

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**DISMINUCIÓN DE LA INCIDENCIA DE MASTITIS EN  
GANADO VACUNO CON LA APLICACIÓN DE UN  
SELLADOR DE BARRERA**

**POR**

**JESUS ARTURO CARO GARCIA**

**TESIS**

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

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**Torreón, Coahuila, México**

**Junio del 2011**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**DISMINUCIÓN DE LA INCIDENCIA DE MASTITIS EN  
GANADO VACUNO CON LA APLICACIÓN DE UN  
SELLADOR DE BARRERA**

**TESIS POR:**

**JESUS ARTURO CARO GARCIA**

**ASESOR PRINCIPAL**

---

**M.V.Z. RODRIGO I. SIMON ALONSO**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA**

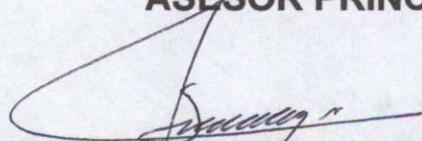
**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**DISMINUCIÓN DE LA INCIDENCIA DE MASTITIS EN  
GANADO VACUNO CON LA APLICACIÓN DE UN  
SELLADOR DE BARRERA**

**TESIS POR:**

**JESUS ARTURO CARO GARCIA**

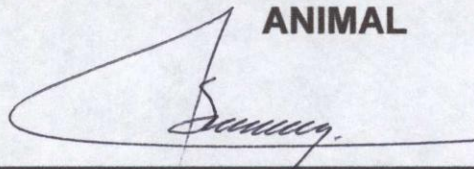
**ASESOR PRINCIPAL**



---

**M.V.Z. RODRIGO I. SIMON ALONSO**

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA  
ANIMAL**



---

**M.V.Z. RODRIGO I. SIMON ALONSO**



Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

**Torreón, Coahuila, México**

**Junio del 2011**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**Presidente del jurado**



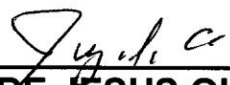
**M.V.Z. RODRIGO I. SIMON ALONSO**

**Vocal**



**IZ. JORGE H. BORUNDA RAMOS**

**Vocal**



**M.C. JOSE DE JESUS QUEZADA AGUIRRE**

**Vocal Suplente**



**M.V.Z. CARLOS RAUL RASCON DIAZ**

**Torreón, Coahuila, México**

**Junio del 2011**

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres

Hortensia García Martínez y Arturo Caro Hernández 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 mi asesor

Rodrigo I. Simón Alonso 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 mis profesores

Por regalarme el tiempo para enseñarme en el aula de clases una parte fundamental de los conocimientos 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 mi Alma Terra Mater

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

## **DEDICATORIA**

### **A DIOS**

Por que al estar lejos de mis seres queridos siempre me dieron esa paz interior y me iluminaron para seguir adelante en mis estudios y en mi vida cotidiana. Por darme la dicha de estar en una familia tan linda como la que tengo. Además de que siempre que los he necesitado han estado a mi lado de manera espiritual.

### **A MIS PADRES**

Por el inmenso amor, cariño y comprensión que me han dado a lo largo de estos años y por haber confiado en mí. También por la gran labor y esfuerzo que han hecho para educarnos, a mí y a mi hermanas, además por guiarnos por el camino de la honestidad y el respeto hacia los demás. A ustedes que nunca han escatimado esfuerzos para ayudarnos a cumplir nuestros más anhelados sueños. Que dios los bendiga y guarde para siempre y sepan que los amo profundamente.

### **A MIS AMIGOS**

A todos aquellos con los que conviví durante toda la carrera, gracias por todo y nunca los olvidare. Y a todas aquellas personas que me ayudaron cuando llegue aquí a torreón, ya que fue una etapa muy dura para mí, y gracias a ellas me quede en la escuela.

Gracias a todos por confiar en mí.

## INDICE

I.INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVO	4
III. JUSTIFICACION	5
IV. REVISION DE LITERATURA	6
1. Anatomía y fisiología de la glándula mamaria bovina	6
2. Características de la leche de vaca fresca	15
3. Pruebas para determinar la calidad de la leche de vaca	18
4. Definición de mastitis	20
5. Líneas de defensa de la ubre	21
6. Clasificación de la mastitis	22
7. Pruebas diagnosticas de mastitis	24
8. Bacterias causantes de mastitis	32
9. Prevención de mastitis	34
10. Tipos de selladores	36
V. MATERIALES Y METODOS	39
1. Ubicación del proyecto	39
2. Diseño del estudio	40
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
VII. CONCLUSIONES	47
VIII. BIBLIOGRAFIA	48

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema de soporte de la glándula mamaria	8
Figura 2. Unidad funcional de secreción de leche	9
Figura 3. Irrigación sanguínea de la ubre de la vaca	13
Figura 4. Sistema linfático de la ubre de una vaca	14
Figura 5. Procedencia de los diferentes componentes de la leche de vaca	17

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición de leche de vaca de acuerdo a la especie	18
Cuadro 2. Células somáticas encontradas en leche de bovino	19
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	23
Cuadro 4. Relación entre CCS en tanque, porcentaje de cuartos infectados y disminución de la producción láctea	25
Cuadro 5. Interpretación de resultados de prueba de California	27
Cuadro 6. Tabla para la interpretación de la prueba de Wisconsin	30
Cuadro 7. Porcentaje deseable de animales que debe de contener cada grupo	31
Cuadro 8. Infección, medios de difusión y medidas de control de la mastitis	33
Cuadro 9. Principios de prevención de la mastitis y su impacto en el hato	35
Cuadro 10. Características de las diferentes sustancias empleadas en los selladores	37

## INDICE DE GRAFICAS.

Grafica 1. Conteo de células somáticas en tanque numero 1	43
Grafica 2. Conteo de células somáticas en tanque numero 2	44
Grafica 3. Numero de vacas que se les dio tratamiento por mastitis	45
Grafica 4. Numero de vacas que presentaron síntomas de mastitis durante la ordeña	45
Grafica 5. Numero de vacas que presentaron síntomas de mastitis correspondientes al corral numero 8	46
Grafica 6. Numero de vacas que presentaron síntomas de mastitis correspondientes al corral numero 12	46



## RESUMEN

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. 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.

Las mastitis consiste básicamente en la inflamación total o parcial de la ubre, aunque algunos autores lo definan como una enfermedad infecto contagiosa, que se presentan por una combinación de elementos relacionados con el microorganismo patógeno, el medio ambiente y el animal susceptible.

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.

Se clasifica en: primaria cuando es causada por bacterias que infectan la ubre; y secundaria, cuando se presenta en el transcurso de otra enfermedad (oportunista).

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.

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. Es sutil y más difícil de corregir. La vaca parece saludable y la ubre no presenta ningún signo de inflamación.

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.*

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.

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.

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.

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 ácido láctico, el cual ayuda a disolver la hiperqueratosis formada en el esfínter del pezón y exfoliar la piel muerta que puede albergar bacterias.

**PALABRAS CLAVE:** Mastitis, sellador de barrera, ubre, ordeña, leche.

## I. INTRODUCCION

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 (oportunista). 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 que se encuentra actualmente en el mercado compuesto a base de dióxido de cloro, 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.

## **I. OBJETIVO.**

Demostrar la disminución en la incidencia de casos de mastitis en condiciones de alta humedad mediante el uso de un sellador de barrera después del ordeño, basando la investigación en factores estadísticos.

Demostrar que mediante una buena rutina de ordeño se puede disminuir la incidencia de casos de mastitis.

Identificar las distintas etapas del ordeño y determinar las diferentes fallas que se presentan durante el proceso.

## **II. JUSTIFICACION.**

La justificación está basada en el hecho de abordar un el estudio de un tema de interés sustantivo para la Medicina Veterinaria dedicada a la producción de ganado lechero.

Es de importancia conocer los padecimientos del ganado bovino, los cuales pueden afectar la producción lechera, así como las repercusiones en los aspectos médicos y económicos que representan pero de igual forma establecer las medidas preventivas necesarias para evitar la incidencia de estos padecimientos.

### **III. REVISION DE LITERATURA**

#### **1. 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 está 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; Wattiaux, 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 amplía 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.

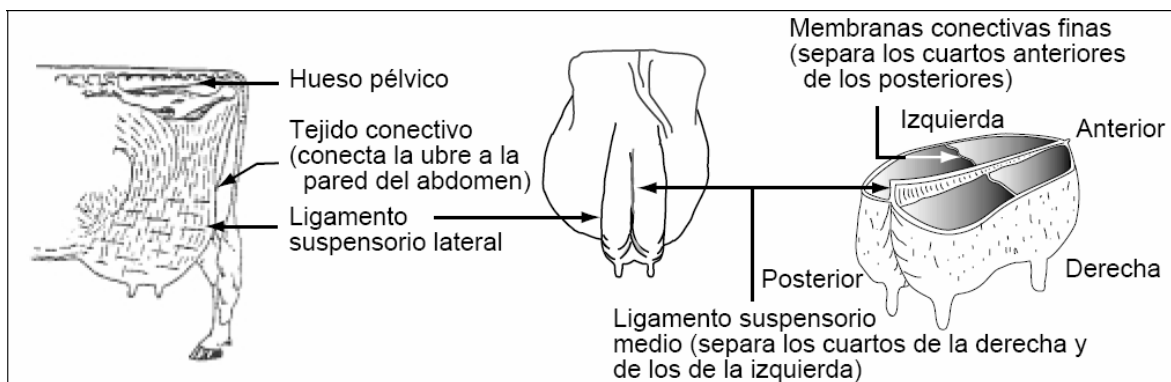
El conducto galactóforo está recubierto en la salida por un epitelio escamoso estratificado, que cambia abruptamente en el interior a un tipo cuboidal de dos capas y continua en el seno galactóforo. La pared del pezón está compuesta de cinco distintas capas, que de fuera adentro son: piel, capa fibrosa 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; Wattiaux, 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; Wattiaux, 2006).

**Figura 1. Sistema de soporte de la glándula mamaria.**



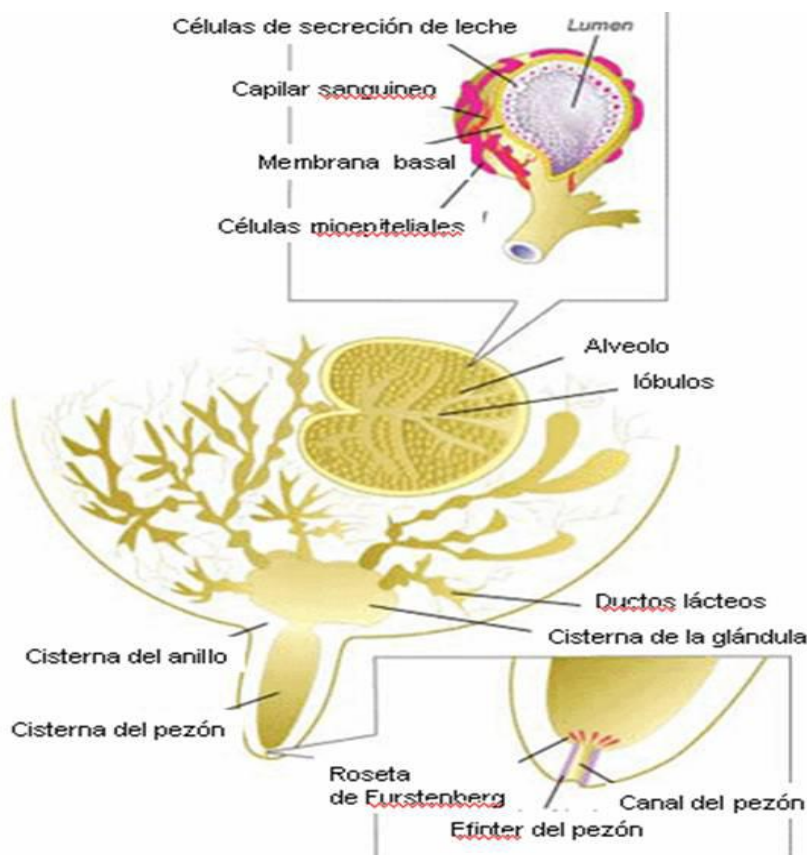
Fuente: Wattiaux, 2006.

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: DeLaval, 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 oxitócica en sus terminaciones nerviosas. Otros estímulos sensoriales que promueven la liberación de la oxitócica 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 oxitócica.

La liberación de oxitócica 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 oxitócica 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 (Wattiaux, 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 Füssenberg, al desarrollarse en exceso puede llagar a taparse y provocar dificultad al momento de la ordeña.

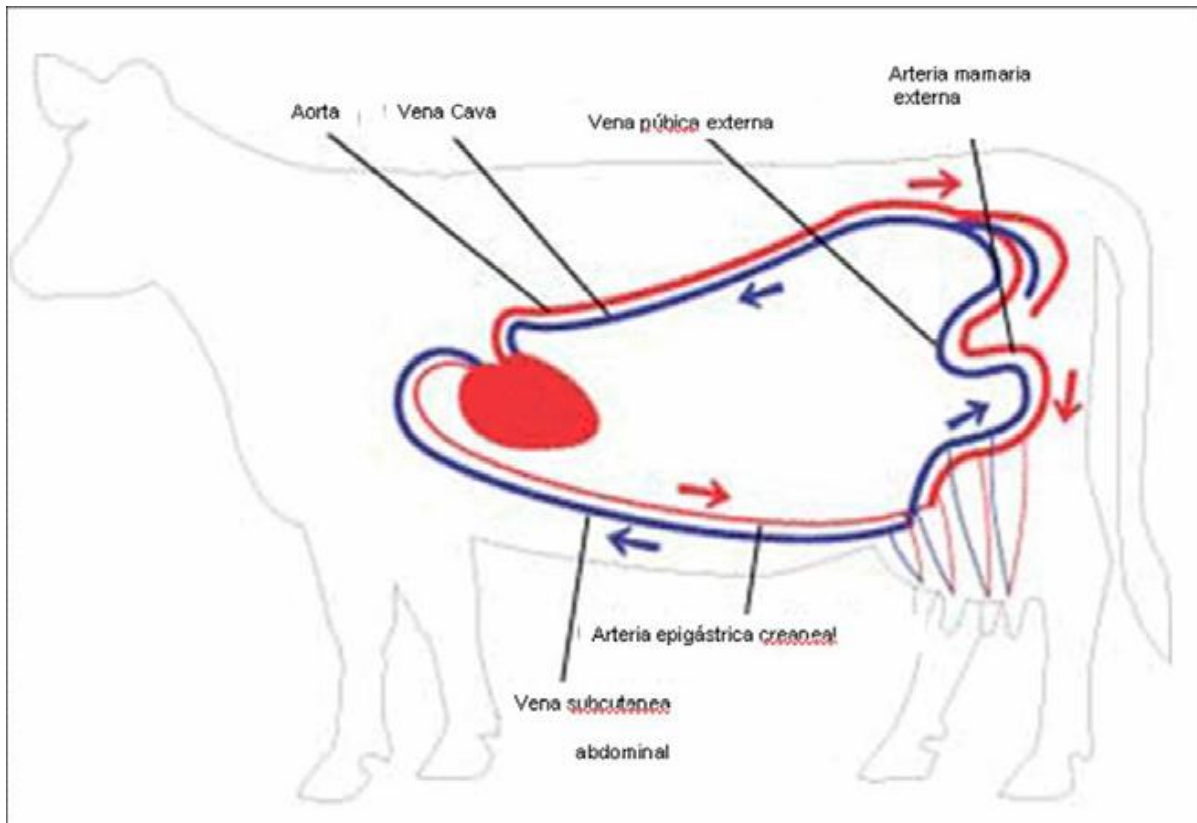
La descamación del epitelio produce un material graso que puede ocluir el conducto papilar; tiene un efecto bactericida y ayuda a evitar infecciones procedentes del exterior. El conducto papilar se mantiene normalmente cerrado

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.**



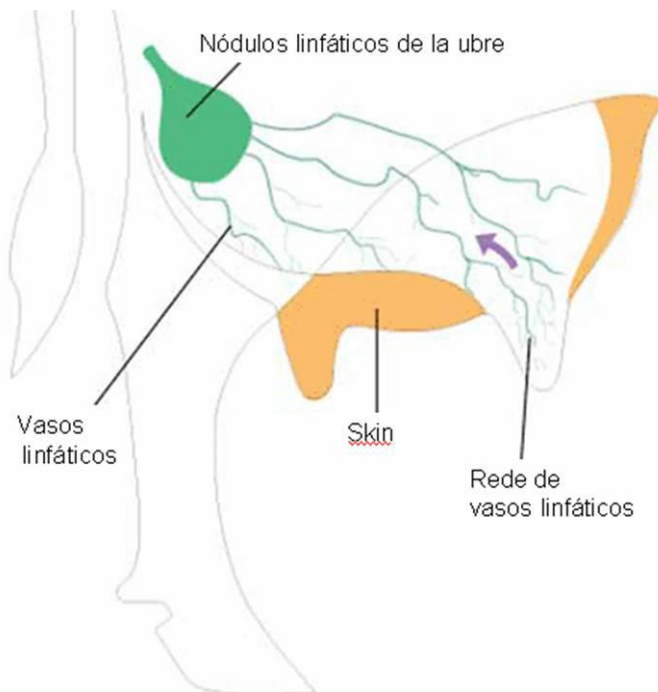
Fuente: DeLaval, 2005.

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: DeLaval, 2005.



## **2. Características de la leche de vaca fresca.**

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 (DeLaval, 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.

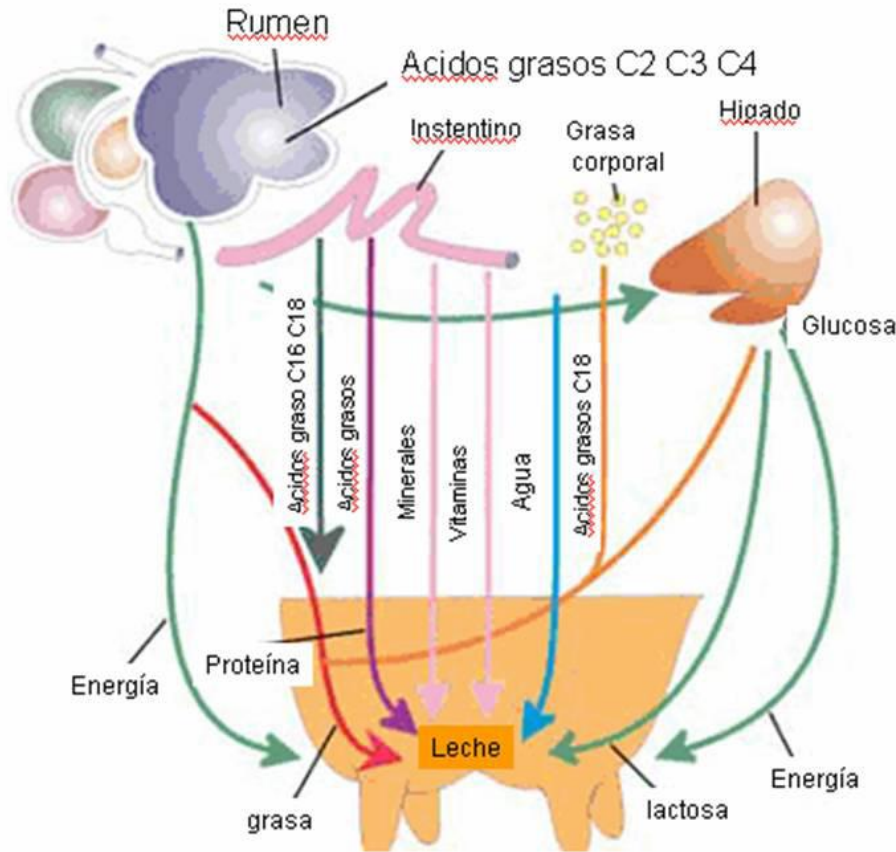
Las proteínas de la leche están conformadas por tres grupos: caseína en un 3%, lactoalbúmina en un 0.5% y la lactoglobulina en un 0.05%, donde se encuentran presentes más de veinte aminoácidos, incluyendo todos los esenciales. La caseína a su vez está compuesta por tres tipos de caseína: la k-caseína,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

La lactosa es 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 gliceroles 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  $\beta$  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) (DeLaval, 2005).

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



Fuente: DeLaval, 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) (DeLaval, 2005).

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

<b>Raza</b>	<b>Sólidos totales (%)</b>	<b>Grasa (%)</b>	<b>Caseína (%)</b>	<b>Proteína (%)</b>	<b>Lactosa (%)</b>	<b>Cenizas (%)</b>
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: DeLaval, 2005.

### **3. Pruebas para determinar la calidad de la leche de vaca.**

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.**

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

Fuente: Ruegg, 2001.

#### **4. Definición de mastitis.**

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.

## 5. Líneas 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; Wattiaux<sup>1</sup>, 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 Wattiaux, 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 (Wattiaux, 2006).

## **6. Clasificación de la mastitis.**

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 (Wattiaux, 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) (Wattiaux, 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.**

<b>CCS</b>	<b>Cuartos Infectados (%)</b>	<b>Perdida de produccion (%)</b>	<b>Mastitits subclinica</b>
< 200,000	6	0 - 5	Cerca de cero
200,000 - 500,000	16	6 -9	Unos pocos de casos
500,000 - 1,000,000	32	10 - 18	Diseminada
> 1,000,000	48	19 -29	Epidemica

Fuente: Wattiaux, 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.

## **7. Pruebas diagnosticas de mastitis.**

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* (Wattiaux, 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.**

<b>Conteo celulas somaticas en tanque</b>	<b>Cuartos Infectados (%)</b>	<b>Perdida de produccion (%)</b>
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 está 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.**

<b>Simbolo</b>	<b>Significado</b>	<b>Descripcion de la reaccion e interpretacion</b>	<b>CCS</b>
0	Negativo	La mezcla permanece liquida sin evidencia de formacon 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	Se forma un claro precipitado pero sin tendencia de formacion de gel, con balanceo continuo desaparece.	400,000 - 1,500,000 40 - 60% PMN
2	Claramente positiva	La mezcla es 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		Se forma un gel que provoca que la superficie de la mezcla sea convexa, por lo comun hay un area 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 produccion de leche en el cuarto	
+	Leche alcalina	Se distingue contrastado con un color purpura mas oscuro, una reaccion alcalina refleja actividad secretora deficiente que ocurre como resultado ya sea de inflamacion o por el secado de la glandula .	
-	Leche acida	El purpura de bromocresol se torna de un color amarillo cuando el pH esta en 5.5 este simbolo se agrega cuando la mezcla se torna amarilla, la leche acida en la ubre es muy rara, su precencia indica fermentacion 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 resultado 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.**

<b>Wisconsin (ml)</b>	<b>CCS</b>	<b>Perdida de producción (%)</b>
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	19 - 24
21	990,000	
22	1,055,000	
23	1,130,000	
24	1,200,000	
25	1,280,000	
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.**

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

Fuente: Fernández, 1997.

Otra forma indirecta de medir la presencia de 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, 2006).

#### **8. Bacterias causantes de mastitis.**

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 más 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
<b>Organismos contagiosos</b>			
<i>Streptococcus agalactiae</i>	Ubres infectadas de otras vacas	Entre vacas. Elementos de ordeña contaminados	Secar los pezones con toallas individuales; sellado de 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 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; limpiar unidades de ordeño; sellado de pezones ("Dipping"); eliminación de animales infectados.

<b>Organismos ambientales</b>			
Streptococcus non-agalactiae	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 las pezoneras; limpiar 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; clima 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 las pezoneras; limpiar el pesebre con frecuencia.
Otros Staphylococcus	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; limpiar con frecuencia el pesebre.

Fuente: Modificado de García, 2004.

## **9. Prevención de mastitis.**

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.**

<b>PRINCIPIO</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>IMPACTO</b>
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 subidas de pezoneras, disminuir duración de ordeño.
2	Prevenir 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	Cria de vaquillas de reemplazo libres de mastitis.	Permite eliminar vacas por producción, reduce la prevalencia de mastitis en el hato.
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 mastitis.	Conocimiento en las tareas a realizar, compartir responsabilidades mejora en la confianza individual.

Fuente: Modificado de Kirk, 2007.

### **10. Tipos de selladores.**

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.**

<b>FORMULACION</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Iodoforados	Bactericida quimico, amplio espectro.	No toxico	Irritante, baja solubilidad en agua, olor fuerte y muy irritante en solucion alcoholica.
Amonios cuaternarios	Germicidas, mecanismo de accion: desnaturalizacion de las proteinas de la pared celular, inhibicion de la actividad enzimatica y afecta la permeabilidad de la membrana.	Relativamente no toxico, no corrosivos, degradacion rapida en el ambiente, buena actividad en presencia de materia organica.	Eritema en piel, deshidratacion intensa, perdida de epitelio y dolor.
Clorhexidina	Germicida, amplio espectro (gram positivas, negativas y otros microorganismos), adsorbido por la superficie de la celula bacteriana.	Toxicidad baja, actua en presencia de materia organica.	Irritacion de la piel del pezon.
Hipoclorito de sodio	Agente oxidante fuerte y reactivo con las proteinas.	Baja toxicidad, muy eficaz y bajo costo.	Irritacion del pezon, cuarteaduras de las manos de ordeñadores, mal olor inactividad por materia organica.
Acido sulfonico bencenico lineal (LDBSA)	Antimicrobiano eficaz en contra de gram positivos y levaduras, desnaturaliza proteinas, inactiva enzimas esenciales, rompe membrana celular alterando la permeabilidad bacteriana.	Toxicidad baja, efecto residual despues de la inmercion, tolerancia a la materia organica.	Baja efectividad frente a bacterias gram negativas (coliformes) a pH de 3.5 - 4.0, incompatible con amonios cuaternarios.

Barreras físicas	Basados en latex y acrilicos usados como desinfectantes o como barrera física, usados para prevenir la mastitis por coliformes.	No irritantes y de baja toxicidad.	Incompatibilidad con algunos productos, los resultados de las pruebas no son contundentes.
Antiséptica de super 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 organismos.

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 ácido láctico, el cual ayuda a disolver la hiperqueratosis formada en el esfínter del pezón y exfoliar la piel muerta que puede albergar bacterias.

#### **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

##### **1. Ubicación del proyecto**

El proyecto se realizó en el municipio de San Pedro Coahuila, en el sistema de producción de bovinos lecheros "Urquizo" propiedad del Ing. Carlos Braña. Para realizar la prueba se contó con 1340 vacas en producción de la raza Holstein.

El experimento se realizó durante 17 días, monitoreando los casos de mastitis que se presentan diariamente en el hato.

## 2. Diseño del estudio

Se trabajó con 2 corrales uno de 105 y el otro de 117 vacas. Los corrales fueron asignados por el propietario ya que son los más húmedos y sucios, por lo que presentan el mayor número de casos de mastitis.

Estos corrales se denominaron corrales de prueba, al cual se le aplicó el sellador de barrera posordeño, mientras que al resto del hato, se le aplicó el sellador de barrera a base de yodo utilizado por el establo. Las soluciones con las que se trabajó fueron un sellador convencional al 1% de yoduro como ingrediente principal, así como un sellador de muestra a base de Dióxido de cloro. Este último con emolientes (15%), así como ácido láctico (.5%) que penetra en la piel muerta y ayuda con la exfoliación.

La rutina de ordeño que se siguió durante el experimento con ambos selladores de barra fue la siguiente:

- Presello.
- Despunte.
- Presello.
- Secado.
- Ordeño.
- Sellado.

Se practicaron tres ordeños diarios comenzando a las 6am, 2pm y 10pm teniendo una duración aproximada de 5 horas.

Entre los intervalos de ordeños se realizo un chequeo general de las maquinas de ordeño para descartar posibles afecciones debido a fallas en el equipo.

La detección de vacas con signos de mastitis se realizo durante la ordeña, al momento de extraer los primeros chorros de leche “Despunte”, las vacas presentan molestia al manipular la ubre, el o los cuartos afectados puede presentar calor, rubor, inflamación y dolor al tacto. Además de pueden presentarse en la leche de despunte grumos, estrías de sangre o presentar una coloración amarillenta.

Después de detectar una vaca mala se retira de la ordeña y se manda al corral de vacas con antibiótico el cual se ordeña al final, ya que la leche es separada para evitar contaminar los demás tanques.

Una vez ordeñada la vaca, se aplica el tratamiento indicado por el médico veterinario encargado del establo, el cual consta de un antibiótico intramuscular, antibiótico intramamario, antipirético y antiinflamatorio. Este tratamiento se aplica durante tres días y tres días de retiro de leche, en los cuales se sigue ordeñando en el corral de antibiótico.

Antes de regresar la vaca a su corral para continuar con sus ordeños en producción se realiza una prueba de california para confirmar que la vaca ya no presenta mastitis.

Los materiales que se utilizaron fueron vaso aplicador para sello, garrafones de 4L para preparar la dosis así como un vaso graduado para dosificar.

El sellador se preparo conforme a las indicaciones del fabricante, mezclando un litro de base y un litro de activador, preparando la mezcla antes de cada ordeño para obtener mayor eficiencia.

La dosis inicial fue de 12ml por vaca, pero debido a la viscosidad del producto la dosis se ajusto a 9ml por vaca, lo cual nos dio como resultado un consumo de 2L de sellador por 222 vacas.

## **V. RESULTADOS Y DISCUCION**

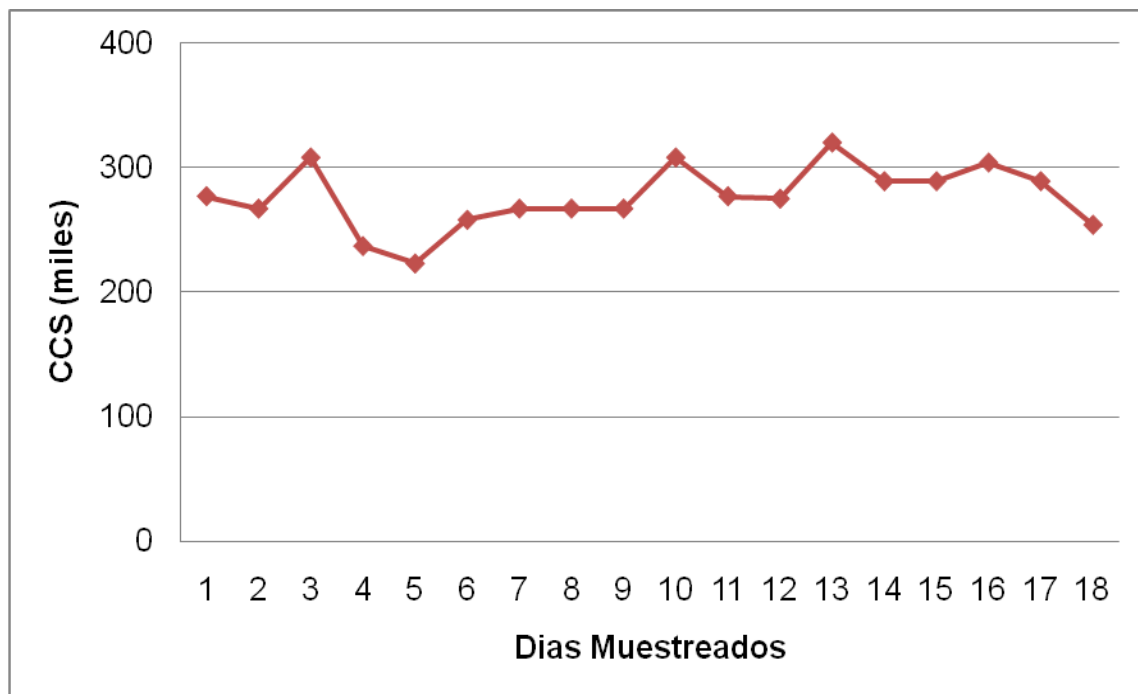
Durante el periodo de prueba se realizaron muestreos a los tanques de almacenamiento de leche, mediante el conteo de células somáticas para determinar el estado en que se encuentra el hato, el cual cuanta con un promedio de 276,000 a 263,000 celulas somaticas por mililitro.

Comparados con los hatos que tienen buenos controles de sanidad para evitar la mastitis, en donde existen valores menores de 100,000 células somáticas

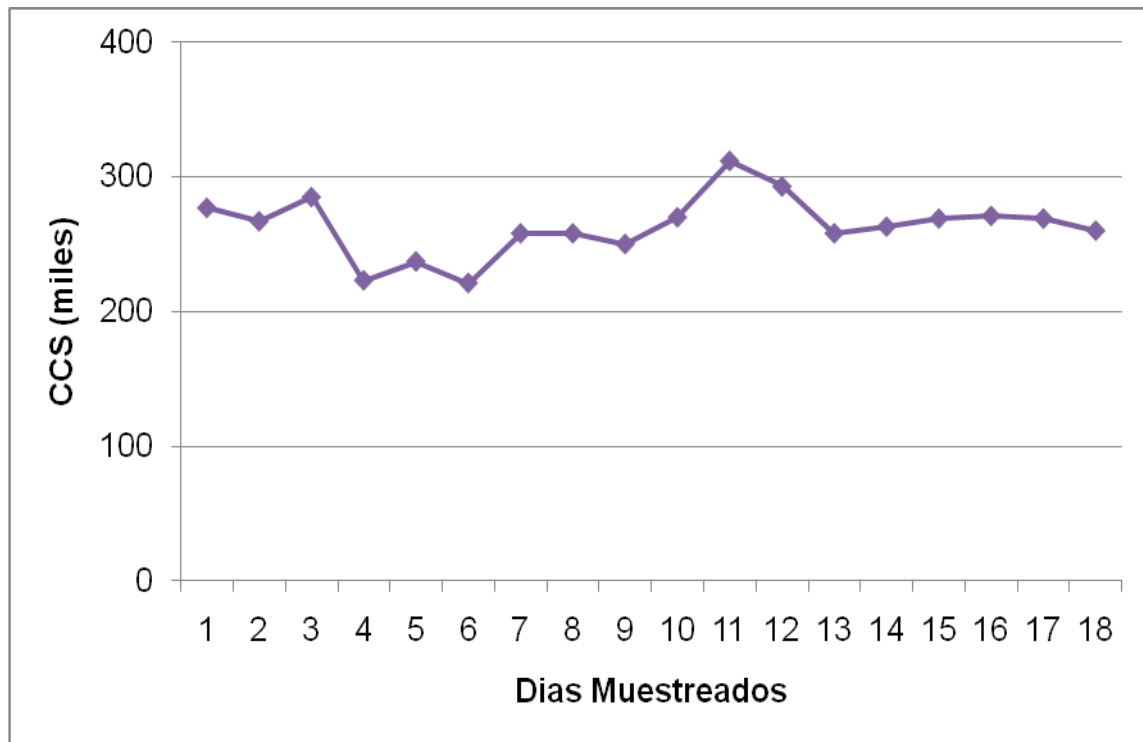
por mililitro (CS/ml) (Eberhart et al., 1990). En Estados Unidos de Norteamérica, los valores máximos permitidos son 200,000 CS/ml, para considerarla una leche de calidad (Ruegg, 2001) y para Holstein México el máximo permitido de 245,000 CS/ml. Aún así, y debido a las condiciones ambientales, sociales y económicas de nuestro medio, conteos de 400,000 CS/ml o menores, son considerados bastante comunes (Eberhart et al., 1990; Wattiaux1, 2006).

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).

**Grafica 1. Conteo de células somáticas en tanque numero 1.**

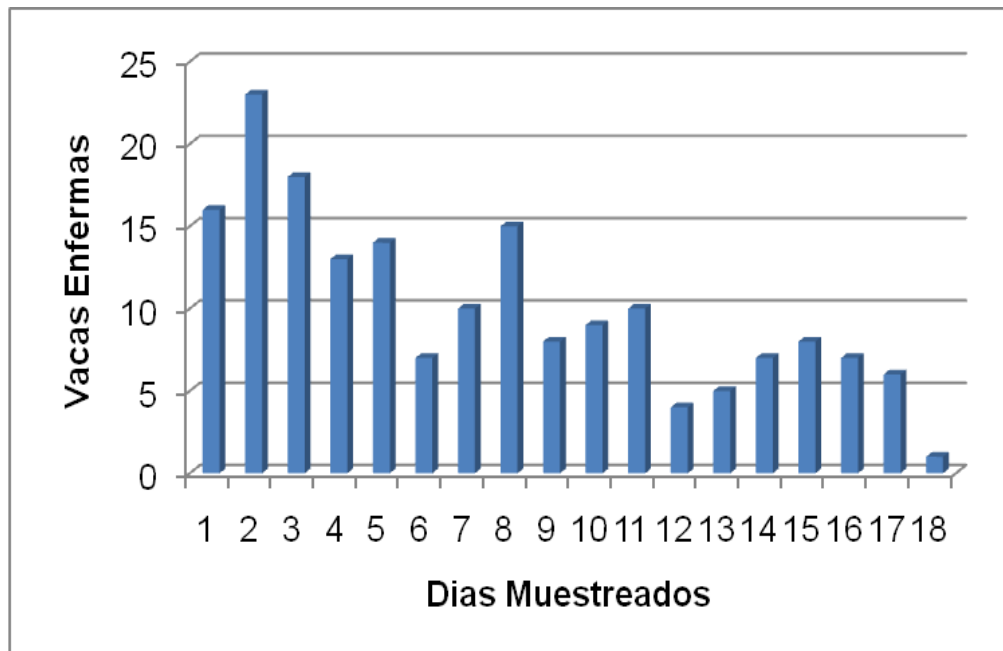


**Grafica 2. Conteo de células somáticas en tanque numero 2.**



Los resultados obtenidos durante el periodo de 18 días de aplicación del sellador se detectaron un total de 42 vacas con mastitis, de las cuales 7 corresponden a los corrales de prueba. Esto representa que del total del hato el 3% presento problemas de mastitis, de los cuales el 0.5% de estos casos corresponde a los corrales donde se aplico el sellador.

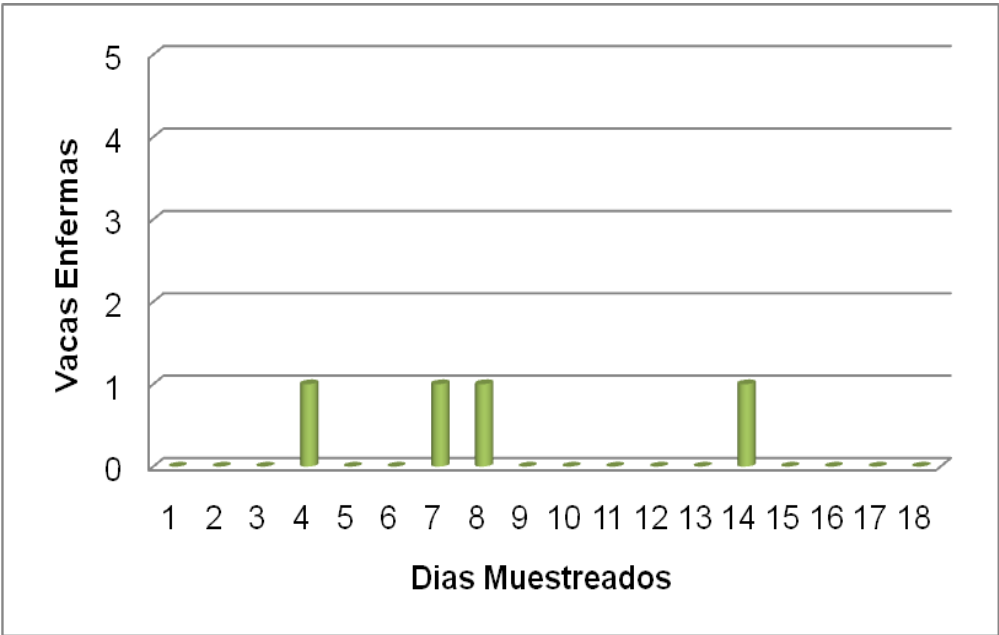
**Grafica 3. Numero de vacas que se les dio tratamiento por mastitis.**



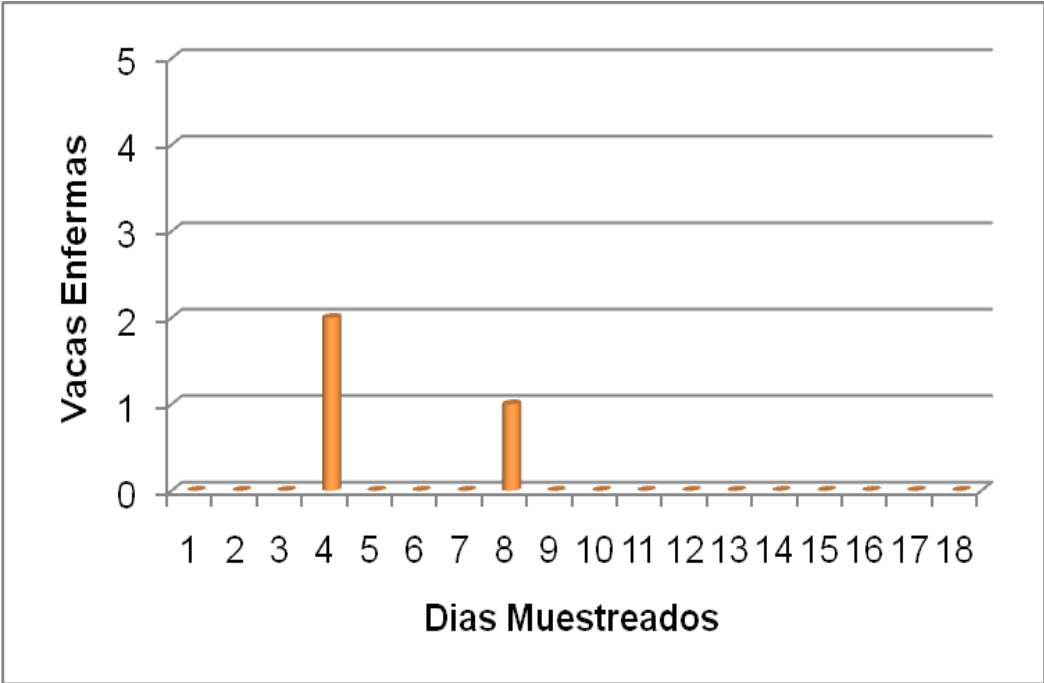
**Grafica 4. Numero de vacas que presentaron sintomas de mastitis durante la ordeña.**



**Grafica 5. Numero de vacas que presentaron sintomas de mastitis correspondientes al corral numero 8.**



**Grafica 6. Numero de vacas que presentaron sintomas de mastitis correspondientes al corral numero 12.**





## **VI. CONCLUSIONES**

Se demostró que mediante el uso del sellador de barrera a base de dióxido de cloro se reduce el número de incidencia de mastitis además de ayudar a prevenir el contagio de nuevas vacas.

Los corrales a prueba no representaron ni el 1% de los casos de mastitis, siendo esto favorable ya que se demostró que el uso del sellador mediante una buena rutina y una buena higiene durante el ordeño disminuye considerablemente los casos de mastitis que se pudieran generar durante la ordeña.

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.

## VII. BIBLIOGRAFIA

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](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](http://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](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](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 Buiatria 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](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. Intituto Babcock University  
of Wisconsin.

[http://www.uwex.edu/milkquality/Spanish\\_Resources/index.htm](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.

Wattiaux<sup>1</sup>, 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].

Wattiaux<sup>2</sup>, 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].