



**UNIVERSIDAD MICHUACANA
DE SAN NICOLÁS HIDALGO**

**FACULTAD DE MEDICINA
VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**ESTUDIO COMPARATIVO DE DOS SOLUCIONES UTILIZADAS
EN LA PREVENCIÓN DE INFECCIONES EN GLÁNDULA
MAMARIA EN ÉPOCA DE ESTIAJE**

TESIS QUE PRESENTA
Armando Bonifacio Escamilla

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Asesor
M. C, Hugo Álvarez Hernández

Morelia, Michoacán Agosto del 2007.



**UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLÁS HIDALGO**

**FACULTAD DE MEDICINA
VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**ESTUDIO COMPARATIVO DE DOS SOLUCIONES UTILIZADAS
EN LA PREVENCIÓN DE INFECCIONES EN GLÁNDULA
MAMARIA EN ÉPOCA DE ESTIAJE**

TESIS QUE PRESENTA
Armando Bonifacio Escamilla

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Morelia, Michoacán Agosto del 2007.



www.umsnh.mx

Coordinación de Titulación UMSNH-FMVZ
Documento No. 1964/2007

Se dictamina APROBAR la impresión definitiva del documento

Morelia, Mich., a 21 de Agosto del 2007

C. MVZ. ALBERTO ARRÉS RANGEL

Director de la FMVZ-UMSNH

P R E S E N T E

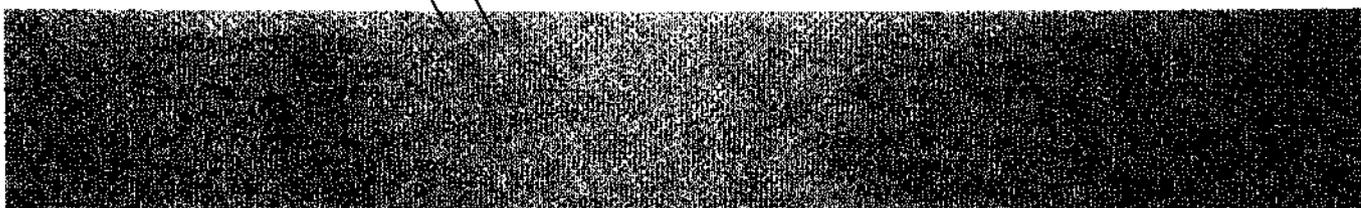
Por este conducto hacemos de su conocimiento que la tesis titulada: “**ESTUDIO COMPARATIVO DE DOS SOLUCIONES UTILIZADAS EN LA PREVENCIÓN DE INFECCIONES EN GLÁNDULA MAMARIA EN ÉPOCA DE ESTIAJE**”, del P. MVZ. **ARMANDO BONIFACIO ESCAMILLA**, dirigida por el asesor MC. **HUGO ÁLVAREZ HERNÁNDEZ**, fue *revisada y aprobada* por esta mesa sinodal, conforme a las normas de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

ATENTAMENTE

MC. ALBA IRENE VARELA MURILLO
PRESIDENTE

MC. VÍCTOR MANUEL SÁNCHEZ PARRA
VOCAL

MC. HUGO ÁLVAREZ HERNÁNDEZ
VOCAL



AGRADECIMIENTOS

A la Empresa PRODINN, por la aportación de la solución electrolizada de superoxidación pH neutro en fase semi-sólida, para la realización del trabajo. www.zoolubac.com

Al Técnico Agropecuario **Gilberto Ramón Gómez Cortés y familia**, por las facilidades en sus instalaciones para la realización del trabajo.

Al MC. **Ruy Ortiz Rodríguez** y al Dr. **Benjamín Ramos Gómez**, por el apoyo brindado en el diseño estadístico y el análisis de los resultados.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres

Ma. Guadalupe Escamilla y Alfredo Bonifacio Cabrera por la educación y valores, que me han inculcado, contribuyendo a formar la persona que soy ahora, por su apoyo en las decisiones que he tomado y creer en mí en todo momento.

A mis hermanos

Por su apoyo incondicional que me brindan a cada paso de la vida y en especial en los últimos seis años, estando a mi lado, apoyándome en todos los aspectos, cada uno de ellos de acuerdo a sus posibilidades.

A mi asesor

Hugo Álvarez Hernández por compartir conmigo sus conocimientos, sabiduría y su amistad, por tenerme paciencia al realizar el presente trabajo y siempre guiarme por el buen camino, con sus consejos en la escuela y en la vida.

A la maestra Alba Irene Varela

Por regalarme el tiempo para enseñarme en el aula de clases una parte fundamental de los conocimientos necesario par mi carrera, aun más importante por inculcarme valores que no son muy comunes y por su amistad incondicional.

A mis maestros

Por compartir los conocimientos conmigo y siempre estar dispuestos a resolver dudas incluso fuera de las aulas, a la gran mayoría de ellos, les agradezco por sus regaños y exigencias, ahora comprendo que su objetivo era prepararnos para la dura vida que nos espera afuera.

A mis amigos

A todos y cada uno de ellos, sale sobrando la mención ustedes lo saben, por compartir su amistad, conocimientos, alegrías, penas y sobre todo el tiempo. No es fácil aguantarme y ustedes lo hicieron.

A mi *Alma Mater*

Por acogerme entre sus brazos protegerme y formarme como el profesionista que esta egresando en estos momentos, el espíritu Nicolaita siempre estará presente en mi persona, portándolo y mostrándolo con mucho orgullo.

INDICE

	Página
RESUMEN	i
INTRODUCCIÓN	1
Anatomía y fisiología de la glándula mamaria bovina	2
Características de la leche de vaca fresca	9
Pruebas para determinar la calidad de la leche de vaca	12
Definición de mastitis	13
Líneas de defensa de la ubre	13
Clasificación de la mastitis	14
Pruebas diagnosticas de mastitis	15
Bacterias causantes de mastitis	21
Prevención de mastitis	23
Tipos de selladores	24
MATERIALES Y MÉTODOS	26
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
CONCLUSIONES	37
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	38

Índice de figuras

Figura 1. Sistema de soporte de la glándula mamaria	4
Figura 2. Unidad funcional de secreción de leche	5
Figura 3. Irrigación sanguínea de la ubre de la vaca	8
Figura 4. Sistema linfático de la ubre de una vaca	9
Figura 5. Procedencia de los diferentes componentes de la leche de vaca	11

Índice de cuadros

Cuadro 1. Composición de leche de vaca de acuerdo a la especie	11
Cuadro 2. Células somáticas encontradas en leche de bovino	13
Cuadro 3. Relación entre el CCS medido en la leche del tanque, pérdida de la producción y prevalencia de la mastitis subclínica en el hato	15
Cuadro 4. Relación entre CCS en tanque, porcentaje de cuartos infectados y disminución de la producción láctea	16
Cuadro 5. Interpretación de resultados de prueba de California	18
Cuadro 6. Tabla para la interpretación de la prueba de Wisconsin	20
Cuadro 7. Porcentaje deseable de animales que debe de contener cada grupo	21
Cuadro 8. Infección, medios de difusión y medidas de control de la Mastitis	22
Cuadro 9. Principios de prevención de la mastitis y su impacto en el hato	23
Cuadro 10. Características de las diferentes sustancias empleadas en los selladores	24
Cuadro 11. Registro de la producción por año del rancho Los Pinos 1986-2006	29
Cuadro 12. Animales participantes en el estudio y registros de producción	31
Cuadro 13. Resultado de Wisconsin (CCS) de los grupos en estudio	31

Índice de gráficas

Gráfica 1. Promedio de CCS en el muestreo inicial de referencia, por grupo	32
Gráfica 2. Comportamiento de los CCS entre el muestreo inicial al muestreo uno	33
Gráfica 3. Comportamiento del CCS del primer al segundo muestreo	34
Gráfica 4. Comportamiento de los CCS del segundo al tercer muestreo	35
Gráfica 5. Comportamiento de los CCS del tercer al cuarto muestreo	36
Gráfica 6. Resultados de los muestreos realizados en ambos grupos durante el periodo de estudio	36

ESTUDIO COMPARATIVO DE DOS SOLUCIONES UTILIZADAS EN LA PREVENCIÓN DE INFECCIONES EN GLÁNDULA MAMARIA EN ÉPOCA DE ESTIAJE

Bonifacio, E. A.¹ y Álvarez, H. H.²

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

RESUMEN

La mastitis bovina es un problema que afectan la ganadería lechera, considerándose una infección compleja y multifactorial que representa el 30% del costo total de todas las enfermedades del ganado; el doble en relación a problemas reproductivos. Una práctica para reducir su incidencia es la desinfección de pezones después del ordeño con selladores. En el mercado existen un número importante, pero algunos producen irritación en la piel de los pezones y en manos de ordeñadores, por lo que es necesario buscar desinfectantes efectivos y seguros. El objetivo del presente trabajo fue comparar la eficacia de un sellador compuesto de solución electrolizada superoxidada con pH neutro, en fase semisólida (gel) en relación al yodo al 1% para prevenir mastitis en ganado Holstein. Se realizó por un periodo de 28 días, en un sistema de producción intensiva ubicado en Uruétaro, municipio de Tarímbaro Michoacán, considerando como población objetivo, vacas en producción de menos de 4 lactancias. Fueron seleccionados 12 animales, los cuales se distribuyeron en dos grupos al azar: el grupo 1 utilizó como sellador gel y el grupo 2 yodo al 1%. Se realizaron 5 muestreos con intervalos de 7 días, considerando el primero como inicial (MI) y los siguientes como M1...M4, respectivamente. Se recolectaron muestras de leche en frasco estéril durante la ordeña vespertina, previa limpieza y despunte de pezones, usando guantes y toallas de papel. Fueron identificadas y transportadas en refrigeración a la Unidad de Servicios Auxiliares para el Diagnóstico de la FMVZ de la UMSNH, para determinación del CCS por la técnica de Wisconsin 16 horas después. Terminada la ordeña se aplicó el sellador correspondiente a cada grupo. Los resultados fueron analizados por un ANOVA de mediciones repetidas. El yodo mostró menos eficacia en relación con gel, el cual mantuvo en descenso el CSS de aproximadamente 20 000 CS/ml durante el estudio. Su comportamiento se atribuyó a su actividad germicida y a su acción como sellador de barrera. No se conoce alguna contraindicación sanitaria, por lo que hacen falta más estudios al respecto. Sin embargo, las soluciones electrolizadas parecen ser una alternativa importante en la producción pecuaria, frente al reto de obtener leche de calidad y protección al medio ambiente.

Palabras clave: *Mastitis, conteo celular somático, sellador, bactericidas, soluciones electrolizadas, desinfección, oxidación, desinfectantes.*

¹ Pasante de la Licenciatura de Medicina Veterinaria y Zootecnia. FMVZ-UMSNH. Calle Benito Juárez # 321. San Francisco del Rincón, Guanajuato. C. P. 36300. abonifacioe@hotmail.com

² Asesor. Profesor Investigador. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UMSNH. Km 9.5. Carretera Morelia Zinapécuaro. Tarímbaro, Michoacán. halvarez@urantia.vetzoo.umich.mx

INTRODUCCIÓN

La mastitis bovina es uno de los problemas que más afectan la ganadería lechera a nivel mundial, estimando que un tercio de todas las vacas lecheras están afectadas por mastitis en uno o más cuartos (Bray y Broaddus, 2006). Se considera una enfermedad infecciosa compleja, producto de la interacción de varios factores, resumidos en el animal, el medio y los microorganismos, donde el hombre juega un papel decisivo.

Se caracteriza por una inflamación total o parcial de la ubre y se clasifica en: primaria cuando es causada por bacterias que infectan la ubre; y secundaria, cuando se presenta en el transcurso de otra enfermedad (oportunistas). Su presentación puede ser clínica (aguda o crónica) y subclínica.

Cálculos mundiales recientes han revelado que la mastitis representa el 30% del costo total de todas las enfermedades del ganado lechero, el doble en relación con pérdidas por infertilidad y problemas reproductivos. Las pérdidas más significativas son causadas por la forma subclínica (70-80%) y el resto (20-30%) se deben a la presentación clínica (Philpot y Nickerson, 1992).

Una práctica fundamental para reducir hasta en un 50% las infecciones intramamarias, es la desinfección de los pezones con un producto efectivo después de cada ordeño (selladores), que además de ser el método más simple y económico para disminuir la población bacteriana en la piel del pezón, pueden también servir de barrera o cumplir ambas funciones.

En esta práctica se utilizan diversos tipos de desinfectantes a base de formulaciones de iodóforos, clorhexidina, productos ácido sulfónico bencénico lineal (LDBSA), compuestos amonios cuaternarios, barreras físicas, hipoclorito de sodio y peróxido de hidrógeno, entre otros.

Actualmente existen en el mercado un número importante de estos productos químicos, pero algunos productos producen irritación en la piel de los pezones y en las manos de los ordeñadores, por lo que es necesario enfocar la atención hacia desinfectantes que puedan ser efectivos y seguros, tanto para los animales como para el hombre (Armenteros, 2007).

Ante esta situación, el objetivo del presente trabajo fue comparar la eficacia de un sellador listo para salir a mercado compuesto a base de solución electrolizada superoxidada de pH neutro, en fase semisólida (gel) con propiedades germicidas y de barrera, en relación a uno de los mejores selladores que se vende en el mercado a base de yodo al 1%.

Se trató en un primer nivel, la anatomía y fisiología de la glándula mamaria para entender la región anatómica en cuestión. Se citaron posteriormente la leche y sus componentes, así como su síntesis. También fueron señaladas las principales bacterias que se encuentran involucradas con la mastitis, el tipo de mastitis que causan y las técnicas de diagnóstico más comunes para determinar la infección. Por último se abordaron los tipos de selladores para finalmente llegar al trabajo experimental.

Anatomía y fisiología de la glándula mamaria bovina

La glándula mamaria (mama, ubre) es un órgano propio de los mamíferos, cuya función primordial es proveer de materia nutritiva al descendiente a través de la leche. Su función esta relacionada con los órganos sexuales y su regulación es por medio de las hormonas sexuales. Es considerada una glándula cutánea apocrina modificada esbozada en ambos sexos, pero solo alcanza su desarrollo completo en hembras durante la lactación (Krahmer y Schröder, 1979; Wattiaux¹, 2006).

En el caso de la vaca existen cuatro glándulas mamarias (cuarterones), que forman una masa única consolidada denominada ubre, ubicada por debajo de la cavidad abdominal y pélvica (Krahmer y Schröder, 1979). Su aspecto externo varía dependiendo de la edad, lactaciones y estado funcional de los animales; así como, de las características individuales y raciales. Algunas características morfológicas, como tamaño, forma y posición de los pezones, tienen importancia a la hora de determinar la idoneidad de la ubre para el ordeño a mano o con máquina.

La piel de revestimiento es fina, flexible y móvil sobre la fascia existente debajo de ella, excepto en los pezones, donde se une a capas más profundas que forman su pared. Los pezones en la vaca son cuatro y están bien desarrollados con promedio de 7-8 cm. de longitud y se encuentran desprovistos de pelos (Dyce *et al.*, 1996).

No hay tabique o división visible entre los dos cuarterones del mismo lado, pero inyecciones de líquidos de colores diferentes, dentro de los dos pezones de la glándula, demuestran que las cavidades que drenan por ellos no se comunican. Cada pezón tiene un conducto simple, que se amplia dorsalmente en un seno galactóforo, conocido como cisterna de la leche. La parte inferior del conducto o salida, es estrecho y está cerrada por un esfínter de musculatura lisa y tejido elástico.

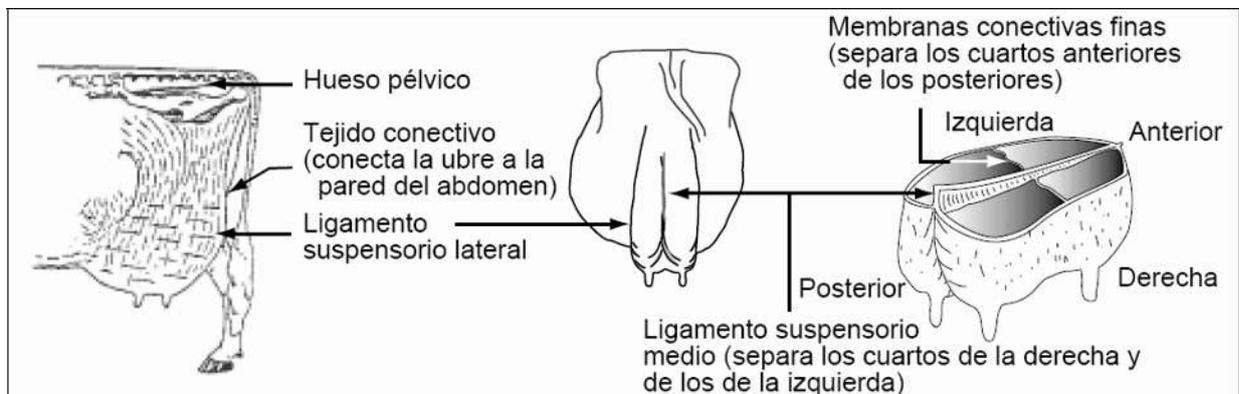
El conducto galactóforo está recubierto en la salida por un epitelio escamoso estratificado, que cambia abruptamente en el interior a un tipo cuboidal de dos capas y continua en el seno galactóforo. La pared del pezón está compuesta de cinco distintas capas, que de fuera adentro son: piel, capa fibrosa externa, capa intermedia, capa fibrosa interna y mucosa (Sisson y Grossman, 1982).

Las glándulas mamarias posteriores o caudales son mayores que las anteriores y contienen del 25-50% más de tejido secretor, llegando a producir el 60% de la secreción láctea (Ávila y Romero, 2006).

Un grupo de ligamentos y tejido conectivo mantienen a la ubre cerca de la pared corporal. Los ligamentos fuertes son deseables, ya que ayudan a prevenir que la ubre se cuelgue, minimiza el riesgo de lesiones y evitan dificultades cuando se utiliza el equipo de ordeño. Las principales estructuras que soportan a la ubre son el ligamento suspensorio medio y el ligamento suspensorio lateral (Krahmer y Schröder, 1979; Wattiaux¹, 2006).

El ligamento suspensorio medio es un tejido elástico que fija la ubre a la pared abdominal. El ligamento suspensorio lateral es un tejido fibroso poco flexible. Alcanza los lados de la ubre desde los tendones alrededor de los huesos púbicos para formar una estructura de soporte (Figura 1) (Cunningham, 1999; Wattiaux¹, 2006).

Figura 1. Sistema de soporte de la glándula mamaria.

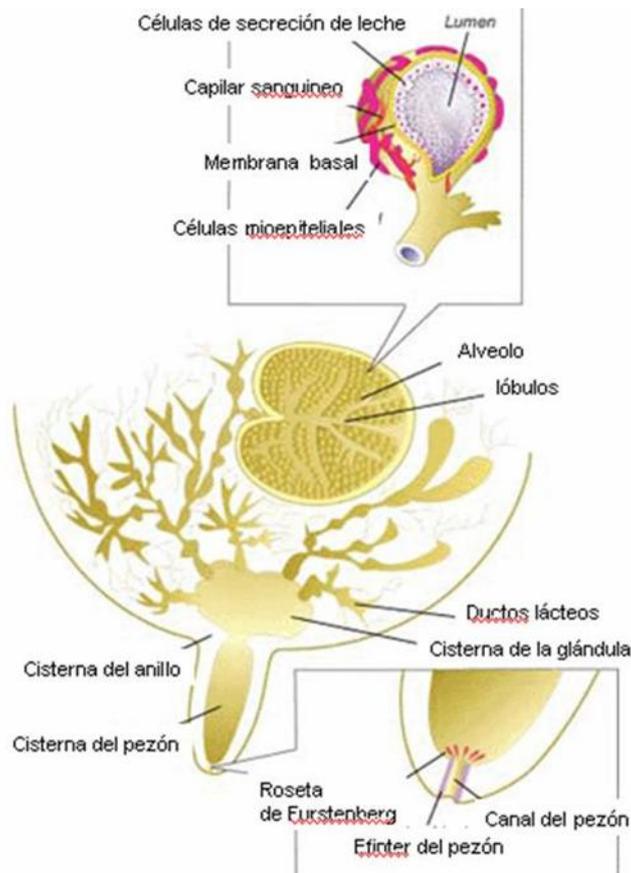


Fuente: Wattiaux¹, 2006.

Hacia el final de la preñez, la glándula mamaria se transforma en una estructura que incluyen a la mayor cantidad de elementos del estroma (tejido conectivo), en una estructura llena de células alveolares que sintetizan y secretan la leche (Cunningham, 1999).

El alvéolo es la unidad funcional de producción en la que una sola capa de células secretoras de leche, se encuentran agrupadas en una esfera con una depresión en el centro. Los capilares sanguíneos y células mioepiteliales (células similares a las musculares) rodean el alvéolo; la leche secretada se encuentra en la cavidad interna (lumen) (Figura 2).

Figura 2. Unidad funcional de secreción de leche.



Fuente: DeLaval¹, 2005.

Las células mioepiteliales responden a la oxitocina y se contraen cuando se exponen a la hormona. La síntesis y la liberación de la oxitocina de la pituitaria posterior, se logra por un reflejo neuroendocrino, en el que se incluye un reflejo táctil de la ubre por la estimulación oral de la cría o por la estimulación manual cuando es lavada antes de la ordeña. Los estímulos sensoriales de la ubre se conducen por la medula espinal hacia el hipotálamo.

Las neuronas que se encuentran en los núcleos paraventriculares y supraópticos son estimulados para sintetizar y liberar la oxitocina en sus terminaciones nerviosas. Otros estímulos sensoriales que promueven la liberación de la oxitocina incluyen los auditivos, visuales u olfatorios, que ocurren cerca o dentro de la sala de ordeño. Cualquier estímulo sensorial con el que la vaca relaciona la ordeña tiene la posibilidad de liberar oxitocina.

La liberación de oxitocina ocurre en unos cuantos segundos después de que llega el estímulo al hipotálamo; el aumento de la presión intramamaria se hace evidente en el minuto posterior a la estimulación, a medida que la leche es forzada fuera de los alvéolos y de los conductos por la contracción de las células mioepiteliales. Este fenómeno es conocido como “bajada de leche”. Esto incrementa la presión dentro de la ubre un minuto después de la estimulación.

La liberación de la oxitocina solo dura unos minutos y es importante que el proceso de ordeña empiece poco después que se complete la bajada de la leche. La ordeña realizada manualmente o por máquina, debe completarse en 4 o 5 minutos (Cunningham, 1999).

Las funciones de los alvéolos son: remover los nutrientes de la sangre; transformar estos nutrientes en leche y descargar la leche dentro del lumen, de donde salen por medio de un tubo colector.

Un grupo de 10-100 alvéolos forman un lóbulo. Estos drenan por medio de un conducto en común al tubo colector. Los lóbulos se encuentran organizados en unidades de mayor tamaño, que descargan la leche dentro de un conducto colector de mayor tamaño que

conduce a la cisterna de la glándula, la cual descansa directamente encima del pezón de la glándula (Wattiaux¹, 2006).

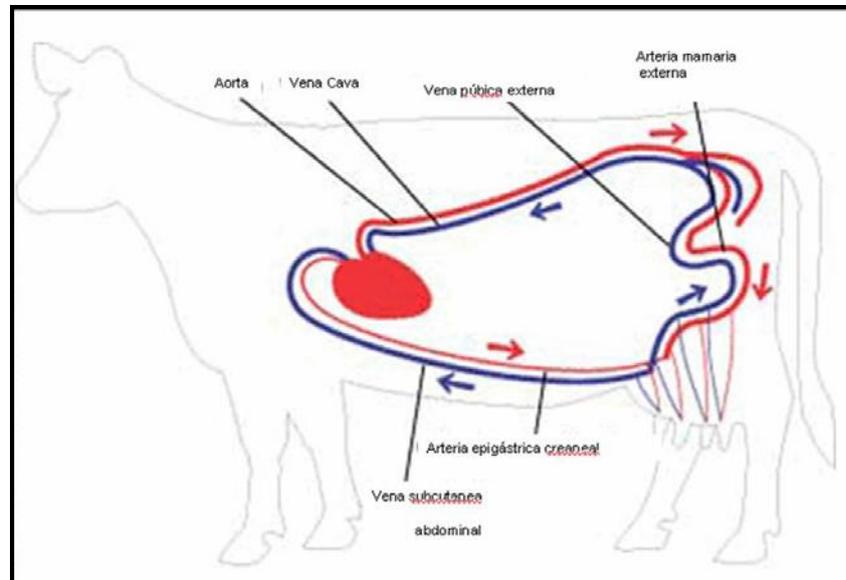
En la parte superior del pezón suele formar pliegues permanentes que discurren en todas direcciones y comunican a la mucosa un aspecto irregular. La mucosa tiene un color amarillento excepto en el conducto papilar, cuya coloración es blanquecina y presenta numerosas finas de disposición longitudinal. Estas crestas se originan en el orificio interno, formada la roseta de Füstenberg, al desarrollarse en exceso puede llagar a taparse y provocar dificultad al momento de la ordeña.

La descamación del epitelio produce un material graso que puede ocluir el conducto papilar; tiene un efecto bactericida y ayuda a evitar infecciones procedentes del exterior. El conducto papilar se mantiene normalmente cerrado por un esfínter formado por una concentración en esa zona de musculatura lisa que forma parte de la pared del pezón y esta reforzada por una condensación de tejido elástico alrededor del orificio del pezón (Dyce *et al.*, 1996).

La vascularización de este tejido debe de ser muy generosa ya que para producir un litro de leche deben pasar 500 litros de sangre. La rama arterial desciende de la pudenda externa y esta complementada por una rama de la arteria perineal ventral. La arteria principal, cuyo diámetro puede ser superior a 1.5 cm, penetra en la ubre después de pasar por el canal inguinal, donde va acompañado por una vena satélite, vasos linfáticos y nervios.

El patrón de las venas en la base de la ubre se forma de un anillo venoso por conexiones transversales entre las venas pares, el drenaje se realiza por las venas pudendas externas, que pasa por los respectivos canales inguinales y las venas subcutáneas abdominales (epigástricas caudales superficiales o “venas de la leche”), que tiene trayectos subcutáneos flexuosos sobre la pared ventral del abdomen (Figura 3) (Sisson y Grossman, 1982; Dyce *et al.*, 1996).

Figura 3. Irrigación sanguínea de la ubre de la vaca.

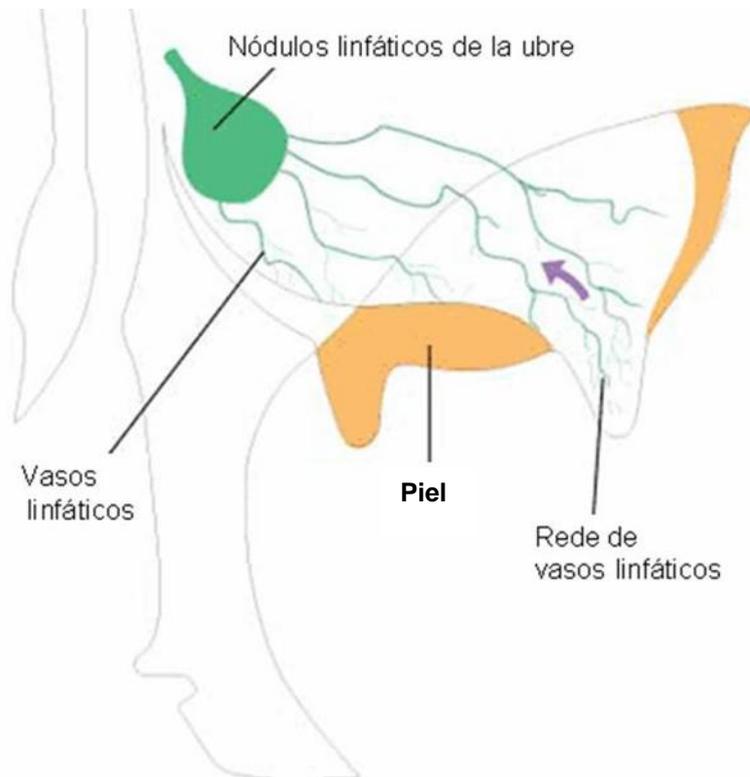
Fuente: DeLaval¹, 2005.

Un plexo de vasos linfáticos desprovistos de válvulas muy abundantes se extiende por la pared del pezón y por el tejido conjuntivo de soporte del parénquima mamario. Se distinguen las venas subcutáneas de la ubre por su curso dorso caudal, que conducen a los nódulos linfáticos mamaros, situados dorsalmente en la parte caudal de la ubre, pero profundos a la fascia lateral. La disposición más frecuente de nódulos consiste en la presencia de dos nódulos a cada lado; uno de ellos es grande (8 cm. de longitud), de forma parecida a un riñón y de disposición superficial; el otro es más pequeño, de forma ovoide y de situación más profunda para ser palpable. Los vasos linfáticos superficiales se dirigen principalmente al nódulo lateral, mientras que la mayoría de los vasos profundos se dirigen al nódulo medial de menor tamaño.

Los nódulos mediales reciben generalmente linfa que procede de las 2 mitades derecha e izquierda de la ubre. Los vasos eferentes se dirigen cranealmente para penetrar en la cavidad abdominal por el canal inguinal y se dirigen al nódulo linfático inguinal profundo (ileofemoral), situado en el ángulo formado por las arterias circunfleja iliaca profunda e

iliaca externa. La aportación de linfa por parte de la mama constituye una parte sustancial del flujo linfático (Figura 4) (Sisson y Grossman, 1982; Dyce *et al.*, 1996).

Figura 4. Sistema linfático de la ubre de una vaca.



Fuente: DeLaval¹, 2005.

La vaca lechera moderna posee considerable producción de leche, más de lo necesario para un becerro. Esto es el resultado de los programas genéticos de reproducción, los avances en la nutrición y en el manejo (DeLaval², 2005). El excedente de leche es aprovechado por el hombre para su consumo en la mayoría de los países, ya que es uno de los alimentos más nutritivos y completos (Magariños, 2000).

La leche de vaca se define como “. . . producto fresco del ordeño completo de una o varias vacas sanas, bien alimentadas y en reposo, exento de calostro y que cumpla con las características físicas, microbiológicas e higiénicas establecidas” (Magariños, 2000).

El agua es su componente más abundante y donde se encuentran los otros componentes en estados diferentes: el cloro, sodio y potasio están en dispersión iónica; la lactosa y parte de la albúmina en dispersión molecular; la caseína y fosfatos en dispersión coloidal; y la materia grasa en emulsión.

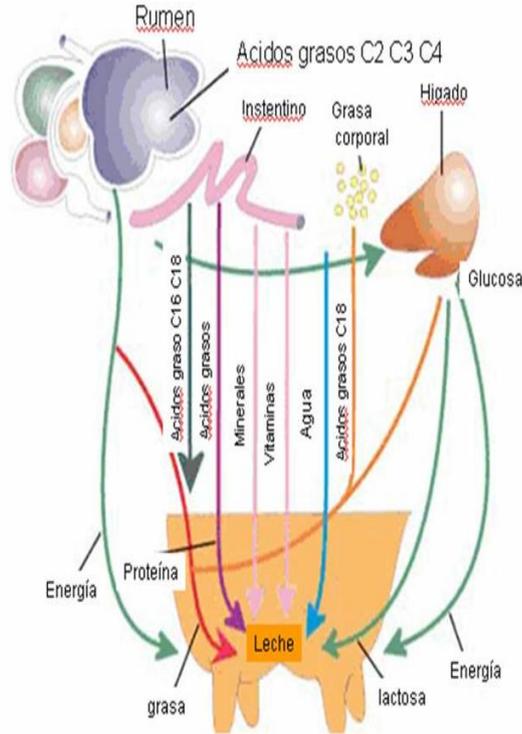
Las proteínas de la leche están conformadas por tres grupos: caseína en un 3%, lactoalbúmina en un 0.5% y la lactoglobulina en un 0.05%, donde se encuentran presentes más de veinte aminoácidos, incluyendo todos los esenciales. La caseína a su vez está compuesta por tres tipos de caseína: la κ -caseína, la β -caseína y la α -caseína.

La lactosa el componente más abundante entre los sólidos de la leche; es un disacárido compuesto por glucosa y galactosa. También se encuentran vitaminas del complejo B y la vitamina C; minerales como: calcio, fósforo, sodio, potasio y cloro. En pequeñas cantidades se encuentran presentes hierro, yodo, cobre, manganeso y zinc; así como enzimas fosfatasa, lipasa, catalasa, galactasa y reductasa (Magariños, 2000).

La materia grasa está compuesta de una mezcla de más de diez triglicéridos, siete ácidos grasos y vitaminas liposolubles (A, D, E y K), y fosfolípidos como la cefalina y lecitina (Magariños, 2000). La procedencia de la materia grasa es de glicerol y ácidos grasos. Los ácidos grasos de cadena larga son absorbidos directamente desde la sangre. Los ácidos grasos de cadena corta se sintetizan en la glándula mamaria a partir de los componentes de acetato y β hidroxibutirato de la sangre.

La proteína de la leche es sintetizada de aminoácidos originados de la sangre; la lactosa de la glucosa y la galactosa a partir de las células secretoras. Las vitaminas, minerales, sales y anticuerpos son transformados desde la sangre a lo largo del citoplasma de las células al lumen alveolar (Figura 5) (DeLaval¹, 2005).

Figura 5. Procedencia de los diferentes componentes de la leche de vaca.



Fuente: DeLaval¹, 2005.

La leche normal de vacas Holstein Friesian, está compuesta de 87% agua, 3.8% de grasa, 3.4% de proteína, 4.5% de azúcares (lactosa) y 1.3% de otros sólidos (minerales). También contiene un número de componentes menores que incluyen células epiteliales desechadas y células de glóbulos blancos (Ruegg, 2001). Aunque su composición varía a lo largo del periodo de lactancia y en comparación con otras razas (Cuadro 1) (DeLaval¹, 2005).

Cuadro 1. Composición de leche de vaca de acuerdo a la especie.

Raza	Sólidos totales (%)	Grasa (%)	Caseína (%)	Proteína (%)	Lactosa (%)	Cenizas (%)
Pardo suizo	12.69	3.80	2.56	0.55	4.80	0.72
Holstein	11.92	3.56	2.49	0.53	4.61	0.73
Jersey	15.15	4.97	3.02	0.63	4.70	0.77

Fuente: DeLaval¹, 2005.

La leche de calidad debe tener una apariencia blanca, sin olor desagradable y libre de sustancias anormales (Ruegg, 2001), considerando que puede ser contaminada por insecticidas, fungicidas, herbicidas, higienizantes y antibióticos; o por contaminantes biológicos como: bacterias, hongos, rickettsias, virus y amibas, que causan deterioro en la calidad de la leche y sus productos o son patógenos para el hombre (Keating y Gaona, 1992).

Conforme a la norma ISO-9000, la calidad de la leche se define como el conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que le confiere la actitud para satisfacer necesidades explícitas o implícitas, asociada a la función y a la aptitud de “para que sirve” y no específicamente al producto (Taverna, 2001). Este término también engloba los conceptos de contaminación por bacterias, la capacidad de conservación, mastitis, sedimentos, sabor y olor.

Para determinar la calidad, básicamente hay dos pruebas que se realizan en laboratorio: unidad formadora de colonias (UFC) y conteo celular somático (CCS). La primera hace referencia a la higiene general del ordeño; y la segunda, a la sanidad del producto obtenido en el establo y el estado infeccioso del rebaño. En la práctica, la calidad de la leche se define por CCS y el conteo bacteriano (“conteo estándar o SPC”) en tanques de leche a granel (Keating y Gaona, 1992; De la Vega, 2000; Ruegg, 2001).

Las células somáticas están compuestas de células blancas (CB) y ocasionalmente por células epiteliales de desecho (cuadro 2). La mayoría de CB que se encuentran en leche normal de bovinos son macrófagos, que funcionan como señal temprana cuando las bacterias invaden la ubre (Ruegg, 2001); por lo que el factor que más influye en el CCS es la mastitis.

Cuadro 2. Células somáticas encontradas en leche de bovino.

Tipo de células	Leche normal (%)	Mastitis subclínica (%)
Neutrófilos	0 - 11	> 90
Macrófagos	66 - 88	
Linfocitos	10 - 27	2 - 10
Células epiteliales	0 - 7	0 - 7

Fuente: Ruegg, 2001.

La infección de la ubre con patógenos causa mastitis (Ruegg, 2001). Es la enfermedad que más afecta al ganado lechero en el mundo, por lo cual se le considera uno de las más importantes y costosas de la producción lechera. Consiste básicamente en la inflamación total o parcial de la ubre, aunque algunos autores lo definan como una enfermedad infecto contagiosa (Blood y Radostits, 1992; Blood y studdert, 1994; Trigo, 1998; Ceba, 1998; Merck, 2003), que se presentan por una combinación de elementos relacionados con el microorganismo patógeno, el medio ambiente y el animal susceptible (Thrusfield, 1990).

La mastitis puede ser el resultado de diferentes causas como: el trato inadecuado de los animales; falta de higiene; infecciones causadas por microorganismos o sus toxinas; uso de químicos que irritan el pezón; falta de control en el equipo de la máquina de ordeñar; golpes, pisotones, heridas o cualquier trauma en el pezón o en la ubre (Ceba, 1998; Loor *et al.*, 2006).

En vacas lactantes, es casi exclusivamente causada por bacterias que llegan a invadir la ubre, se multiplican dentro del tejido mamario y generan toxinas, causando lesiones en el recubrimiento interno de los conductos lácteos, la cisterna y los alvéolos (Loor *et al.*, 2001; García, 2004), venciendo las tres barreras de defensa de la ubre.

La primera línea de defensa, la representa la abertura o esfínter del pezón. El interior del canal del pezón está compuesto por tejido musculoso que sirve como válvula cuya función es mantener el canal del pezón cerrado cuando la vaca no es ordeñada, previene el flujo

de leche hacia el exterior y la entrada de bacterias hacia el interior de la ubre (Loor *et al.*, 2006; Wattiaux¹, 2006). Las células del interior del canal del pezón producen una sustancia llamada queratina, compuesta por un material fibroso proteico y ácidos grasos con fuerte poder antibacteriano (Loor *et al.*, 2006).

La segunda línea de defensa la forma la misma respuesta inflamatoria, la cual inicia al ingresar los microorganismos a la ubre. Leucocitos, neutrófilos y fagocitos, son transportados por la sangre desde la médula ósea hacia el tejido donde ocurre la invasión, para englobamiento y destrucción de los invasores (Loor *et al.*; 2006 Wattiaux¹, 2006).

La tercera línea de defensa para mantener la infección bajo control, la forman los mismos leucocitos, al liberar sustancias que conducen a una destrucción completa de las estructuras alveolares (tejido secretor), las cuales son remplazadas por tejido conectivo cicatrizal (Wattiaux¹, 2006).

Los tipos de mastitis en general se clasifican en: primaria, causada por bacterias que infectan la ubre; y secundaria, la que se presenta en el transcurso de otra enfermedad infecciosa como Brucelosis, Fiebre Aftosa e infecciones causadas por hongos, levaduras y traumatismos.

Su presentación puede ser clínica (aguda o crónica) y subclínica. La mastitis clínica aparece en forma brusca y en general, el cuarto infectado se inflama, presentando dolor al tacto, enrojecimiento, aumento de la temperatura y tumefacción; en algunas vacas la leche se encuentra visiblemente alterada por la presencia de coágulos, grumos, descamaciones, suero descolorido o sangre. Puede manifestarse de forma aguda o crónica (Wattiaux¹, 2006).

La manifestación aguda se caracteriza por la inflamación de la ubre, tornándose ruborosa, dura, caliente y dolorosa al tacto. La leche tiene aspecto purulento o sanguinolento con presencia de grumos (coágulos) o descamaciones. La manifestación crónica es aquella

que se repite 3-4 veces en la misma lactancia, con la misma severidad de una presentación aguda (Ceba, 1998). En estos casos, es conveniente separar a los animales del hato, ya que por cada vaca con mastitis clínica se considera que podrán aparecer aproximadamente 15-17 vacas con mastitis subclínica o incluso hasta 40 animales, como mencionan algunos autores (Cuadro 3) (Wattiaux¹, 2006).

Cuadro 3. Relación entre el CCS medido en la leche del tanque, pérdida de la producción y prevalencia de la mastitis subclínica en el hato.

CCS	Cuartos Infectados (%)	Pérdida de producción (%)	Mastitis subclínica
< 200,000	6	0-5	Cerca de cero
200,000 - 500,000	16	6-9	Unos pocos casos
500,000 - 1' 000,000	32	10-18	Diseminada
> 1' 000,000	48	19-29	Epidémica

Fuente: Wattiaux², 2006

La mastitis subclínica ocurre cuando un patógeno infecta uno o más cuartos pero no causa suficiente daño a los alvéolos de modo que la leche aparentemente es normal (Ruegg, 2003). Es sutil y más difícil de corregir. La vaca parece saludable y la ubre no presenta ningún signo de inflamación.

Sin embargo, en estos casos el sistema inmune de la vaca responde a la invasión bacteriana enviando glóbulos blancos al cuarto infectado para combatirla, lo que aumenta muy por arriba de los 200,000 células/ml el CCS (Ruegg, 2003; Wattiaux¹, 2006). Además provoca daños a las células secretoras, reduciendo la síntesis de la lactosa, grasa, proteína. Del mismo modo aumenta la permeabilidad de las membranas celulares, permitiendo el goteo de componentes de sangre hacia la leche reduciendo la producción y calidad (Ruegg, 2001) y repercutiendo muy sutilmente pero en forma constante, en la economía del ganadero.

Para diagnosticar la mastitis y poder prevenir los problemas que la enfermedad acarrea, existen varias pruebas disponibles. La primera es una prueba a nivel de hato y se realiza cuando la leche de todas las vacas en el hato se mezcla, como sucede en el tanque a granel. Se puede tomar una muestra de leche y se analiza mediante las pruebas de California (CMT) o Wisconsin (WMT); este método se le conoce como *CCS en tanque de leche* (Wattiaux², 2006). Estas técnicas también pueden ser realizadas para un diagnóstico en forma individual e incluso pezón por pezón.

Los hatos con programas de control de mastitis realmente efectivos tienen CCS menores de 100 000, nivel máximo permitido en EUA. Un CCS de 200,000 es una meta práctica en nuestro país; valores superiores sugieren una frecuencia importante de mastitis en el hato. El registro del CCS mes por mes y año por año, provee de un registro general de progreso o retroceso en los conteos celulares.

En el siguiente cuadro se muestra la relación que existe entre el CCS, los cuartos infectados y la estimación de las pérdidas de producción.

Cuadro 4. Relación entre CCS en tanque, porcentaje de cuartos infectados y disminución de la producción láctea.

Conteo células somáticas en tanque	Cuartos infectados (%)	Pérdida de producción (%)
200,000	6	0
500,000	16	6
1'000,000	32	18
1'500,000	48	29

Fuente: Philpot y Nickerson, 1992.

Los métodos de diagnóstico individual para identificar animales con problemas de mastitis son varios, pero señalaremos los más comunes y fáciles de realizar, como el *Examen físico*. Consiste en revisar la ubre cuando esta vacía después del ordeño, para identificar la

presencia de cuartos hinchados, calientes debidos a mastitis clínica y por deformaciones o cuartos atrofiados con áreas de tejido calloso que indica un daño permanente.

Otro método es conocido como *Apariencia de la leche*. Consiste en revisar los primeros chorros de la ordeña para la detección de leche anormal, la cual debe de ser descartada antes de ir al tanque. La leche anormal puede presentar decoloración, escamas, fragmentos, coágulos y/o acuosidad.

La *Prueba de California (CMT)* es un diagnóstico indirecto que tiene por objetivo detectar la concentración de leucocitos en la leche. Se debe de realizar antes de la ordeña, después de estimular a la vaca y descartar los primeros 2-3 chorros de leche. Esta prueba es actualmente la más eficiente para detectar mastitis a nivel individual (Eberhart *et al.*, 1990), con una sensibilidad del 97% y una especificidad del 93% (Báez, 2001).

Para realizar la prueba se requiere de una paleta de plástico con depósitos marcados cada uno para identificar los cuartos de la vaca. La técnica consiste en desechar los primeros dos o tres chorros de leche. Posteriormente se añade a cada depósito de la paleta 2ml de leche del cuarto correspondiente y 2ml del reactivo, detergente más indicador de pH (púrpura de bromocresol). Se mueve la paleta en círculos por diez segundos y se lee el resultado (Cuadro 5).

Para diferenciar el grado 2 del grado 1, es necesario mover la paleta diez segundos más, lo que permite la formación del gel, cuando se trata de grado 2. La formación de gel es total para el grado 3. En caso de tener cuartos ciegos, se recomienda determinarlos como grado 4 (Fernández, 1997; Rice, 1997).

Cuadro 5. Interpretación de resultados de prueba de California.

Símbolo	Significado	Descripción de la reacción e interpretación	CCS
0	Negativo	La mezcla permanece líquida sin evidencia de formación de precipitado	0-200,000 0-25% Leucocitos PMN
T	Trazas	Se forma un precipitado leve se observa mejor ladeando la paleta, las reacciones traza tienden a desaparecer, con el movimiento continuo.	150,000-500,000
1	Positiva débil	Se forma un claro precipitado pero sin tendencia de formación de gel, con balanceo continuo desaparece.	400,000-1'500,000 40-60% PMN
2	Claramente positiva	La mezcla se espesa formando gel con movimientos circulares, la mezcla se acumula en el centro y al suspender el movimiento la mezcla se distribuye uniformemente.	800,000-5'000,000
3	Positiva fuerte	Se forma un gel que provoca que la superficie de la mezcla sea convexa, por lo común hay una área central que permanece a un nivel superior al resto de la mezcla una vez que el movimiento ha cesado, la viscosidad y adherencia aumentan.	> 5'000,000 70-80% PMN
4	Ciego	No hay producción de leche en el cuarto.	
+	Leche alcalina	Se distingue contrastando con un color púrpura más oscuro, una reacción alcalina refleja actividad secretora deficiente que ocurre como resultado ya sea de inflamación o por el secado de la glándula.	
-	Leche ácida	El púrpura de bromocresol se torna de un color amarillo cuando el pH esta en 5.5 este símbolo se agrega cuando la mezcla se torna amarilla, la leche ácida en la ubre es muy rara, su presencia indica fermentación de la lactosa por las bacterias.	

Fuente: Philpot y Nickerson, 1992; Fernández, 1997.

Algunas de las características importantes de la CMT, se señalan a continuación.

Ventajas:

- Es sensitiva puede desarrollarse tanto en una muestra de cuartos, como una muestra del tanque recolector.
- El material extraño no interfiere con la prueba, como el pelo u otro material.
- La prueba es simple y no requiere material costoso.
- El equipo es fácil de limpiar después de su uso.
- La temperatura ambiental puede producir pequeños efectos en la prueba, la muestra se puede refrigerar, pero debe de usarse antes de dos días de haberse recolectado.

- El nivel de mastitis en el hato puede ser estimado tomando una muestra del tanque recolector, con un resultado de 2 o 3 indican un porcentaje alto de vacas infectadas.

Desventajas:

- Los resultados de esta prueba pueden ser muy variables entre individuos que realizan la prueba, siendo necesario uniformizar los resultados a un solo criterio.
- Los resultados representan un rango de leucocitos contenidos.
- Se presentan falsos positivos en animales recién paridos, menos de 10 días o en vacas próximas a secarse menos de 5 días.
- La mastitis clínica aguda da resultados negativos, debido a la destrucción de los leucocitos por las toxinas provenientes del microorganismo presente (Rice, 1997).

El CCS se realiza en algunos hatos por medio de contadores automáticos. Sin embargo, se puede utilizar la prueba de Wisconsin en forma individual, utilizando un tubo especial graduado en milímetros por cada cuarto o uno para la mezcla de los cuatro cuartos.

Se depositan 2 ml de leche en cada tubo, se agrega una mezcla de 1 ml del reactivo para prueba de California mezclado previamente con 1 ml de agua destilada. Una vez agregados se agitan por 10 segundos horizontalmente de izquierda a derecha, se voltean los tubos por 10 segundos. Posteriormente se colocan en su posición original dejándolos reposar durante 10 segundos, prosiguiendo a la lectura por debajo de la espuma que se forma.

Los resultados se relacionan en mililitros, con su valor de células somáticas utilizando la tabla de interpretación (Cuadro 6) (Eberhart *et al.*, 1990; Fernández, 1997). En el cuadro 7 se muestra la relación del CCS deseable en un hato (Fernández, 1997).

Cuadro 6. Tabla para la interpretación de la prueba de Wisconsin.

Wisconsin (ml)	CCS	Pérdida de producción (%)
3	140,000	5
4	165,000	
5	195,000	
6	225,000	8
7	260,000	
8	300,000	
9	340,000	
10	380,000	9-18
11	420,000	
12	465,000	
13	515,000	
14	565,000	
15	620,000	
16	675,000	
17	730,000	
18	790,000	
19	855,000	
20	920,000	
21	990,000	
22	1,055,000	
23	1,130,000	
24	1,200,000	
25	1,280,000	19-24
26	1,360,000	
27	1,440,000	
28	1,525,000	
29	1,610,000	
30	1,700,000	
31	1,800,000	
32	1,920,000	
33	2,030,000	
34	2,180,000	
35	2,280,000	

Fuente: Philpot y Nickerson, 1992.

Cuadro 7. Porcentaje deseable de animales que debe de contener cada grupo.

Grupos	CCS	% de vacas por hato
Grupo 1	0 - 300,000	80 - 90
Grupo 2	301,000 - 515,000	10 - 20%
Grupo 3	516,000 - 1'055,000	5 - 10
Grupo 4	>1'056,000	Menos del 3

Fuente: Fernández, 1997.

Otra forma indirecta de medir la presencia mastitis clínica y subclínica, es por medio de la *Conductividad eléctrica*. Se fundamenta en el desprendimiento de células epiteliales de la glándula mamaria, que aumentan la conductividad eléctrica y esto se asocia con un incremento en el CCS en la leche (Taverna *et al.*, 2000).

Puede realizarse también un *Diagnóstico por cultivo de leche del tanque*. Existen límites legales en el conteo de unidades formadoras de colonias bacterianas por mililitro (UFC/ml) que varía por área, aunque procesadores individuales pueden tener sus propios estándares y requerimientos. En algunas plantas pasteurizadoras de México, el límite permitido es de 10'000 UFC/ml (Aguado, 1996).

Si los conteos de UFC son elevados, la identificación por cultivo puede proveer la pista de la fuente o las fuentes de los valores altos. Los cultivos mensuales también pueden proveer de una pronta evidencia de otras infecciones o problemas en sanidad en la ordeña o en el establo. Tener hatos con bajos conteos bacterianos menores de 10'000 UFC/ml, asegura una leche de buena calidad (Eberhart *et al.*, 1990). De lo contrario, identificar la presencia o ausencia de organismos específicos, ayuda a formular recomendaciones para prevenir la difusión de la mastitis en el hato (Wattiaux, 2006²).

Generalmente, las bacterias responsables de la mastitis, se clasifican en contagiosos y ambientales. Las bacterias contagiosas son transmitidas de la ubre infectada de una vaca a un animal sano. La transferencia de bacterias patógenas entre vacas ocurre generalmente durante el ordeño. Las manos, toallas y la máquina de ordeñar pueden ser reservorios de los principales organismos contagiosos que se han encontrado relacionados

con la infección son: *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus* y *Mycoplasma spp* (García, 2004).

Las bacterias ambientales en cambio, provienen del establo, pesebre, suelo y estiércol, lo cual hace prácticamente imposible eliminarlas y relevante mejorar prácticas de manejo y limpieza. Es frecuente encontrar coliformes (*E. coli*, *Klebsiella spp* y *Enterobacter*) provenientes del estiércol y la tierra; y estreptococos ambientales (*S. uberis* y *S. dysgalactiae*) que provienen del medio ambiente y ubres infectadas (García, 2004). Los microorganismos mas comúnmente involucrados con mastitis en ganado lechero, se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 8. Infección, medios de difusión y medidas de control de la Mastitis.

Bacteria	Origen	Medio de difusión	Medida de control
Organismos contagiosos			
<i>Streptococcus agalactiae</i>	Ubres infectadas de otras vacas	Entre vacas. Elementos de ordeña contaminados.	Secar los pezones con toallas individuales; sellado de los pezones ("Dipping"); tratar a las vacas secas; usar guantes.
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ubres infectadas, pesebre contaminado, entre otros.	Entre vacas, a partir de ubres contaminadas. Equipo de ordeña.	Secar los pezones con las toallas individuales; sellado de pezones ("Dipping"); tratar a las vacas secas; usar guantes; orden de ordeño; eliminación de vacas con infección crónica.
<i>Mycoplasma spp</i>	Varios (habitante del tracto respiratorio, vagina, mucus, membranas. Ubres infectadas.	Entre vacas. Equipo de ordeño contaminado. Manos del ordeñador.	No hay tratamiento. Usar guantes; desinfección entre vacas; Orden de ordeño; limpiar unidades de ordeño; sellado de los pezones ("Dipping"); eliminación de animales infectados.
Organismos ambientales			
<i>Streptococcus non-agalactiae</i>	Medio ambiente	Del medio ambiente a la vaca por: corrales o pesebre húmedos y sucios; ordeña de ubres húmedas; preparación inadecuada del pezón; problemas con la máquina de ordeña (reflujo)	Mejorar la sanidad de la sala de ordeña y los corrales; ordeñar vacas limpias; impedir las pérdidas de vacío y que se caigan la pezoneras; cambiar el pesebre con frecuencia.
Coliformes	Medio ambiente	Del medio ambiente a la vaca por: corrales o pesebre húmedos y sucios; ordeña de ubres húmedas; preparación inadecuada del pezón; problemas con la máquina de ordeña (reflujo); pezones lastimados; tiempo húmedo y cálido.	Mejorar la sanidad de la sala de ordeña y los corrales; ordeñar vacas limpias; mantener las vacas de pie, una o dos horas después de ordeñar; impedir las pérdidas de vacío y que se caigan la pezoneras; cambiar el pesebre con frecuencia.
Otros <i>Staphylococcus</i>	Habitantes normales de la piel; algunos pesebres.	Pobre sellado de los pezones; preparación inadecuada del pezón; pesebre sucio.	Sellados de los pezones; preparación adecuada del pezón; cambiar con frecuencia el pesebre.

Fuente: Modificado de García, 2004.

Identificados los patógenos responsables de la infección y sabiendo de diferentes sistemas de producción, el manejo y regiones geográficas diferentes, existen principios para la prevención que pueden ser aplicados con éxito. Los resultados de la aplicación rutinaria, darán como resultado baja prevalencia de mastitis y mayor producción de leche de alta calidad (Kirk, 2007). Estos principios de prevención se señalan en el siguiente cuadro.

Cuadro 9. Principios de prevención de la mastitis y su impacto en el hato.

Principio	Descripción	Impacto
1	Ordeñar las vacas con los pezones limpios y secos especialmente la punta del pezón.	Mejor calidad de leche y eficiencia de ordeño, control de mastitis ambientales, evitar subida de pezoneras, disminuir duración de ordeño.
2	Prevenir la transferencia de organismos patógenos de una vaca a otra durante el ordeño.	Disminución de mastitis contagiosa y mejor calidad de ordeño.
3	Prevenir daños de los pezones durante el ordeño.	Prevención de la mastitis, buena bajada de leche y eficiencia del ordeño.
4	Proveer un ambiente que permita a las vacas permanecer limpias entre ordeños	Control de mastitis ambientales, calidad de leche, eficiencia de ordeño y confort de las vacas.
5	Detección precoz o temprana de nuevas infecciones (clínicas o subclínicas).	Mejor respuesta a los tratamientos, infecciones crónicas, secado o eliminación de vacas.
6	Correcto uso de medicamentos	Mayor éxito en los tratamientos, control del costo, residuos en la leche o carne
7	Control y duración de las infecciones.	Disminución de la prevalencia de las enfermedades. Reducción del rechazo de los animales
8	Monitoreo del estado de la mastitis	Prevención de epidemias, información para el secado o la eliminación de las vacas.
9	Criar vaquillas de reemplazo libres de mastitis.	Permite eliminar vacas por producción, reduce la prevalencia de mastitis en el rodeo.
10	Asumir que todas las vaquillas de reemplazo que se compran están infectadas.	Evita la introducción de nuevos organismos patógenos.
11	Proveer una adecuada nutrición disminuye la susceptibilidad a la mastitis.	Control de nuevas infecciones.
12	Control de moscas	Disminución del daño en la punta de los pezones, y de la incidencia de nuevas infecciones.
13	Entrenamiento del personal en la rutina de ordeño.	Todas las áreas de prevención de mastitis y calidad de la leche.
14	Asignar responsabilidades para todas las áreas de prevención de la mastitis.	Conocimiento en las tareas a realizar, compartir responsabilidades mejora en la confianza individual.

Fuente: Modificado de Kirk, 2007.

Investigadores, veterinarios, productores y personal de campo, están de acuerdo en que el sellado de los pezones después del ordeño (postdipping), es primordial en el control de la mastitis. Los productos postdipping se clasifican de acuerdo a su actividad en germicidas y de barrera. Los primeros son más usados y destruyen las bacterias a nivel de la piel del pezón, después de su aplicación. Sin embargo, la persistencia de la actividad germicida

limita y neutraliza por la presencia de desechos y productos orgánicos, como leche y estiércol (Hogan y Smith, 2006). Los selladores más utilizados se señalan en el cuadro 10.

Cuadro 10. Características de las diferentes sustancias empleadas en los selladores

Formulación	Características	Ventajas	Desventajas
Iodóforos	Bactericida químico, amplio espectro.	No tóxico.	Irritante, baja solubilidad en agua, olor fuerte y muy irritante en solución alcohólica.
Amonios cuaternarios	Germicidas, mecanismo de acción: desnaturalización de las proteínas de la celular, inhibición de la actividad enzimática y afecta la permeabilidad de la membrana.	Relativamente no tóxico, no corrosivos, degradación rápida en el ambiente, buena actividad en presencia de materia orgánica.	Eritema en piel, deshidratación intensa, pérdida del epitelio y dolor.
Clorhexidina	Germicida, amplio espectro (gram positivas, negativas y otros microorganismos), adsorbido por la superficie de la célula bacteriana.	Toxicidad baja, actúa en presencia de materia orgánica.	Irritación de la piel del pezón.
Hipoclorito de sodio	Agente oxidante fuerte y reactivo con las proteínas.	Baja toxicidad, muy eficaz y bajo costo.	Irritación del pezón, cuarteaduras de las manos de ordeñadores, mal olor inactividad por materia orgánica.
Ácido sulfónico bencénico lineal (LDBSA)	Antimicrobiano eficaz en contra de gram positivos y levaduras, Desnaturaliza proteínas, inactiva enzimas esenciales, rompe membrana celular alterando la permeabilidad bacteriana.	Toxicidad baja, efecto residual después de la inmersión, tolerancia a la materia orgánica.	Baja efectividad frente a bacterias gram negativas (coniformes) a pH de 3.5 - 4.0, incompatible con amonios cuaternarios.
Barreras físicas	Basados en látex y acrílicos usados como desinfectantes o como barrera física, usados para prevenir la mastitis pro coliformes	No irritantes y de baja toxicidad.	Incompatibilidad con algunos productos, os resultados de las pruebas no son contundentes.
Antiséptica de súper oxidación con pH neutro en fase semisólida (gel).	Antimicrobiano de amplio espectro, cualidades de barrera y germicida.	No tóxico, no irritante, humecta la piel del pezón.	No actúa en presencia de materia orgánica, no disponible en el mercado.
Otros desinfectantes	Ácidos grasos, ácido cloroso, dióxido de cloro, nisina.	No irritantes, poco conocidos.	Efectividad limitada en contra de algunos microorganismos.

Fuente: Modificado de Armenteros, 2007.

Los selladores de barrera, actúan formando una defensa entre la piel del pezón y el medio ambiente. Los productos, generalmente a base de látex, acrílico y polímero, formando un sello sobre la punta del pezón, impidiendo de esta forma la entrada de material extraño o gérmenes a la ubre. El uso de selladores de barrera de látex reduce la incidencia de mastitis por coliformes. La eficacia de los selladores de barrera física contra otros patógenos es mínima (Hogan y Smith, 2006).

En la actualidad, existen un sin fin de productos y para que salgan al mercado, no requieren de estudios previos, ya que no existe una legislación en la ley que los obligue a realizarla. Sin embargo, de acuerdo con la teoría de STUART, para que un desinfectante se considere efectivo, debe reducir en un 99.99%, la población bacteriana existente.

Ante esta situación, el objetivo del presente trabajo es probar un producto que señala tener ambas características para el control de la mastitis (germicida y de barrera), cuya sustancia activa es una solución antiséptica de superoxidación de pH neutro, en fase semisólida (gel) en relación al yodo, considerando experimentos previos *in vitro* para tratar aguas bidestiladas y duras, con soluciones de superoxidación, en contra de bacterias comunes de campo en medicina veterinaria como: *E. coli*, *Streptococcus spp*, *Staphylococcus spp*, *Salmonella spp* y *Bacillus spp*, en los cuales los resultados igualaron y superaron esta regla, incluso en inóculos bacterianos 1×10^{12} (Páez, 2006).

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de estudio. La investigación se realizó en el sistema de producción de leche “Los Pinos”, ubicado en la comunidad de Uruétaro, del municipio de Tarímbaro, Michoacán, localizado al norte del Estado, en las coordenadas 19°48’ de latitud norte y 101°10’ de longitud oeste, a una altura de 1,860 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Copándaro y Cuitzeo, al este con Álvaro Obregón, al sur con Morelia y Charo, y al oeste con Chucándiro. Su distancia a la capital es de 12 km. Su clima es templado con lluvias en verano, precipitación pluvial anual de 609.0 mm³ y temperatura promedio de 25°C. En el municipio domina la pradera, con nopal, huisache y matorrales diversos. Su fauna se conforma por coyote, tejón, zorrillo, tlacuache, conejo, liebre, gorrión, codorniz y golondrina. La superficie forestal no es maderable y está ocupada por matorrales espinosos. El uso del suelo es primordialmente agrícola y en menor proporción ganadero (Enciclopedia de los municipios de Michoacán, 1999).

Periodo de estudio. El periodo de estudio fue del 6 de marzo al 3 de abril del 2007.

Población en estudio. Todas las vacas lecheras en producción.

Población objetivo. Se incluyeron todas las hembras que contaban con información, considerando como criterio de inclusión animales que tuvieran entre una y tres lactancias.

Diseño de estudio. Fueron seleccionados 12 animales. Se ordenaron con respecto al número de arete de menor a mayor y se les asignó un número. Posteriormente se dividieron en dos grupos. El grupo uno lo constituyeron los números pares como grupo experimental, donde se utilizó como sellador la solución electrolizada superoxidada con pH neutro en fase semisólida (gel). En el grupo dos quedaron incluidos los números nones, donde se utilizó el sellador con base de yodo al 1% utilizado en el rancho.

Técnica de muestreo. Se realizaron 5 muestreos con intervalos de 7 días, considerando el primer muestreo como punto de partida inicial (MI) para el uso de los selladores y los siguientes como M1...M4, respectivamente. Las muestras se recolectaron durante el proceso de la ordeña vespertina, después de realizar la limpieza y el despunte de pezones, usando guantes y toallas de papel humedecidas con solución electrolizada superoxidada con pH neutro. Posteriormente se tomaron las muestras de leche de cada cuarto (5 ml) en un frasco estéril, fueron identificadas y colocadas en un recipiente térmico para ser transportadas a la Unidad de Servicios Auxiliares para el Diagnóstico de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UMSNH y colocadas en refrigeración a 4° C, para su diagnóstico 16 horas después. Terminada la ordeña se aplicó el sellador correspondiente a cada grupo.

Técnica de diagnóstico. La determinación del CCS se realizó por la técnica de Wisconsin y los resultados fueron interpretados de acuerdo a la tabla presentada por Philpot y Nickerson (1992).

Análisis estadístico. Para el análisis de resultados se utilizó metodología de análisis de varianza (ANOVA) con Mediciones Repetidas (Davis, 2002) y los registros proporcionados mensualmente por Holstein de México para el control de la producción y calidad de la leche del rancho.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rancho los pinos esta ubicado en el Km 16.5 de la carretera Morelia Zinapécuaro en la población de Uruétaro del municipio de Tarímbaro perteneciente al estado de Michoacán. Consta de 22.5 hectáreas de terreno de riego por bombeo, en donde se produce la totalidad del forraje y el 80% de los granos que se requieren para la alimentación del ganado.

Cuenta de 78 cabezas de ganado de registro de la raza Holstein, de las cuales 40 se encuentran en producción. Para llevar a cabo los programas de reproducción, medicina preventiva (vacunación contra IBR, Leptospira, Brucela y Diarrea Viral Bovina, entre otras) y desparasitación, se cuenta con la asistencia de Médico Veterinario y de un estudiante.

La alimentación es supervisada por un nutriólogo quien formula las raciones de acuerdo a la edad, estado reproductivo y productivo, utilizando rastrojo molido, alfalfa achicalada y concentrado. La dieta se les ofrece 4 veces al día: a las 6 y 11 de la mañana, 5 de la tarde y 8 de la noche. El agua de pozo se suministra a libre acceso.

Cuenta con el apoyo del programa de producción y del laboratorio de calidad de leche de Holstein de México. Los reportes de producción son mensuales y anuales, conteniendo información del hato y un desglose por vaca. El registro de de marzo del 2007, señala un promedio de producción de 8,609 kilos de leche vaca/año, con 3.36% de grasa y 3.03% de proteína.

En el cuadro 11 se muestra la producción lechera que ha tenido el rancho en los últimos 20 años.

Cuadro 11. Registro de la producción por año del rancho Los Pinos 1986-2006.

Año	N° vacas (promedio)	Kg leche/ vaca/año	% preñez al primer servicio	Servicios/concepción	Días secos
1986	32.0	4750	73	1.27	56
1987	25.6	4512	90	1.1	66
1988	27.1	5103	44	1.56	56
1989	28.3	5495	80	1.3	59
1990	25.6	5520	88	1.13	61
1991	26.3	6809	64	1.64	59
1992	31.2	6946	38	1.95	50
1993	33.3	7099	67	1.56	62
1994	36.0	7194	53	1.87	60
1995	38.1	6919	59	1.47	59
1996	42.0	7707	35	2.08	55
1997	44.9	7891	79	1.26	53
1998	44.6	7748	61	1.5	48
1999	46.4	7501	55	1.85	65
2000	49.3	8468	75	1.41	61
2001	47.2	8383	50	1.77	59
2002	44.7	8799	71	1.38	47
2003	43.8	8115	55	1.66	48
2004	46.9	8918	44	1.97	60
2005	41.7	8356	42	1.99	55
2006	42.0	8765	33	2.32	51

Fuente: Holstein México, 20007.

Las instalaciones se dividen de acuerdo a lotes alimenticios, mencionados a continuación: cuatro corrales para becerras de 2 meses hasta un año de edad, con capacidad para 4 animales por unidad en promedio; un corral para vaquillas secas; un corral para vacas secas; un corral para vacas de mediana producción; un corral para vacas de alta producción; dos comederos para vacas productoras, con separadores individuales para 30 animales c/u; cuatro paraderos y ocho corraletas individuales para becerros lactantes (menores de 60 días).

Cada corral tiene echaderos individuales rellenos de tepetate y techo. Las instalaciones están comunicadas por pasillos que contienen estructuras cambiables (cadenas o puertas), facilitando la movilización de los animales cuando es necesario.

El ordeño es de tipo mecánico y se realiza por la mañana (5:00) y por la tarde (15:00). Se maneja una máquina Westfalia 5015761 con lavado automático y capacidad para tres animales, realizando la descarga automática de leche al tanque enfriador.

El proceso se inicia con el encendido del motor de la ordeñadora. El trabajador abre el corral para la salida de las vacas y una vez que se encuentran ubicadas en la rampa de entrada, realiza la limpieza de las ubres con agua y una solución antiséptica (Cloruro de benzalconio) para quitar la materia orgánica. Enseguida, el animal sube y se coloca en la trampa. Antes de colocar las pezoneras, se despunta cada uno de los cuartos, se limpia la ubre y los pezones con toallas de papel (una por ubre) y se colocan las pezoneras. Terminado el ordeño, se quitan las pezoneras, se aplica el sellador, se libera la trampa y el animal pasa por una puerta lateral a los corrales y comederos. Los animales enfermos se ordeñan al final.

Finalizada la ordeña, se procede a limpiar la rampa, los pisos de concreto de las trampas y de la máquina ordeñadora. Para el aseo de esta última, se utiliza una solución ácida, seguido de una alcalina y se terminando con una solución de cloro, para por último apagar la máquina. Solo una persona realiza la ordeña, la cual utiliza como ropa de trabajo solo botas de hule.

Los animales seleccionados para el muestreo, se exponen en el cuadro siguiente:

Cuadro 12. Animales participantes en el estudio y registros de producción.

N°	N° Vaca	Producción (Kg)*	Días en leche*	Lactancia*
Grupo 1 Sellador: Gel				
1	40	23.8	342	3
2	47	29	94	2
3	53	22	252	2
4	56	25.8	117	2
5	67	29.4	180	1
6	73	22.6	119	1
Grupo 2 Sellador: Yodo				
7	38	12.6	346	2
8	43 ^a	6.8 ^a	314 ^a	3 ^a
9	50	15.4	282	2
10	55	22.8	21	1
11	66 ^a	Fuera de línea	Fuera de línea	1
12	72	20.2	161	1
13	75	31.6	152	1

*: Registros Holstein de México, 2007; ^a: Término de lactancia.

Los resultados del CCS obtenidos durante el periodo de estudio se exponen en el cuadro 13.

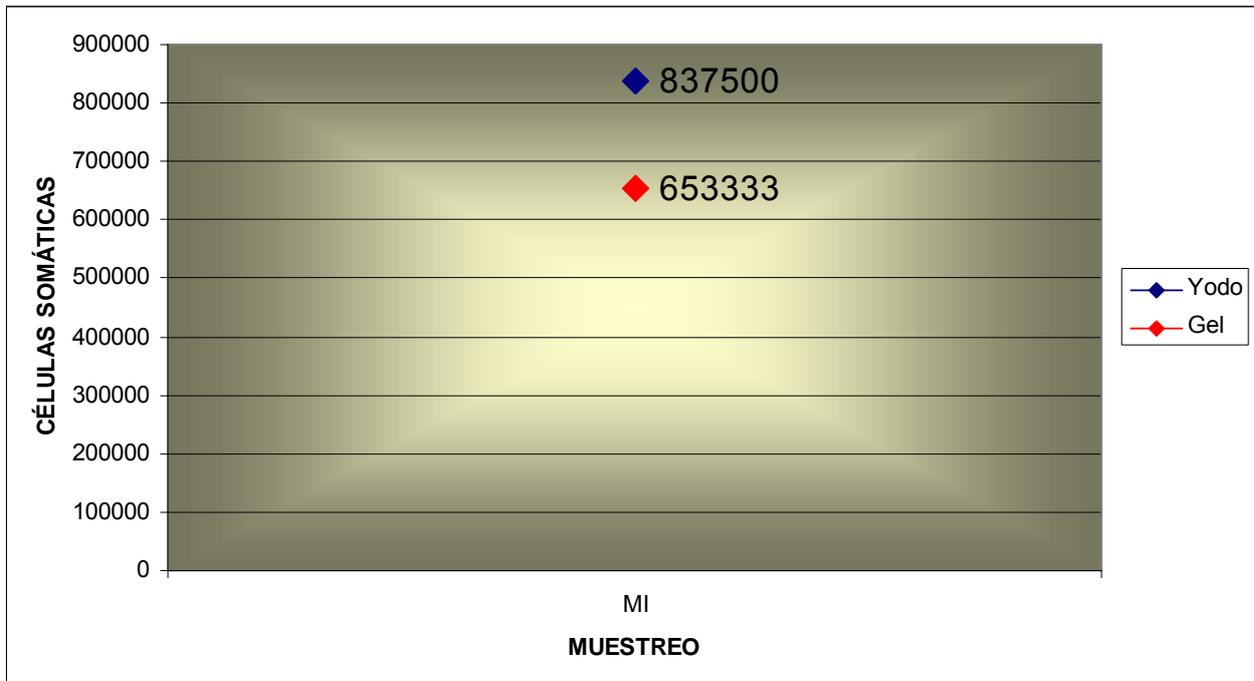
Cuadro 13. Resultado de Wisconsin (CCS) de los grupos en estudio.

N° Vaca	MI	M1	M2	M3	M4
Grupo 1 Sellador: Gel					
40	990000	730000	675000	620000	620000
47	515000	465000	420000	340000	420000
53	465000	465000	465000	380000	380000
56	380000	380000	340000	340000	340000
67	515000	300000	340000	260000	380000
73	1055000	565000	465000	340000	340000
Grupo 2 Sellador: Yodo					
38	1130000	730000	1280000	1200000	855000
43	1200000	1440000	1700000	0 ^a	0 ^a
50	1200000	620000	620000	1400000	730000
55	465000	260000	465000	380000	420000
72	565000	420000	620000	300000	300000
75	465000	620000	515000	515000	565000

^a: Término de lactancia.

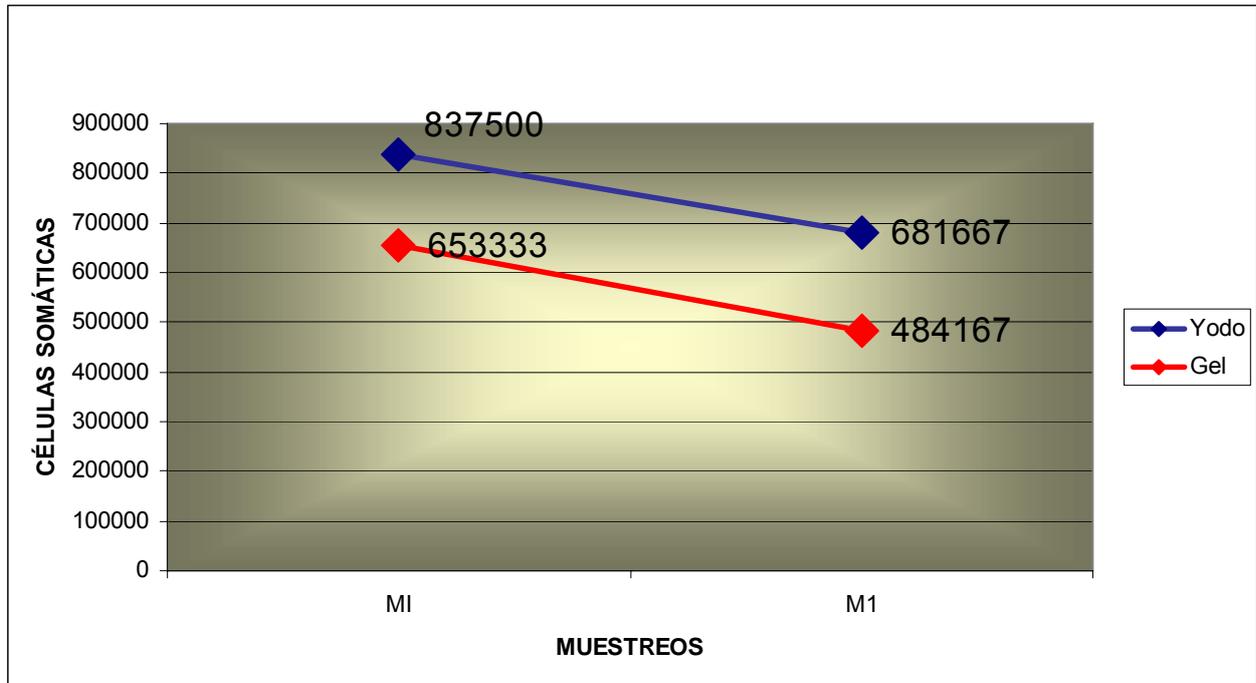
En el MI se encontraron CCS elevados en ambos grupos (gráfica 1), comparados con los hatos que tienen buenos controles de sanidad para evitar la mastitis, en donde existen valores menores de 100,000 células somáticas por mililitro (CS/ml) (Eberhart *et al.*, 1990). En Estados Unidos de Norteamérica, los valores máximos permitidos son 200,000 CS/ml, para considerarla una leche de calidad (Ruegg, 2001) y para Holstein México el máximo permitido de 245,000 CS/ml. Aún así, y debido a las condiciones ambientales, sociales y económicas de nuestro medio, conteos de 400,000 CS/ml o menores, son considerados bastante comunes (Eberhart *et al.*, 1990; Wattiaux1, 2006).

Gráfica 1. Promedio de CCS en el muestreo inicial de referencia, por grupo.



El comportamiento de los dos grupos en el MI al muestreo M1 es muy similar al disminuir 200,000 CS aproximadamente (gráfica 2). Esto hace suponer que la presencia de personal externo observando la ordeña, ocasiona que el ordeñador se esmere en su tarea.

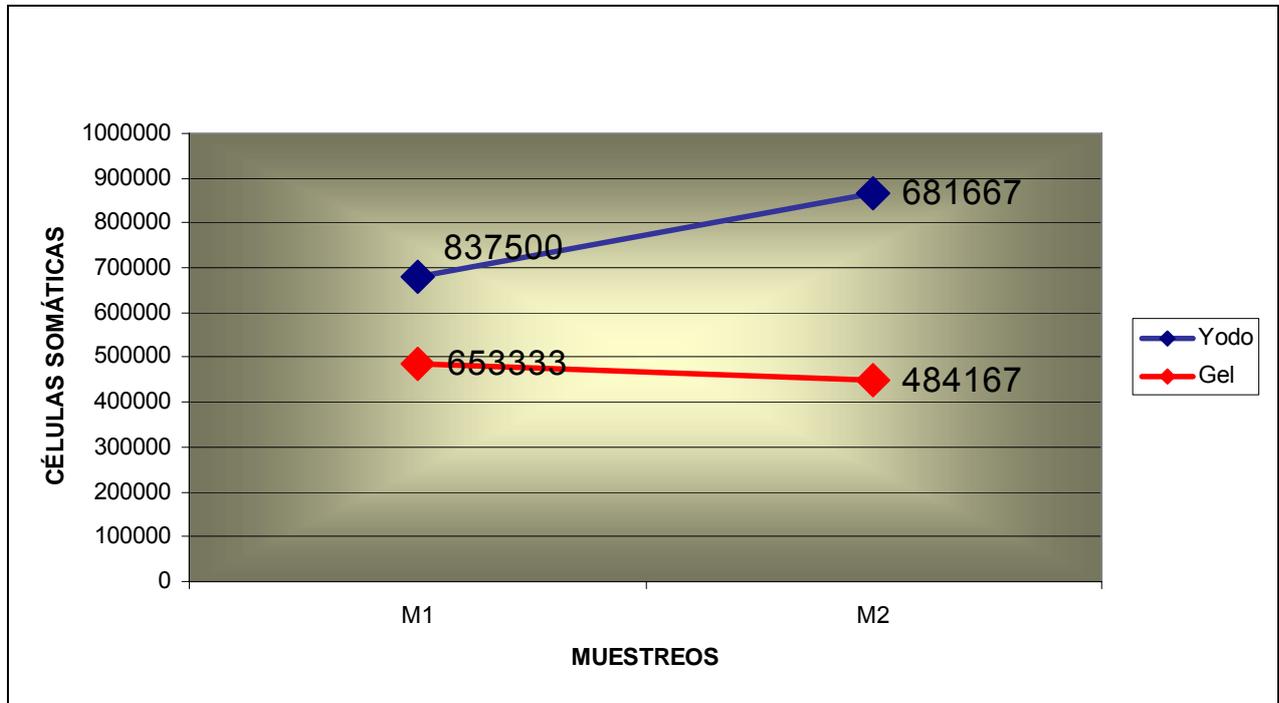
Gráfica 2. Comportamiento de los CCS entre el muestreo inicial al muestreo uno.



Para el M2 los promedios de los CCS fueron en aumento para el grupo dos. En el grupo 1 se observó una disminución de de 30,000 CS, mientras que para el grupo 2 se obtuvo un aumento de 180,000 CS (ver gráfica 3).

Esto puede deberse a que el Gel utilizado en el grupo uno, no solo cumple con la función de germicida, sino que por su consistencia semisólida se adhiere al pezón formando una película fina que puede estar funcionando también como sellador de barrera, limitando el contacto del pezón con desechos orgánicos y menor riesgo para mastitis (Hogan y Smith, 2006).

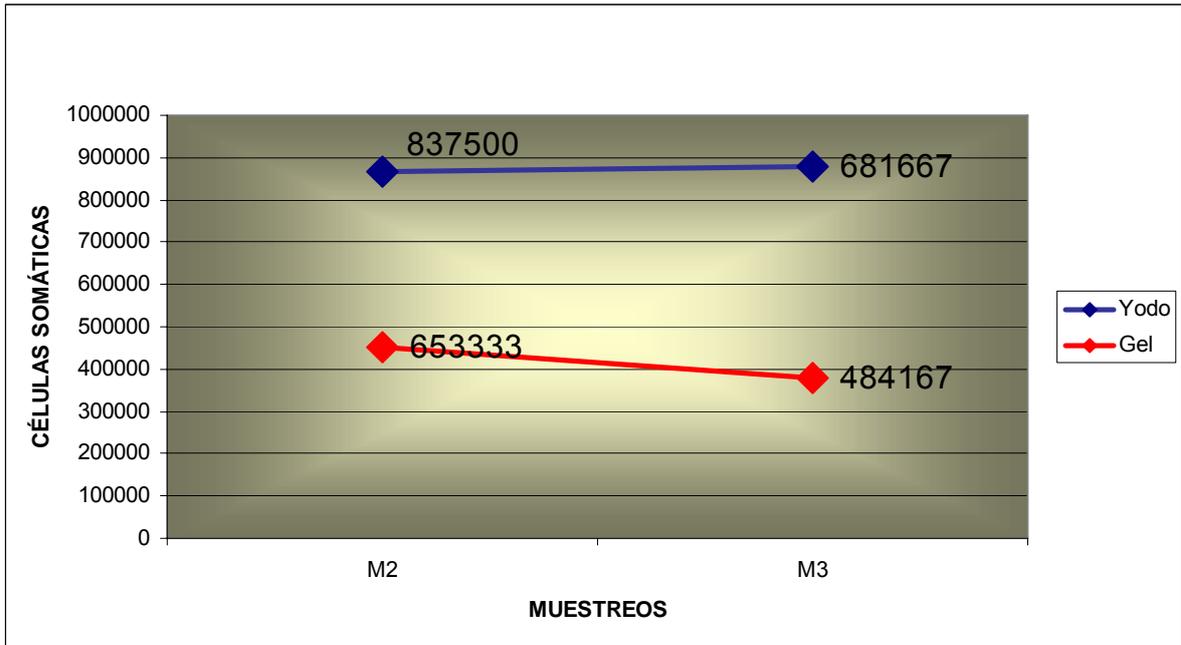
Gráfica 3. Comportamiento del CCS del primer al segundo muestreo.



Durante la toma de muestras del M3 el CCS del grupo dos continuó en aumento (10,000 CS), mientras en el grupo uno disminuyó en 50,000 CS (ver gráfica 4). Es importante señalar que en este periodo se presentaron lluvias atípicas en la zona y condiciones muy favorables para mastitis en el ganado (Philpot y Nickerson, 1992; Kirk, 2007).

Sin embargo, en el grupo 1 mantuvo sus CCS más bajos que el grupo 2, lo que puede deberse al efecto del sellador, ya que las soluciones electrolizadas superoxidadas han mostrado ser muy eficaces contra las bacterias comunes de campo relacionadas con la mastitis (Páez, 2006), además de permanecer en el pezón, lo que actúa como barrera, contra la entrada de patógenos a la ubre (Armenteros, 2007).

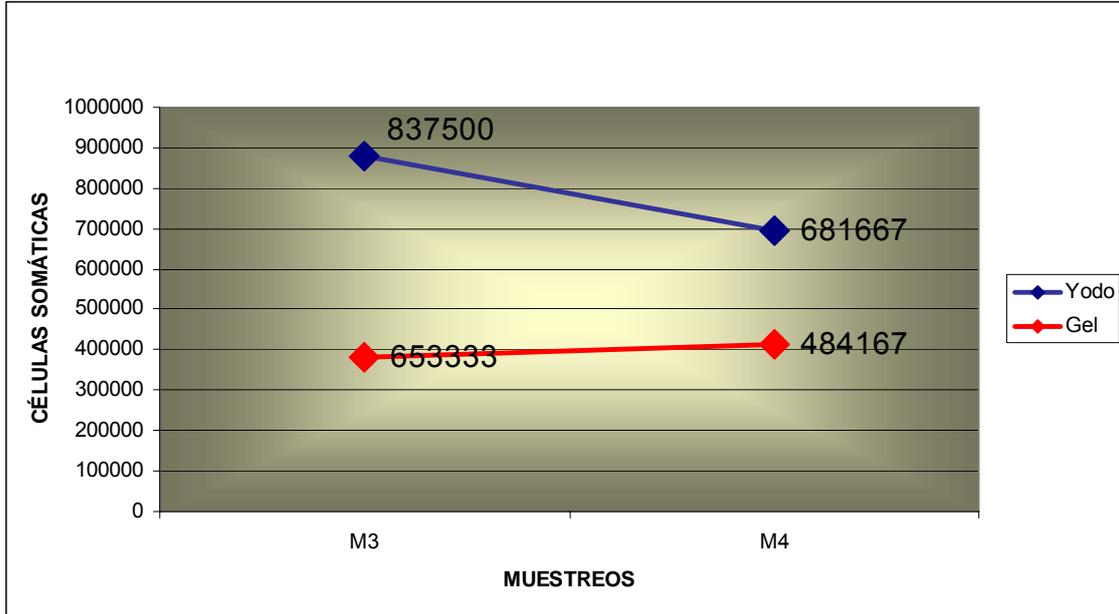
Gráfica 4. Comportamiento de los CCS del segundo al tercer muestreo.



En el M4, el grupo dos mostró una disminución de 180,000 CS/ml, mientras que en el grupo uno hubo un aumento de 20,000 CS/ml (gráfica 5). Este comportamiento es diferente a lo que se venía presentándose.

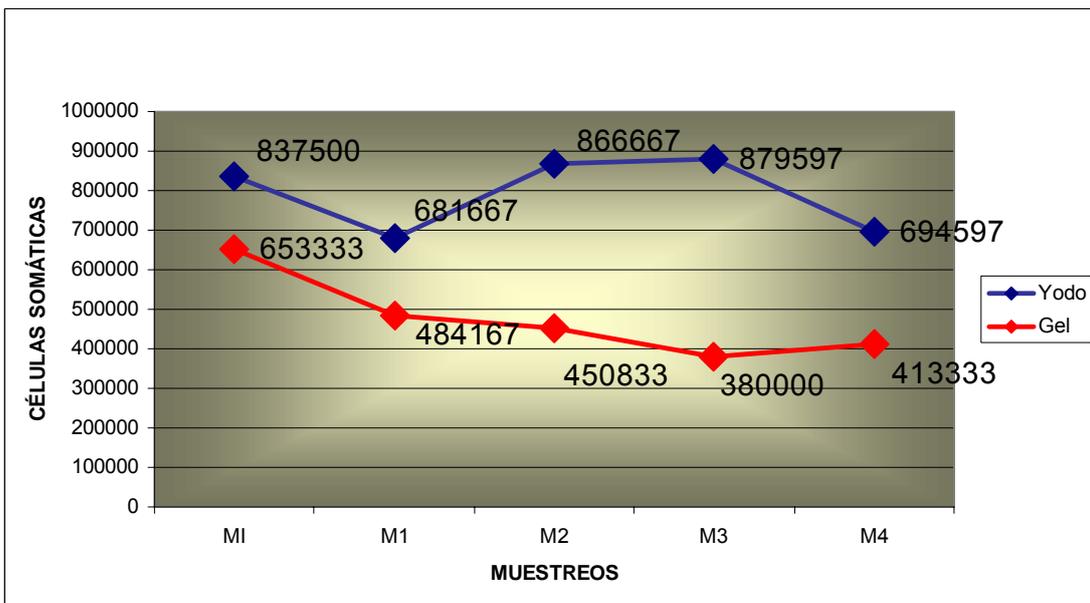
El aumento en el CCS para el grupo uno, puede atribuirse a que dos animales de este grupo llegaron a término de su lactancia, periodo en el que se considera normal el incremento del CCS (Acebo, 2007). Durante este periodo, cabe hacer mención al hecho de que no existieron variaciones en el clima para este periodo.

Gráfica 5. Comportamiento de los CCS del tercer al cuatro muestreo.



En la siguiente gráfica, se presentan los resultados de todos los muestreos realizados durante el periodo de estudio en ambos grupos.

Gráfica 6. Resultados de los muestreos realizados en ambos grupos durante el periodo de estudio.



CONCLUSIONES

El sellador a base de yodo mostró menos eficacia en relación con la solución electrolizada de superoxidación con pH neutro en fase semisólida (gel), se observó que a medida que se prolongó su uso, disminuye su eficacia en el control de la enfermedad, esto en relación con el gel.

Las soluciones electrolizadas de pH neutro, representan un avance en los aspectos de desinfección y antisepsia, ya que su mecanismo de acción está relacionado con el proceso de oxidación de los grupos sulfidrilos y disulfuros, afectando el metabolismo de virus, bacterias y hongos, ya que alteran los procesos de respiración y de nutrición.

El sellador en fase semisólida (gel), es un compuesto que no es irritante, ni tóxico y biodegradable, lo que representa una ventaja importante, frente al reto de obtener leche de calidad y la protección del medio ambiente.

La solución electrolizada de súper oxidación con pH neutro en fase semisólida (gel) resulta ser un producto sin complicaciones para su manejo y fácil de utilizar durante el proceso de ordeña, ya que no requiere de aplicación especial.

Hasta el momento son pocos los estudios realizados al respecto y no se conoce alguna contraindicación sanitaria, por lo que como alternativa, es importante realizar otros estudios para demostrar su seguridad y eficacia, sobre todo en condiciones más adversas en los diferentes sistemas de producción, que favorecen la presencia de mastitis y el aumento del CCS en el ganado lechero.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Acebo, V. M. 2007. "Mastitis: afecta la producción y calidad de la leche". [en línea]. Ecuador. <http://www.intervet.com.ec> [Consulta: 14 de abril, 2007].
- Aguado, S. J. A. 1996. Mejore sus utilidades, disminuyendo el conteo bacteriano de la leche. 12ª Conferencia Internacional sobre Ganado Bovino. CIGAL. México D. F. Pp. 47-68.
- Armenteros, A. M. 2007. "Prevención de la mastitis bovina: la desinfección de los pezones post-ordeño" [en línea]. Monografías.com Categoría: Agricultura y Ganadería. <http://www.monografias.com/trabajos36/prevencion-mastitis/prevencion-mastitis.shtml> [Consulta: 23 junio, 2007].
- Ávila, T. S. y Romero, L. 2006. "Anatomía y fisiología de la glándula mamaria". [en línea]. Producción de ganado lechero. Capítulo 6. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. <http://www.fmvz.unam.mx/bibliovir/BvS1Lb/BvS1Pdf/Avila/cap6.pdf> [Consulta: 1 septiembre, 2006].
- Báez, G. J. J. 2001. Estudio epidemiológico de mastitis subclínica bovina en el sector II de Téjaro, Michoacán. (Tesis de licenciatura). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Morelia Michoacán, México.
- Blood, D. C. y Radostits, O. M. 1992. Medicina Veterinaria. (7ª ed). Vol. I. Ed. McGraw-Hill/Interamericana. Madrid, España. Pp. 539-593.
- Blood, D. C. y Studdert, V. P. 1994. Diccionario de Veterinaria. Vol. II. Ed. McGraw-Hill Interamericana. México, D. F. Pp. 660, 667 y 1101.
- Bray, D. y Broaddus, B. 2006. How to Reduce Mastitis and Somatic Cell Counts in Your Dairy Herd. Proceedings 3rd Florida & Georgia Dairy Road Show.
- Ceba. 1998. "Mastitis o mamitis". [en línea]. Bogotá, Colombia. http://www.ceba.com.co/vicarmamitis_o_mastitis.htm [Consulta: 20 septiembre, 2006].
- Cunningham, J. G. 1999. Fisiología Veterinaria. (2ª ed). Ed. McGraw-Hill/Interamericana. México, D. F. Pp. 542-560.
- Davis, S. Ch. 2002. Statistical Methods for the Análisis Repeated. Meseasurement. Springer Text in Statistics
- DeLaval¹. 2005. "La glándula mamaria". [en línea]. www.delaval.com.mx/Dairy_Knowledge/EfficientMilking/La_gl%C3%A1ndula_mamaria.htm [Consulta: 1 septiembre, 2006].
- DeLaval². 2005. "La vaca lechera". [en línea]. http://www.delaval.com.co/Dairy_Knowledge/EfficientMilking/La_vaca_lechera.htm [Consulta: 23 mayo, 2007].
- De la Vega, A. C. 2000. "Leche de calidad higiénica sanitaria adecuada". [en línea]. Departamento de producción animal. Facultad de Agronomía y Zootecnia. UNT. Revista Agrovisión. E- campo.com <http://www.e-campo.com/media/news/nl/lechtambo18.htm> [Consulta: 20 septiembre, 2006].

- Dyce, M. K., Sack, O. W. y Wensing, G. C. J. 1996. *Anatomía Veterinaria*. (2ª ed). Ed. McGraw-Hill/Interamericana. México, D. F. Pp. 801-817.
- Eberhart, R. J; Harmon, R. J; Jasper, D. A; Natzke R. P y Nickerson, S. C. 1990. Conceptos actuales de mastitis bovina. Hill Farm Research Station. Consejo Nacional de Mastitis. (3ª ed). Arlington, V. A. Pp 8-12, 39-44.
- Editorial Océano. 2000. *El manual Merck de veterinaria*. (5ª ed). Barcelona, España. Pp.1132-1139.
- Enciclopedia de los municipios de México. 2005. "*Estado de Michoacán*". [en línea]. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de Michoacán. <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/michoacan/index.html> [Consulta: 28 de marzo de 2007].
- Fernández, J. A. 1997. Calidad y eficiencia en la producción de leche. Departamento técnico Virbac. Aguascalientes, México. Tema V. Pp 13- 26.
- García, A. 2004. "*Mastitis contagiosa vs ambiental*". [en línea]. Cooperative Extension Service (SDSU). Extension Extra. College of Agriculture & Biological Sciences. South Dakota State University. USA. <http://dairysci.sdstate.edu/departmentinfo/publications/publications.cfm> [Consulta: 20 septiembre, 2006].
- Hogan, J. S. y Smith, K. L. 2006. "*Aspectos prácticos del uso de selladores*". [en línea]. Centro de investigación y desarrollo de agricultura de Ohio. Universidad Estatal de Ohio, Wooster, Ohio. U. S. A. <http://www.e-campo.com/?event=news.display&id=C6DEAC95-1027-1FA7A9F4C61DE8699758&> [Consulta: 20 septiembre 2006].
- Holstein México. 2007. "*Rancho los pinos*". Rev. Holstein México Vol. 38(5):10-12.
- Krahmer, R. y Schröder, L. 1979. *Anatomía de los animales domésticos*. (2ª ed). Ed. Acribia. Madrid, España. Pp. 246-248.
- Keating, P. F. y Gaona, H. 1992. *Introducción a la lactología*. Ed. Limusa. México, D. F. Pp. 15-43.
- Kira, J. H. 2007. "*Principios y bases para la prevención de la mastitis*". [en línea]. Veterinary medical teaching and research center, titulaire. University of California – Davis. CA, USA. <http://www.vetmed.ucdavis.edu/vetext/INF-DA/Principios.pdf> [Consulta: 28 de marzo de 2007].
- Loor, J. J., Jones, G. M. y Bailey, T. L. 2006. "*Aspectos prácticos sobre el desarrollo de la mastitis*". [en línea]. <http://www.a-campo.com.ar/espanol/bovinos/bovinos13.htm> [Consulta: 20 septiembre, 2006].
- Magariños, H. 2000. *Producción higiénica de leche cruda*. [en línea]. Producción y servicios incorporados. Guatemala. http://www.science.oas.org/OEA_GTZ/LIBROS/LA_LECHE/leche.htm [Consulta: 1 septiembre, 2006].
- Páez, E. D. 2006. *Avances en lo procesos de bioseguridad con las soluciones de superoxidación*. Memorias 30 Congreso de Buiatría 2006. Farmacología aplicada. Zoolubac de laboratorios Esteripharma.
- Philpot, W. N. y Nickerson S. C. 1992. Mastitis: El contra ataque. Publicado por Surge Internacional. Naperville, IL. U.S.A.
- Rice, D. N. 1997. "*Using the califonia mastitis test CTM to detect subclínical mastitis*". [en línea]. <http://www.unl.edu/pubs/dairy/g556> [Consulta: 10 noviembre 2006].

- Ruegg, L. P. 2001. "Secreción de la leche y estándares de calidad". [en línea]. Universidad de Wisconsin, Madison, USA. http://www.uwex.edu/milkquality/PDF/sp_milk%20secretion.pdf [Consulta: 1 septiembre, 2006].
- Ruegg, L. P. 2003. "El papel de la higiene en el ordeño eficiente". [en línea]. Ordeño y calidad de leche N°406. Novedades lácteas. Instituto Babcock University of Wisconsin. http://www.uwex.edu/milkquality/Spanish_Resources/index.htm [Consulta: 20 septiembre, 2006].
- Sisson, S. y Grossman, J. D. 1982 Anatomía de los animales domésticos (5ª ed). Ed. Masson. Barcelona, España. Pp. 1053-1056.
- Taverna, M. A. 2001. "La calidad de la leche como factor de competitividad". [en línea]. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA. Rafaela, Santa Fe. Argentina. <http://www.infotambo.com.ar/indextecnologia.php3?cen=calicompeti.htm&sind=1> [Consulta: 20 septiembre, 2006].
- Trigo, T. F. J. 1998. Patología sistémica veterinaria. (3ª ed). Ed. McGraw-Hill/ Interamericana. México, D. F. Pp. 192-195.
- Thrusfield, M. 1990. Epidemiología veterinaria. Ed. Acriba. Zaragoza, España. Pp. 61-62.
- Wattiaux¹, M. A. 2006. "Secreción de leche por la ubre de una vaca lechera". [en línea] Instituto Babcock para la investigación y desarrollo internacional de la industria lechera. Universidad de Wisconsin- Madison. <http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de/20.es.pdf> [Consulta: 1 septiembre, 2006].
- Wattiaux², M. A. 2006. "Mastitis: prevención y detección". [en línea] Instituto Babcock para la investigación y desarrollo internacional de la industria lechera. Universidad de Wisconsin-Madison. <http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de/24.es.pdf> [Consulta: 1 septiembre, 2006].