399,000	8.42	9.28	11.19	17.94	12.87
400,000 a 599,000	1.56	3.09	3.20	8.35	3.09
600,000 a 799,000	0.94	2.06	3.44	2.58	2.97
800,000 a un millón	0.47	0.00	1.23	1.60	1.24
> 1 millón	3.12	9.28	3.69	2.46	5.57
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Cuadro 3 Valores promedio de la prueba de California en cinco municipios del estado de Jalisco.

	ACATIC	LAGOS DE MORENO	TEPATITLAN	ZAPOTLANEJO	ZAPOPAN
PROMEDIO	0.51	1.51	0.86	0.81	1.01
DESVIACIÓN ESTANDAR	0.83	0.91	1.11	0.97	1.06
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	1.63	0.607	1.288	1.19	1.05

Cuadro 4 Rangos de los resultados de la prueba de California en cinco municipios del estado de Jalisco.

	ACATIC	LAGOS DE MORENO	TEPATITLAN	ZAPOTLANEJO	ZAPOPAN
Negativo (0)	68.33	16.49	53.26	46.68	39.23
Positivo +	14.98	28.87	21.16	33.54	33.79
Positivo ++	14.35	42.27	14.02	12.90	16.09
Positivo +++	2.34	12.37	11.56	6.88	10.89
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Cuadro 5 Clasificación de leche respecto a conteo de células somáticas y prueba de California en cinco municipios del estado de Jalisco

	ACATIC		LAGOS DE MORENO		TEPATITLAN		ZAPOTLANEJO		ZAPOPAN	
	CCS	CMT	CCS	CMT	CCS	CMT	CCS	CMT	CCS	CMT
NORMAL	85.49	68.33	76.29	16.49	77.24	53.26	67.08	46.68	74.26	39.23
ANORMAL	14.51	31.67	23.71	83.51	22.76	46.74	32.92	53.32	25.74	60.77

Cuadro 6 Valores promedio de proteína en leche de cinco municipios del estado de Jalisco

	ACATIC	LAGOS DE MORENO	TEPATITLAN	ZAPOTLANEJO	ZAPOPAN
PROMEDIO	4.81	No cuantificada	8.51	6.21	4.59
DESVIACIÓN ESTANDAR	16.10	No cuantificada	26.47	29.17	1.46
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	3.35	No cuantificada	3.11	4.70	0.32

DISCUSIÓN

Considerando la NMX-F-700, COFOCALEC, 2004 que clasifica como leche Tipo I, la que contiene menos 400,000 células somáticas por mililitro únicamente el municipio de Lagos de Moreno resultó con un conteo superior, y se clasifica como tipo III, coincide con lo reportado por Rodríguez, 1998. Mientras que el municipio de Acatic presentó un conteo aún menor que los parámetros propuestos internacionalmente por Hillerton, 1999; Ruegg, 2002 y Schepers, 1997.

Los resultados con la prueba de California respecto al conteo de células somáticas fueron coincidentes ya que en Lagos de Moreno el conteo fue mayor que todos los demás municipios y Acatic el resultado fue menor.

Respecto al número de muestras que se clasificaron como normales, Acatic, con 68%, continuó siendo el municipio con leche de mayor calidad y Lagos de Moreno que sólo presentó el 16% de muestras de leche consideradas como normales resultó el municipio con menor calidad. El resultado de Acatic coincide con reporte de (Avila 2002) donde menciona un 67% de casos negativos y un 33% de casos de mastitis subclínica en el estado de Morelos, México. No coincide en el tiempo ni en los resultados con (De la Cruz 1994), donde reporta solamente el 29.68 % con resultados negativos con la prueba de de California, en Culiacán Sinaloa, México.

Considerando el número de cruces en la prueba de California, el valor más alto fue del 42%, y correspondió a Lagos de Moreno mientras que los demás municipios se mantuvieron entre 13 y 16 % y Acatic resultó sólo con el 2% de casos positivos con tres cruces.

La diferencia tan grande entre los municipios de Acatic y Lagos de Moreno pudo deberse a varios factores como son el promedio de edad de los animales en las

diferentes explotaciones, ya que a mayor edad o a mayor número de lactaciones aumenta en forma normal el número de células somáticas.

Los resultados de proteína en general estuvieron muy elevados ya que en promedio se considera como normal entre un 3.6 y 3.9 % (Hurley, 2002; Leslie 1996) ello posiblemente debido a que la cuantificación de proteína puede aumentar si aumenta el número de células somáticas ya que éstas también contienen proteína, (DePeters, 1992) publicó que históricamente, la proteína de la leche ha sido estimada por determinación de Kjeldahl que mide el volumen de nitrógeno total en leche, y que esos valores no son constantes ya que pueden ser influenciados a través de dieta, estación, herencia, mastitis, y fase de lactación, entre otros factores.

Urech, (1999) por su parte reporta que en las muestras tomadas de los cuartos con mastitis subclínica, el volumen de proteína total estaba aumentado, este aumento se asoció con la respuesta a la inflamación de la ubre.

Si bien es cierto que al aumentar el número de células somáticas puede disminuir el total de caseína, también es cierto que al disminuir por estas razones el total de caseína aumenta la cantidad de proteínas solubles como serían las lactalbúminas y las lactoglobulinas.

Jones (2002), por su parte dice que la leche de ubres con mastitis sufre mayor actividad proteolítica, lo que significa una alteración mayor de la proteína, que la leche de ubres sanas. Además de que si existe una concentración mayor de células somáticas, la concentración de albúmina y de inmunoglobulinas aumenta, reduciendo la estabilidad al calor de la leche mastítica, pudiendo causar coagulación a temperaturas aplicadas en procesos industriales o floculación durante la pasteurización, tratamiento de UHT etc. Las leches pasteurizadas con más de 500,000 CS disminuyen su vida de anaquel, hay también una disminución en la absorción del calcio de la sangre en leche y el calcio actúa como un co-factor

responsable para las características de la coagulación dañadas de leche mastítica.

Goded (1966), menciona diez causas normales de variación en la proteína de la leche, en su mayoría aumento de nitrógeno total, entre ellas ubres enfermas, irritadas o contusionadas, inflamación por ordeño mecánico, aumento de cloruros. En el ordeño de la tarde es más elevado el nitrógeno total, que va aumentando a lo largo de la lactación.

Otra posibilidad es que el equipo hubiera succionado menor cantidad de leche por lo que al dar resultados, éstos fueron de una muestra más pequeña por lo que en proporción resulta mayor concentración de proteína en una menor cantidad de leche ya que se reporta por mililitro de leche y si solo se succionó medio mililitro la concentración se eleva en un 50 %.

CONCLUSIONES

1. La leche de los cinco municipios muestreados, en promedio está clasificada según la NMX-F-700, COFOCALEC, 2004 se clasifica como Leche tipo I que es la de mejor calidad respecto al conteo de células somáticas.
2. El municipio con mejor calidad de leche respecto a conteo de células somáticas y prueba de California es Acatic y el peor Lagos de Moreno.
3. Con la metodología empleada se encontró un elevado porcentaje de proteína en la leche muestreada.
4. Se estableció una correlación directa entre el conteo de células somáticas mediante Fossomatic y prueba de California.
5. No se encontró correlación entre proteína y conteo de células somáticas.

BIBLIOGRAFÍA

- Alais, CH. (2003)**, Ciencia de la Leche. Editorial Reverté, S.A. Reimpresión. Pag. 13- 20.
- Avila, T. S., Valdivieso, N. G. y Cruz, P. R. A., (2001)**, Fisiopatología de la glándula mamaria y ordeño. FMVZ-UNAM.
- Avila, T.S, Gutiérrez, A. J., Chávez, J. I., Sánchez G. y Canizal, J. E. (2002)**, Comparación del estado de salud de la ubre y la calidad sanitaria de la leche de vacas ordeñadas manual o mecánicamente. Veterinaria México 33 (4) 2002.
- Bennett, R. H., (2000)**, Calidad de leche. Incentivos calidad de leche. www.BENNETRICHARD.htm http
- Boot J. G., and Schmidt, P. (1980)**, Recommended methods for somatic cell counting in milk. International Dairy Federation Document 132. Inglaterra.
- Charles E Gardner; (2000)**, Differences important in assessing linear scores vs. somatic cell count *DVM*; Cleveland; Volume: 3, Issue: 3, Start Page: 2F, ISSN: 00127337.
- Consejo para el Fomento de la Calidad de la Leche y sus derivados A. C. (COFOCALEC). (2004)**, NNM-F-700-COFOCALEC-2004. Sistema producto leche –alimento lácteo – leche cruda de vaca – especificaciones fisicoquímicas, sanitarias y métodos y métodos de prueba.
- De la Cruz, I. J. O., Luque, M.a. Hamer, R. (1994)**, Estudio sobre mastitis subclínica en Culiacán, Sinaloa, México. XVI C. Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias, Acapulco, Guerrero. 1994.
- Donald, L. B. (1984)**, Ganado lechero. Editorial Interamericana S, A. de C.V. Pag. 309-326.
- Edmondson, P. (2005)**, practical use of bulk tank analysis for mastitis and milk quality problems nmc annual meeting proceedings.
- García, H. L. A. (2005)**, La globalización productiva y comercial de la leche y sus derivados. Articulación de la ganadería intensiva lechera de la Comarca Lagunera. Universidad Autónoma Metropolitana. Plaza y Valdés editores, México.
- García. H. L. A. (1996)**, Las importaciones mexicanas de leche descremada en polvo en el contexto del mercado mundial y regional. US. Dairy Export Council/Universidad Autónoma Metropolitana. México

- Gerald, M. and Jones, H. (2002), Elevated somatic cell counts affect milk quality & safety. <http://www.dasc.vt.edu/faculty/jones/qualmilk.html>
- Gilson, W. (1995), interpreting and using mastitis screening tests, extension dairy scientist bulletin 913/revised november.
- Goded, A., y Muraban, E. (1966), Técnicas modernas y aplicación de la leche, compuestos nitrogenados y enzimas. Madrid España primera edición. Pag. 146 a 153.
- Green, I. Green, M., Peeler, E., Schukken, and Fitzpatrick, J. (2001), mastitis problems in low cell count herds. Proceedings of the british mastitis conference Garstang p 63-68 Institute for animal health/milk development Council.
- Hanekamp, W. J. A. (1997), Estimation of variante components for somatic cell counts to determine thresholds for uninfected quarters Journal of dairy science vol. 80 no 8.
- Harmon, R. J. (2001), Somatic cell counts: a primer national mastitis council 44h annual meeting proceedings feb 11-14 p.3-9.
- Harmon, R. J. (2003), Conteos de células somáticas: mitos vs. realidad. Instituto Babcock, U.S.A.
- Hillerton, J. E. (1999), Redefining mastitis based on somatic cell count. Int. Dairy federation, brussels, belgium. Bulletin 345, p 4-6.
- Homan E. J. y Wattiaux, M. (1996), Estructura y función del sistema mamario. Madison, Wisconsin Publicación: TDG-LM-112296-S Guía técnica lechera Capítulo 2 e-mail Babcock@calshp.cals.wisc.edu
- Hurley, W. L. (2002), Topic areas in lactation biology ansci 308. Illinois [http://clases.aceslink.edu/ansci 308/index. Html](http://clases.aceslink.edu/ansci%20308/index.html).
- Ingalls, W. (2001), Somatic cells: Function and relationship to milk production [Http://www.milkproduction.com/Library/Articles/Somatic Cells Function and Relationship to Milk Production.htm](http://www.milkproduction.com/Library/Articles/Somatic%20Cells%20Function%20and%20Relationship%20to%20Milk%20Production.htm)
- Karimuribo, D. E., Kusiluka, R. L., Mdegea, H., Kapaga, A. M., Sindato, C., Kambarage, M. D. (2005), Studies on mastitis, milk quality and health risks associated with consumption of milk from pastoral herds in Dodoma.
- Kelly, A. L., Tiernan, D., O'Sullivan, C. and Joyce, P (2000), Correlation between bovine milk somatic cell count and polymorphonuclear leukocyte level for samples of bulk milk and milk from individual cows. J Dairy Sci 83:300-304
- Kirk, H. J. (2003), The effect of poor quality raw milk on finished products tulare, ca. [Www.vetmed.ucdavis.edu/vetext/ inf-da/finished-milk-products.pdf](http://www.vetmed.ucdavis.edu/vetext/inf-da/finished-milk-products.pdf)

- Leslie, K. E. (1996)**, Factores que afectan las cuentas de las células somáticas J. Dairy Sci. 84-012 410/662.
- Norman, H. D., Miller, R. H., Wright, J. R. and Wiggans, G. R. (2000)**, Herd and state means for somatic cell count from dairy herd improvement animal improvement programs laboratory, agricultural research service, USDA, beltsville, md 20705-2350 J. Dairy sci 83:2782-2788.
- Pérez, P. F. (1970)**, Fisiopatología y clínica de la glándula mamaria. Editorial científico-médica. Barcelona, España. pp 89-90.
- Peters, E. J. and Ferguson. J. D. (1992)**. Nonprotein nitrogen and protein distribution in the milk of cows. 75:3192-3209.
- Philpot, W. N. (1997)**, Calidad de la leche y control de la mastitis, en memorias del congreso nacional de mastitis y calidad de la leche. 30 y 31 de mayo, Leon, Guanajuato, México.
- Philpot, W, N (2004)**, Métodos para el control de la mastitis contagiosa y ambiental 20ª Conferencia Internacional sobre Ganado Lechero Guadalajara, Jalisco.
- Quaife, T. J. (1999)**, Lowering somatic cell count. It's now up to the co-ops *Dairy Herd Management*; Lenexa; Jun 1999. Vol. 36, Issue:6, Start age: 5, ISSN:00115614.
- Rasmussen, M. D. (2003)**, Definition of normal and abnormal milk at time of milking. Consequences of definitions of acceptable milk quality for the practical use of automatic milking systems. Tjele Denmark deliverable february. [Http://www.automaticmilking.nl/projectresults/reports/deliverable_d6](http://www.automaticmilking.nl/projectresults/reports/deliverable_d6). Pdf
- Rodríguez, G. G. y Chombo, M. P. (1998)**, Los rejugos del poder. Globalización y cadenas agroindustriales de la leche en Occidente. Ed. Ciesas, México, pp 159-165
- Ruegg, P. (2001)** Milk secretion and quality standards dairy. University of Wisconsin, Madison USA
- Ruegg, P. and Reinemann, J. D. (2002)**, Milk quality and mastitis test. University of Wisconsin, Madison USA 1-32
- Ruegg, P. (2004)**, Manejo Hacia la calidad de la leche, 20ª Conferencia Internacional sobre Ganado lechero Guadalajara, Jalisco
- Sargeant, J. M., Leslie, K. E., Shirley, J. E. B., Pulkrabek, J. and Lim, G. H. (2001)**, Sensitivity and specificity of somatic cell count and California mastitis test for

identifying intramammary infection in early lactation. American Dairy Science Association, 84:2018–2024.

Schepers, A. J., Lam, T. J., G. M., Schukken, H., Wilmink, J. B. M. and Hanekamp, W. J. A. (1997), Estimation of variante components for somatic cell counts to determine thresholds for uninfected quarters. J. Dairy sci., 80: 1833-1840.

Schrick, F. N., Hockett, M., E., Saxton, A., M., Lewis, M. J., Dowlen, H. H., and Oliver, S. P. (2000), Influence of subclinical mastitis during early lactation on reproductive parameters

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2004), Servicio de Información Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Producción pecuaria.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2005), Servicio de Información Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Producción pecuaria.

Secretaría de Salud, (1994), NOM-091-SSA1-1994. Bienes y servicios. Leche pasteurizada de vaca. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba.

Smith, K.L., Hillerton, J.E. and Harmon, R.J. (2001), Guidelines on normal and abnormal raw milk based on somatic cell counts and signs of mastitis. National Mastitis Council.

Spencer S. B. (2004), El equipo de ordeña, el control de la mastitis y la calidad de la leche 20ª Conferencia Internacional sobre Ganado lechero Guadalajara, Jalisco

Tucker, H. A., (1994), Lactation and its hormonal control. Ch. 57, in: the physiology of reproduction, 2nd edition. Raven press, ltd., New York. P. 1065.

Urech, E. Puhán, Z. and Schallibaum, M. (1999), Changes in milk protein fraction as affected by subclínical mastitis. J. Dairy sci. 82: 2402-2411.

Valdés, M. E. H., Miramontes, R., Miramontes, V. E., Sepúlveda, M. A. Sánchez, O. H., Bustos, C. R., Chavoya, M. F. J. (2001) Calidad fisicoquímica y microbiológica de leche bronca destinada a la elaboración de queso en Cd. Guzmán. Memorias de la XII Semana de Investigación Científica. Cusur, Universidad de Guadalajara.

Wattiaux, M. (1995), Mastitis: prevencion y deteccion. www.amazon.com

Wolter W. Castañeda H., Kloper, B, Zschóck M. (2004), Mastitis bovina Editorial universitaria pag. 47 al 72.

Wolter, W., (1999), Memorias del curso: mastitis en bovinos. Universidad de Guadalajara,