

Pérdidas económicas ocasionadas por la mastitis bovina en la industria lechera - Economic causalties inflicted by the bovine mastitis in the milk industry)

Bedolla, CC: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Avenida Acueducto y Tzintzuntzan s/n. Colonia Matamoros. CP. 58000. Morelia, Michoacán. México. E-mail: bedollajl@yahoo.com.mx | **Ponce de León, MER:** Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Avenida Acueducto y Tzintzuntzan s/n. Colonia Matamoros. CP. 58000. Morelia, Michoacán. México.

REDVET: 2008, Vol. IX, N° 4

Recibido: 21.11.07 / Referencia provisional: F025_REDDET / Referencia definitiva: 040805_REDDET /
Aceptado: 14.03.08 / Publicado: 01.04.08

Este artículo está disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040408.html> concretamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040408/040805.pdf>

REDVET® Revista Electrónica de Veterinaria está editada por Veterinaria Organización®.
Se autoriza la difusión y reenvío siempre que enlace con Veterinaria.org® <http://www.veterinaria.org> y con REDVET® - <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue hacer una revisión bibliográfica sobre las pérdidas económicas que ocasiona la mastitis bovina en la industria lechera en el Mundo, en México y Michoacán. La mastitis es considerada la enfermedad infecciosa más costosa de las vacas lecheras debido a que induce a una disminución en la producción del 4 al 30% de leche y baja su calidad, además de incrementar los costos del cuidado de la salud del hato y un desecho prematuro de animales genéticamente mejorados. En el documento, se hace una descripción de los conceptos concernientes a la mastitis bovina, su clasificación, características de la enfermedad tanto en su forma de presentación clínica y subclínica en el ganado bovino lechero, así mismo se hace referencia a las pérdidas económicas que ésta ocasiona tanto en la industria lechera a nivel mundial, como en México y en el Estado de Michoacán; finalmente, se aborda lo relacionado a los costos de prevención, tratamiento y control de la enfermedad. Se concluye que las pérdidas económicas que ocasiona la mastitis bovina a la industria lechera son considerables, esto en base a diversos estudios reportados por diferentes autores.

Palabras clave: mastitis | mastitis clínica | mastitis subclínica | pérdidas económicas.

Abstract

The objective of the present paper was to make a revision of literature on the economic casualties that the bovine mastitis in the milk industry in the World inflicts, in Mexico and Michoacan. The mastitis is considered infectious the disease more expensive of the milk cows because it induces to a diminution in the production from the 4 to 30% of low milk and his quality, besides to increase the costs of the care of the health of the cattle ranch and a premature animal remainder genetically improved. In the document, a description of the concepts concerning the bovine mastitis, its classification, characteristics of the disease as much in its form of clinical and subclinical presentation in the milk bovine cattle becomes, also reference to the economic losses that this one causes so much in the milk industry at world-wide level, like in Mexico and the State of Michoacan; finally, the related thing to the costs of prevention, treatment and control of the disease is approached. On the basis of diverse studies reported by different authors concludes that the economic casualties that the bovine mastitis to the milk industry inflicts are considerable.

Key words: mastitis | clinic mastitis | subclinic mastitis | losses economic.

Introducción

La mastitis es una enfermedad compleja que puede definirse simplemente como una inflamación de la glándula mamaria (De Oliveira *et al.*, 2000; Riffon *et al.*, 2001; Tollersrud, 2001; Menzies y Ramanoon, 2001; Kerr *et al.*, 2001; Zadoks, 2002; Boulanger *et al.*, 2003; Romero, 2004; Soca *et al.*, 2005; Gill *et al.*, 2006; Biesenkamp-Uhe *et al.*, 2007; Gonen *et al.*, 2008). Inflamación que es causada más comúnmente por infección intramamaria con un patógeno, pero también puede ser causada por una lesión (herida) y, menos frecuente, por alergia y neoplasmas (Menzies y Ramanoon, 2001).

Es una enfermedad altamente prevaleciente en el ganado lechero, y es una de las enfermedades más importantes que afecta mundialmente la industria lechera; pues ocasiona pérdidas económicas muy fuertes a todos los productores de leche en el mundo (Wellenberg *et al.*, 2002; Rabello *et al.*, 2005) debido a la disminución en el rendimiento de leche y un aumento en el número de tratamientos clínicos y desecho temprano de vacas (Ceron-Muñoz *et al.*, 2002). Por lo que se ha reconocido, durante algún tiempo, como la enfermedad más costosa en los hatos lecheros (Correa *et al.*, 2002; Boulanger *et al.*, 2003).

La calidad de la ordeña y el control adecuado de la mastitis clínica y subclínica, son factores determinantes en la mayor rentabilidad de la granja. Sin embargo la mastitis sigue siendo, económicamente, uno de los problemas más importantes hoy en día (Martínez *et al.*, 2000).

La mastitis bovina es muy persistente en el ganado lechero (Wellenberg *et al.*, 2002), usualmente es tratada o prevenida con antibióticos intramamarios; representando una carga económica muy alta a los productores de leche en todo el mundo. Las pérdidas mundiales, anuales debido a la mastitis, se han estimado en 35 billones de dólares americanos (Wellenberg *et al.*, 2002; O'Flaherty *et al.*, 2005).

Esta enfermedad, económicamente, es la más importante en la industria lechera de los Estados Unidos, ya que afecta a la mitad de las vacas infectadas con algún tipo de mastitis. Se considera que esta enfermedad representa el 70% de los gastos totales para los ganaderos lecheros, resultando en una pérdida de billones de dólares cada año (Bradley y Green, 2001; dos Santos *et al.*, 2002).

Durante el año de 1992, en Nueva Zelanda un granjero lechero gastó, en promedio, anualmente 14,600 dólares neozelandeses (aproximadamente 7,300 dólares americanos) en manejar y tratar la mastitis (Douglas *et al.*, 2000).

En una comprensión completa de la patogenicidad de esta enfermedad, podría tener un impacto profundo en la salud pública y la ganadería de los Estados Unidos y el mundo.

Para reducir la incidencia de mastitis bovina y las considerables pérdidas económicas causadas por la enfermedad, los programas para el control de la mastitis se han establecido en muchos países. Accesar los datos de la mastitis clínica y subclínica es esencial para el monitoreo de la salud de la ubre, en lo individual y a nivel del hato, es un prerrequisito para la evaluación económica y control de los programas (Sviland y Waage, 2002).

La constitución anatómica de la ubre, la expone constantemente a lesiones y agentes patológicos de diversos orígenes (Báez, 2002). El propósito de la respuesta inflamatoria es destruir o neutralizar al agente causal y preparar la forma de sanar y retornar a su función normal (Philpot y Nickerson, 2000; Báez, 2002).

La inflamación intramamaria esta asociada con un aumento en el conteo de células somáticas en la leche. Sin embargo, la magnitud del aumento en el conteo de células somáticas (CCS) varía de acuerdo a la bacteria involucrada en la infección intramamaria (Djabri *et al.*, 2002).

La mastitis bovina es una compleja y singular enfermedad, causa una gran cantidad de pérdidas económicas a nivel mundial, en especial en las regiones con una producción lechera intensiva (Wolter *et al.*, 2004).

Los microorganismos contaminantes en la leche cruda se originan principalmente de: 1) infecciones de la ubre o conducto del pezón; 2) exterior de la ubre y ambiente; 3) manejo de la leche y equipo de almacenamiento. Sin olvidar que la edad, la etapa de lactancia, la estación del año, variación durante el día de la temperatura ambiental, variaciones día a día de las condiciones climáticas (Romero, 2004).

Etiología.

En la actualidad se han reportado más de 100 microorganismos como causantes de infección intramamaria. La mayoría de las infecciones, incluidas las de importancia económica, son ocasionadas por especies de estafilococos, estreptococos y bacterias Gram-negativas. Las últimas son esencialmente coliformes.

Clásicamente estos microorganismos causantes de infección intramamaria o mastitis han sido divididos en patógenos contagiosos y ambientales; en base a su asociación epidemiológica con la enfermedad y a su proclividad de causar la infección oportunista, persistente o transeúnte, respectivamente. Dependiendo asimismo, de su reservorio primario y el ambiente contra el cuarto de la glándula mamaria infectada (Bradley y Green, 2001; Riffon *et al.*, 2001; Rossitto *et al.*, 2002; Bedolla y Castañeda, 2003).

Los patógenos contagiosos de primera importancia incluyen al *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Corynebacterium spp.*, y *Mycoplasma spp.* (Riffon *et al.*, 2001; Rossitto *et al.*, 2002; Djabri *et al.*, 2002). Estos organismos se transmiten de vaca a vaca, donde el reservorio primario que alberga los patógenos es el animal infectado o el cuarto de la ubre (Rossitto *et al.*, 2002; Zadoks *et al.*, 2001), y la exposición de los cuartos mamarios no infectados se restringe al proceso de la ordeña (Bradley y Green, 2001, Zadoks *et al.*, 2001; Zadoks, 2002; Bedolla y Castañeda, 2003).

Los patógenos contagiosos de la mastitis como el *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus agalactiae* que son infecciosos a nivel individual y a nivel de población (Zadoks, 2002), han sido reportados bajo control en los hatos lecheros a través del uso de prácticas de manejo que utilizan la desinfección de los pezones después de la ordeña, terapia de la vaca seca, desecho, mantenimiento del equipo de ordeño, y terapia antibiótica de las infecciones intramamarias (Rossitto *et al.*, 2002; Bedolla y Castañeda, 2003).

Los patógenos ambientales a diferencia de los contagiosos son transmitidos entre las ordeñas por el ambiente que sirve como la fuente primaria de estos

organismos. Los patógenos principales en este grupo son los bacilos entéricos Gram-negativos (*Escherichia coli*, *Klebsiella spp.*), *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus uberis*, y *Enterococcus spp.* (Rossitto *et al.*, 2002; Bedolla y Castañeda; 2003).

La mastitis ocasionada por patógenos ambientales es el principal problema que afecta a muchos hatos lecheros bien manejados, que aplican un programa de control de los patógenos contagiosos de la mastitis (Phuektes *et al.*, 2001).

A pesar de que la mastitis por organismos contagiosos (especialmente *Streptococcus agalactiae*) ha disminuido por mejoramiento en el manejo, las pérdidas económicas debido a la enfermedad pueden continuar porque los organismos causales no pueden ser erradicados del medio ambiente de las vacas lecheras ya que pertenecen a la micro biota normal del ambiente y se encuentran en cada establo (Nash *et al.*, 2002; Wolter *et al.*, 2004).

Estos patógenos poseen en general un potencial muy pobre para causar enfermedad. Sin embargo pueden penetrar en el conducto galactóforo hacia la ubre y provocar infecciones muy persistentes que requieren una terapia muy difícil (Wolter *et al.*, 2004).

Las fuentes de patógenos ambientales incluyen:

- 1).- materiales de cama;
- 2).- estiércol;
- 3).- suciedad y lodo;
- 4).- agua estancada;
- 5.- alimento.

La fuente más importante es la cama porque los pezones están en contacto frecuente y prolongado con ella. Por tanto, la prevención de la contaminación de los pezones es muy importante y la práctica de mantener los materiales de cama secos ayudan a reducir las poblaciones de esos organismos (Philpot y Nickerson, 2000).

Además de los patógenos ya mencionados anteriormente, existen otros poco comunes causantes de mastitis clínicas como son las levaduras, prototecas y nocardias.

Las principales levaduras causantes de mastitis son *Cryptococcus neoformans* y *Cándida albicans*. Esta mastitis se desarrolla principalmente en 80% de los casos relacionados con una terapia inmoderada de antibióticos o como consecuencia de heridas en los pezones. No existe una terapia efectiva.

Las prototecas principalmente *Prototheca zopfii*, son algas sin color que se encuentran cercanas a las vacas; no tienen propiedades patógenas. En inflamaciones de la ubre pueden ser introducidas durante un tratamiento local con antibióticos especialmente cuando la punta del pezón no fue correctamente desinfectada-contaminados o almacenados por largo tiempo. La curación de una vaca con mastitis por prototecas en general no es posible. Se recomienda sacrificar los animales infectados (Wolter *et al.*, 2004).

Epidemiología.

La infección de cada glándula mamaria ocurre a través del conducto del pezón a partir de dos fuentes principales de contaminación: la ubre infectada y el medio. La contaminación de las manos de los ordeñadores, paños de lavado y copas de aparatos de ordeño pueden diseminar con rapidez la infección a los pezones de otros animales por la leche procedente de cuarterones infectados (Radostits *et al.*, 2002).

Los microorganismos pueden invadir el canal del pezón por distintas vías: (1) Entre ordeños las bacterias pueden avanzar por el canal del pezón por multiplicación, (2) pueden ingresar por la presión física ejercida sobre la punta del pezón cuando la vaca se mueve, (3) durante el ordeño mecánico pueden ser impulsados hacia el canal del pezón o desde el mismo hacia el interior de la cisterna del pezón, por los impactos que causan las fluctuaciones de vacío contra el orificio del pezón y (4) durante la aplicación de un antibiótico pueden ser empujados físicamente a través del canal del pezón por la inserción completa de la cánula (Philpot y Nickerson, 2000).

La invasión microbiana de la glándula mamaria ocurre siempre siguiendo la vía del conducto del pezón y a primera vista, el desarrollo de la inflamación después de la infección se antoja como un fenómeno natural. Sin embargo, la aparición de la mastitis es más compleja de lo que este concepto puede indicar y quizás resulte más satisfactorio explicarla en términos de tres etapas: invasión, infección e inflamación.

Etapas de invasión.- es aquella en la que el microorganismo pasa del exterior de la ubre a la leche que se encuentra en el interior de la cisterna del pezón.

Etapas de infección.- este es el momento en que los microorganismos se multiplican rápidamente e invaden el tejido mamario; se establece una población bacteriana que se disemina por toda la glándula, dependiendo de la patogenicidad del microorganismo.

Etapa de inflamación.- todo lo anterior deriva en una inflamación (mastitis) y aumenta notablemente la cuenta leucocitaria en la leche ordeñada (Reza, 2000).

Signos clínicos más comunes en la presentación de mastitis:

Galactoforitis aguda.- se manifiesta con la presencia de grumos de fibrina y pus, sin alteración de las constantes fisiológicas de la vaca, no existe modificación en la conducta, no hay alteraciones de alimentación, no se presenta inflamación manifiesta en el o los cuartos afectados no existen signos de dolor y solo se aprecia en ocasiones una ligera asimetría en los cuartos afectados, los tolonrones pueden aparecer al inició, ha la mitad o al final del ordeño. En este cuadro es donde la prueba del tazón de fondo oscuro es indispensable.

Galactoforitis crónica.- la presentación clínica es igual al caso anterior de galactoforitis aguda, siendo la única diferencia, la reincidencia del proceso. Aquí el tratamiento es a base de inmunoterapia específica y de cefalosporinas (Reza, 2000).

Mastitis apostematosa.- este cuadro se manifiesta con proceso absedativo múltiple, que va desde microabscesos hasta abscesos del tamaño de una naranja, los cuales debridan constantemente tanto hacia el exterior como hacia la cisterna de la glándula, por lo que se observa pus franca en lugar de leche al exprimir el o los cuartos afectados, este material purulento tiene las características de exudados de *Actinobacilus pyogenes* (Reza, 2000).

Clasificación de la mastitis.

La mastitis bovina normalmente se da como resultado de la infección intramamaria por bacterias que pueden producir la enfermedad de manera clínica o subclínica (dos Santos *et al.*, 2002; Field, 2003). Es decir, puede ser acompañada de signos clínicos o no (Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación de la mastitis

Formas de Mastitis	Vaca	Ubre	Leche
Clínica Hiperaguda	Muy enferma. Puede morir. No tiene coordinación muscular.	Fibrosis mamaria. Puede agravarse.	Frecuentemente aguada y con manchas de sangre.
Clínica Aguda	No hay cambios observables	El cuarto afectado se muestra duro, rojo e inflamado.	Purulenta, como suero y acuosa
Clínica Subaguda	No hay cambios observables.	El cuarto afectado puede estar	No se ven cambios, pero la producción

		inflamado.	puede reducirse.
Subclínica	No hay cambios observables.	No hay cambios observables.	No hay cambios observables.

Fuente: Modificado de Philpot *et al.*, 2000.

Mastitis clínica

La mastitis clínica es la enfermedad más común y más costosa en la producción de leche en los países industrializados (Osteras, 2006). Es definida como una anomalía observada por los ganaderos en cualquiera de los dos casos: la leche y/o la ubre (Tollersrud, 2000).

Se caracteriza por la tumefacción o dolor en la ubre, enrojecimiento, la leche presenta una apariencia anormal y, en algunos casos, hay aumento de la temperatura rectal, letargo, anorexia e incluso la muerte. Además, las bacterias están presentes en la leche, el rendimiento es muy reducido, y su contenido está alterado considerablemente (Heringstad *et al.*, 2000).

En algunos casos la inflamación de los cuartos mamarios es acompañada de signos clínicos (signos pronunciados de inflamación mamaria y de enfermedad sistémica), por lo que es diagnosticada entonces como mastitis clínica (Djabri *et al.*, 2002). La cual puede presentarse de manera aguda y crónica.

En su forma aguda, la mastitis clínica se caracteriza por su condición de aparición súbita, la leche es de apariencia anormal, hay enrojecimiento, tumefacción, y dolor en la ubre, con o sin síntomas sistémicos (Djabri *et al.*, 2002). Afecta a las vacas lecheras en todo el mundo y tiene un impacto sustancial en la economía de las granjas, calidad de la leche y en el bienestar de las vacas (Morin, 2004).

En la forma crónica, se presenta una infección de la ubre de larga duración con leche de apariencia anormal y/o cambios al realizar la palpación del tejido de la ubre (Schrick *et al.*, 2001).

La mastitis clínica debida a *Escherichia coli*, estreptococos ambientales, y *Staphylococcus aureus* continua siendo un problema importante, y puede ser una condición aguda y dolorosa que afecta el comportamiento animal (Zadoks, 2002).

Durante la primera lactación, este tipo de mastitis, resulta en obvias pérdidas como son disminución en la producción de leche y alteraciones en la composición de la misma (Barker *et al.*, 1998).

En un estudio realizado por Barker *et al.*, (1998) demostraron que las vacas con mastitis clínica durante la primera lactación presentaron un prolongado

intervalo de aparición del calor, hasta el primer servicio (94 días) comparado con animales que no presentaron mastitis clínica (71 días). Además, las vacas con mastitis clínica entre el primer servicio y la etapa de la gestación tuvieron un aumento en el número de días abiertos y un doble aumento de servicios por concepción (Hockett *et al.*, 2000).

En el Reino Unido, es una causa importante de la enfermedad en el ganado lechero y continúa siendo una importante carga financiera en la industria lechera. La incidencia de mastitis clínica en este país es aproximadamente de 40 casos por cada 100 vacas por año o 1'000,000 de casos anualmente (Hillerton y Kliem, 2002; Green *et al.*, 2004).

Según Heringstad *et al.* (2000), el número de casos de mastitis clínica por 100 vacas al año fue de 56, 32, 30 y 21 en Dinamarca, Finlandia, Noruega y Suiza respectivamente.

En varios estudios realizados en California, Michigan y Ohio las incidencias de mastitis que se encontraron fueron de 30, 33 y 37 casos por 100 vacas por año respectivamente. Estas estimaciones incluyen las mastitis reportadas por los dueños y tratadas por los veterinarios (Hillerton y Kliem, 2002).

Las pérdidas causadas por mastitis clínica se clasifican como sigue:

- *Pérdida por baja producción del animal enfermo.
- *Pérdida de producción de leche por desecho de la misma, durante la eliminación del medicamento.
- *Frecuentemente hay un perjuicio duradero en el rendimiento lechero de la vaca, por el uso de medicamentos o la presencia de la enfermedad.
- *Costos de medicamentos y del Médico Veterinario.
- *Aumento en los costos de la mano de obra (Wolter *et al.*, 2004).

Mastitis subclínica

La mastitis subclínica es definida como la presencia de un microorganismo en combinación con un conteo elevado de células somáticas de la leche (Tollersrud, 2000).

La mastitis subclínica es sutil y difícil de corregir, la vaca parece saludable, la ubre no muestra ningún signo de inflamación y la leche parece normal, sin que existan cambios organolépticos en la misma. El número de células somáticas en la leche, indicativo de la respuesta inflamatoria, se encuentra elevado, al igual que el número de bacterias, lo que va acompañado de una disminución del nivel de producción de la secreción láctea, así como de la alteración de la composición de dicho producto. Comúnmente es de larga duración, difícil de tratar con los antibióticos, difícil de detectar, reduce

drásticamente la producción de leche, afecta adversamente la calidad de leche, y puede servir como un reservorio para infectar a otros animales en el rebaño lechero (Heringstad *et al.*, 2000; Valera *et al.*, 2005).

Cuando los signos no son visibles, la presencia de patógenos y las modificaciones citológicas de la leche traen como resultado una mastitis subclínica (Djabri *et al.*, 2002), por lo que las técnicas de laboratorio como la medición del conteo de células somáticas y el cultivo bacteriológico son necesarios para detectar inflamación e infección (Barker *et al.*, 1998).

La mastitis, particularmente subclínica y crónica, es la más persistente y más amplia del grupo de enfermedades de importancia por la higiene de la leche en el ganado lechero (Ariznabarreta *et al.*, 2002).

La mastitis subclínica ocurre frecuentemente, y puede conducir a grandes pérdidas económicas debido al reducido rendimiento de leche, y multas a causa de los elevados conteos de células somáticas presentes en los tanques de leche.

En la práctica, los casos de mastitis subclínica con frecuencia no son detectados rápidamente, o pueden incluso no ser reconocidas por el ordeñador (Wellenberg *et al.*, 2002).

Es imperativo para los granjeros lecheros y sus asesores veterinarios enfocar su principal atención al control de la mastitis subclínica debido a que: (1) es 15 a 40 veces más prevalente que la mastitis clínica; (2) usualmente precede a la mastitis clínica; (3) es de duración prolongada; (4) es más difícil de detectar debido a la naturaleza oculta de la enfermedad; (5) reduce significativamente la producción láctea; (6) afecta adversamente la composición de la leche y (7) constituye un reservorio de patógenos causantes de mastitis que pueden diseminarse a otras vacas en el hato (Philpot, 1998).

Pérdidas económicas ocasionadas por la mastitis bovina en la industria lechera mundial.

La mastitis bovina esta considerada como la enfermedad que más pérdidas económicas ocasiona a los productores lecheros, pues su presencia en los establos se refleja en gastos excesivos en medicamentos para el productor y una disminución en los ingresos por decremento de la producción, que generalmente deberían percibirse dentro de la explotación (Medina, 2002).

La mastitis de la vaca, junto a los trastornos de la fertilidad, constituye la causa más importante de la falta de rentabilidad de una explotación. Amplios estudios, realizados en los países productores de leche como son: Israel, Francia, Estados Unidos de América, entre otros, han mostrado que un 50%

de todas las vacas padecen mastitis, que, principalmente, son de tipo subclínico.

Las pérdidas ocasionadas por esta enfermedad pueden agruparse de la siguiente manera: Disminución de la producción, descarte de leche, costo de medicamentos, honorarios veterinarios, trabajo extra, pérdida de potencial genético (Halasa *et al.*, 2007; Saran y Chaffer, 2000).

La mastitis continua siendo la enfermedad más prevalente y costosa de los bovinos lecheros en la mayor parte del mundo. Las vacas lecheras comparten su ambiente con microorganismos y es inevitable que algunos de ellos entren a la glándula mamaria y causen mastitis (Saran y Chaffer, 2000).

Sin embargo, Romero (2004), menciona que los costos de mastitis en Estados Unidos son de alrededor de 107 a 180 dólares por vaca y en total las pérdidas anuales de la mastitis han sido estimadas entre 1.5 a 2 billones de dólares americanos (Kerr *et al.*, 2001; Wellenberg *et al.*, 2002; Nash *et al.*, 2003; Biesenkamp-Uhe *et al.*, 2007), u 11% de la producción de leche americana total.

Mucho de los costos se le atribuye a la reducida producción de leche, la leche descartada, los reemplazos de vaca/año, los costos obvios para los tratamientos médicos veterinarios (Kerr *et al.*, 2001; Nash *et al.*, 2003) (Tabla 2).

Tabla 2. Impacto económico de la mastitis en Estados Unidos

Pérdidas	Porcentaje
Disminución en la producción	64.00
Descarte de leche después del tratamiento	14.00
Costo de medicamentos y honorarios profesionales	8.00
Muertes y descarte prematuro.	13.00
Trabajo extra	1.00

Fuente: Modificado de Saran y Chaffer, 2000.

Según Wellenberg *et al.*, actualmente las pérdidas ocasionadas por ambos tipos de mastitis clínica y subclínica pueden ascender a 20% de la producción potencial.

En Francia las pérdidas por mastitis se estiman como a continuación se presenta en la Tabla 3:

Tabla 3. Impacto económico de la mastitis en Francia

Pérdidas Directas	Porcentaje
Disminución en la producción	70.30
Disminución en materia grasa	9.50
Descarte de vacas	5.30
Pérdidas Indirectas	
Descarte de leche.	7.60
Costo de Tratamientos.	3.90
Honorarios Profesionales	1.50
Trabajo extra.	1.80

Fuente: Modificado de Saran y Chaffer, 2000.

En un estudio realizado en Francia por Fourichon *et al.* (2001), utilizando datos de 265 hatos lecheros los costos en el control y salud de vacas multíparas fueron de 61 euros por vaca por año, contribuyendo los desordenes de la ubre con el 43.6% de los costos, mientras que la mastitis contribuyó con el 97% de estos.

En el oeste de Francia, los costos del control y salud debido a mastitis en vacas multíparas, fueron estimados en 26 euros por vaca por año variando de 19 a 32 euros por vaca por año para los diferentes tipos de granjas (Halasa *et al.*, 2007).

Pérdidas económicas ocasionadas por la mastitis clínica

La mastitis clínica es una enfermedad costosa en las granjas lecheras de los Estados Unidos, con una tasa promedio de incidencia lactacional de 14.2% de acuerdo a un análisis retrospectivo de 62 reportes realizado por Smith y Hogan, (1997). Los costos de la mastitis clínica reportados por los granjeros varían de 108 a 122 dólares por caso, en base a medicamentos y veterinario, preventivos, de trabajo extra, desecho y pérdidas de leche (Heringstad *et al.*, 2000).

En Noruega, los costos de medicamentos y servicio veterinario, estimados por caso de mastitis clínica son de 460 dólares americanos (Wellenberg *et al.*, 2002), mientras que en Finlandia, las pérdidas económicas estimadas debido a un caso de mastitis clínica fueron de 215 dólares americanos, en base al valor de leche desechada, costos en veterinario, medicina y de labor extra (Wellenberg *et al.*, 2002).

En cada caso de mastitis clínica los costos varían con la severidad del caso, el tiempo de respuesta del tratamiento, el desecho de leche anormal y los residuos de leche-medicamento (Heringstad *et al.*, 2000).

Los costos estimados por mastitis clínica varían dependiendo del país y presupuesto e incluyen los costos del tratamiento y veterinario, la reducida producción de leche durante la parte restante de la lactación, las pérdidas de leche que ha sido desechada debido a contaminación con antibióticos, eliminación temprana, trabajo extra, disminución de la calidad de la leche e incremento de los riesgos de la enfermedad en el futuro (Kleinschoth, 1991).

Respecto a lo anterior, Osteras (2006) en un estudio realizado en Noruega en el 2003 y 2004 con una población de 270.000 vacas lecheras, señala que las pérdidas económicas ocasionadas por mastitis clínica fueron estimadas con un costo de aproximadamente 23.5 millones de euros (0.016 euros por litro de leche). Dichas pérdidas correspondieron al 4% del valor comercial de la leche a nivel de granja.

Las mastitis clínicas ocasionan también importantes pérdidas económicas y se derivan de:

- * Alteración o pérdida total, pasajera o permanente, de la secreción láctea del animal.
- * La imposibilidad de distribución de la leche durante la enfermedad y el tiempo de la eliminación del medicamento tras el tratamiento.
- * Los costos del tratamiento.
- * La menor productividad al tener que prescindir de animales por falta de curación y bajo rendimiento.
- * La sobrecarga de trabajo por los mayores cuidados que los animales requieren (Kleinschoth, 1991) (Tabla 4).

Tabla 4. Pérdidas económicas por vaca producidas por mastitis clínica

Concepto	Pérdidas en dólares por vaca	Porcentaje
Menor producción láctea	55.00	51.50
Leche descartada	35.00	32.70
Medicamentos	12.00	11.20
Servicios Veterinarios	2.00	1.80
Mano de obra extra	3.00	2.80

Fuente: Modificado de Philpot y Nickerson, 2000.

Pérdidas ocasionadas por la mastitis subclínica

La mastitis subclínica es más importante y peligrosa en el ganado bovino productor de leche, porque al no poder medir su dimensión se le subestima, ya que produce bajas de productividad crónica con alteraciones imperceptibles en la leche, lo que suele provocar que se tomen medidas contra el proceso cuando ya la supresión de productividad es muy grande y el procedimiento para la curación es muy costoso (Reza, 2000).

La mastitis subclínica cuya frecuencia es de 20 a 50 veces superior a la mastitis clínica, es hoy en día el principal problema de todo el complejo patológico que representa la mastitis. Cuidadosos análisis indican que el 80% de las pérdidas de la producción de leche son debidas a las mastitis subclínicas (Kleinschoth, 1991).

Dentro de los principales factores que causan pérdidas por la presencia de mastitis subclínica, se pueden mencionar los siguientes:

- a) Disminución drástica en la producción lechera de las vacas afectadas.
- b) Costos en los tratamientos antimastóticos.
- c) Pérdida de cuartos mamarios en infecciones severas o crónicas y desecho de vacas al rastro.
- d) Gastos médico-veterinarios y de diagnóstico.
- F) Castigo por parte de las plantas pasteurizadoras por mala calidad de la leche.

Las pérdidas ocasionadas por mastitis han sido atribuidas principalmente a disminución en la producción leche causada por la mastitis subclínica. Una gran mayoría de los casos de mastitis son casos de mastitis subclínica (Medina, 2002).

Aunque la mastitis subclínica no tiene ningún costo directo, la ubre infectada produce un 5% menos leche por cada 100 000 células somáticas adicionales en ml de leche.

El costo atribuible a las formas subclínicas de mastitis asciende a la mayoría del costo total, que se ubica entre 100 y 150 dólares vaca/año o del 50 % al 80% de las pérdidas de producción total de la industria que proviene de mastitis (Burvenich *et al.*, 2004), mientras que las pérdidas de producción de leche, debido a la mastitis subclínica, y los costos de reemplazo de vacas, asociados con las cuentas de las células somáticas, se estimó en 960 millones de dólares americanos (Wellenberg *et al.*, 2002).

En los hatos de ganado lechero escoceses, el costo medio anual por causa de la mastitis subclínica es de 100 libras esterlinas por vaca, mientras que en el Reino Unido y los Países Bajos, las pérdidas medias anuales fueron

calculadas entre 42 y 84 libras esterlinas por vaca, aproximadamente 59 euros por cada vaca (Wellenberg *et al.*, 2002).

Pérdidas económicas ocasionadas por la mastitis bovina en la industria lechera en México.

La producción de leche de vaca en México tiene una tradición de más de 400 años; los españoles trajeron los primeros bovinos lecheros. A principios del siglo pasado se inició la importación de bovinos lecheros (Jersey, Holstein-Friesian) la que se consolidó en los años 40. Entre los años de 1950 a 1970 se integró la Industria Lechera con la producción de las pasteurizadoras e industrializadoras de productos lácteos (quesos, yogurt, requesón, mantequilla) (Wolter *et al.*, 2004).

En México la presencia de la enfermedad arroja pérdidas económicas de aproximadamente \$2'500,000.00 pesos, pero esto representa sólo del 20 al 30% de las mastitis clínicas la otra parte que no presenta síntomas externos perceptibles que son las mastitis subclínicas representan entre el 70% y el 80% (Romero, 2004).

Esta enfermedad es una infección que ocasiona grandes pérdidas a la ganadería productora de leche del país y afecta fundamentalmente al ganado bovino explotado en forma intensiva, tanto al que es ordeñado en forma manual así como el que es ordeñado en forma mecánica, esto es debido a las deficientes condiciones de manejo e higiene que se tiene establecida en la gran mayoría de las explotaciones lecheras (Ruiz, 1996).

La mastitis en México se presenta como en cualquier otro país del mundo, incluyendo los establos tropicales. De acuerdo con investigaciones propias realizadas en el estado de Jalisco y la literatura al respecto, la mastitis subclínica casi alcanza el 50% en los hatos lecheros de México. Esta enfermedad es muy costosa para la industria, el promedio por vaca en México es de \$1,700.00 a \$2,000.00 anuales (Wolter *et al.*, 2004).

Pérdidas económicas ocasionadas por mastitis clínica

En México un caso de mastitis clínica representaba un costo de aproximadamente \$1,350.00 para el año 1996, esto incluía pérdidas debido a reducción en producción de leche por el resto de la lactancia, leche desechada, costos de reemplazo de animales más pronto, así como costo adicional de medicamentos y mano de obra (Medina, 2002).

Pérdidas económicas ocasionadas por mastitis subclínica

En México, las pérdidas económicas ocasionadas por la mastitis subclínica se estiman en varios miles de millones de pesos, siendo críticas en los establos medianos y pequeños (Medina, 2002; Romero, 2004).

Las pérdidas económicas causadas por la mastitis se calculan como sigue:

- a).- Valor de la producción láctea perdida: 70%;
- b).- Valor de las vacas perdidas por eliminación prematura: 14%;
- c).- Valor de la leche degradada o desechada: 7%;
- d).- Tratamientos y gastos veterinarios: 8%

En estos datos se observa claramente que las mayores pérdidas resultan de la reducción en la producción de leche debido a la mastitis subclínica.

En un estudio efectuado en establos lecheros de la Ciénega de Chapala de los Estados de Michoacán y Jalisco, por Carrión (2002), en 18 vacas en producción, las pérdidas económicas de la mastitis subclínica que se ocasionaron como resultado de una reducción en la producción de leche fueron pronosticadas, basándose en el conteo de células somáticas: Según este autor 1'000,000 de células somáticas es un indicativo de pérdidas de 1,260 kg/vaca. De lo anterior, se deduce que 7,000 son los kilos producidos por las 18 vacas durante un año, entre el 100% del hato se estima una pérdida de 1,260 kilos de leche/vaca/año.

En otros estudios realizados en hatos ubicados en el altiplano de México la prevalencia de mastitis subclínica ha sido calculada del 20.80% en Tizayuca, Hidalgo, y de un 81.10% en establos alrededor del Distrito Federal.

En zonas tropicales, la mastitis ha sido menos estudiada; en el trópico seco, algunos investigadores indican que puede variar de un 22.5% al 86.3% con un promedio de 52% y otros informan que la prevalencia de mastitis subclínica es de 45% con fluctuación de 25 a 60.6%.

En el trópico húmedo, se ha informado que el porcentaje de mastitis subclínica en el área de playa Vicente, Veracruz es bastante variable: Del 33 al 100% en época de mayor precipitación pluvial y del 4 al 39% el resto del año. En el área de Martínez de la Torre Veracruz, la frecuencia es del 39.7% con prevalencia que varía entre 6 y 68%.

En lo que respecta a zonas áridas y semiáridas, se ha calculado una prevalencia de mastitis subclínica del 33% en el sur de Chihuahua (Reza, 2000).

Pérdidas económicas ocasionadas por la mastitis bovina a la industria lechera en el Estado de Michoacán.

En Michoacán la ganadería, es una de las actividades más importantes del sector productivo, ocupa el segundo lugar en importancia dentro del sector agropecuario en la entidad, después de la agricultura, destinándose para esta actividad 2'500,000 hectáreas, predominando el ganado lechero en la Ciénega de Chapala, Maravatío y Morelia-Queréndaro, las pérdidas por

mastitis en los bovinos son considerables en la industria lechera (Bedolla, 2005).

Pérdidas económicas ocasionadas por la mastitis subclínica

En un estudio realizado en el Municipio de Vista Hermosa, Michoacán, en 13 establos lecheros utilizando la prueba California (Medina, 2002), estimó las pérdidas por mastitis subclínica como se muestra en la tabla 5.

De acuerdo a los datos obtenidos se estima que existe una reducción en la producción ajustada a 305 días de 542.98 kg de leche por establo, representando un 0.77%, determinando que las pérdidas no son considerables.

Tabla 5. Pérdidas económicas ocasionadas por mastitis subclínica en el Municipio de Vista Hermosa, Michoacán

Grado de respuesta de la prueba	% de prevalencia promedio encontrada	% de disminución en la producción de leche	Kg de leche menos por establo
Traza	0.08	8.00	4.46
Grado 1	2.50	14.00	243.99
Grado 2	1.50	22.00	230.05
Grado 3	0.37	25.00	64.48
Total	4.45		542.98

Fuente: Medina, 2002.

Lo dramático en cuanto a pérdidas por mastitis es que el ganadero no reconoce las dos principales pérdidas: Pérdida de producción y pérdidas por reemplazo (Báez, 2002).

Se calcula que el sistema de producción de lechería familiar aporta entre un 35-45% de la producción nacional (Martínez, 2002).

En el año 2002 Báez, realizó un estudio epidemiológico de mastitis subclínica bovina realizada en el sector II de Tégajo, Michoacán, estimándose una producción total de 4,914 litros de leche, con una disminución diaria del 16% equivalente a 788.7 litros, cuyas pérdidas estimadas fueron de \$ 2,249.94

Prevención, tratamiento y control de la mastitis bovina.

Para reducir el número de nuevas infecciones de mastitis, el factor más importante en el procedimiento de ordeño es la inmersión de los pezones inmediatamente después de ordeñar, el costo actual del líquido sellador

oscila entre los 350 y 400 pesos mexicanos el garrafón de 4 litros (Carrión, 2002).

Las finalidades de usar selladores o inmersiones de pezones son:

- Eliminar la gota de leche que queda en el pezón (con esto se elimina el contagio de organismos de mastitis por las moscas de una vaca a otra).
- Matar los organismos que están en el pezón en el momento de la inmersión de éste.
- Dejar una película de la solución desinfectante en los pezones entre ordeños.

El control más efectivo para la mastitis se logra mediante medidas preventivas. El tratamiento no es un sustituto. Para controlar una infección durante la lactancia, el tratamiento debe de ir acompañado de una identificación de la causa de la infección, entre las pruebas que deben de realizarse están: La prueba de California y el cultivo de muestras de leche (Carrión, 2002).

Para reducir la incidencia de mastitis bovina y las considerables pérdidas económicas causadas por la enfermedad, los programas para el control de la mastitis se han establecido en muchos países. Accesar los datos de la mastitis clínica y subclínica es esencial para el monitoreo de la salud de la ubre, en lo individual y a nivel del hato, es un prerrequisito para la evaluación económica y control de los programas (Sviland y Waage, 2002).

La solución, en gran parte, radica en establecer medidas profilácticas y/o de higiene en el método de ordeño ya que la mastitis nunca será erradicada. Existen demasiadas bacterias diferentes involucradas y algunas de estas se encuentran presentes continuamente (Carrión, 2002).

El concepto principal de un plan de control contra la mastitis es que la infección puede ser controlada ya sea, reduciendo la posibilidad de que patógenos lleguen a entrar por el esfínter del pezón o aumentando el poder de resistencia contra infecciones de cada vaca (Smith y Hogan, 1997).

La mayoría de los organismos que causan mastitis, en bajos números son relativamente inofensivos para el ser humano, o son habitantes normales del medio ambiente humano. Por lo tanto, la importancia del control de mastitis es principalmente económica.

La investigación efectuada en el Estado de México, ha demostrado que por cada peso invertido en un programa de control de mastitis existe un retorno de aproximadamente cinco pesos, por tanto, el control de mastitis no cuesta dinero, este produce ganancias (Carrión, 2002).

El tratamiento antibiótico tiene grados variables de eficacia y, por varias razones, la vacunación sólo es capaz de reducir en parte la incidencia. Por tanto, el enfoque de la mastitis debe ser un enfoque de control y con las velocidades aumentadas del flujo de leche que ocasionan siempre una sensibilidad más elevada a la mastitis, el control será cada vez más importante en el futuro.

Los registros constituyen una parte importante para controlar la frecuencia y la gravedad de cualquier enfermedad. La mastitis no es una excepción. De hecho, la mastitis es una de las pocas enfermedades en las cuales el estudio detallado de los datos se puede utilizar para ayudar a controlar la infección (Blowey y Edmondson, 1999).

Los registros de mastitis permitirán al granjero, realizar lo siguiente:

- *Identificar las vacas cuya leche es necesario que sea retenida en el lugar donde se almacena;
- *Identificar las vacas problemáticas que deben ser tenidas en cuenta para la eliminación selectiva;
- *Permitir el control detallado del estado de mastitis del hato, para comprobar que se encuentre dentro de los límites admisibles y para ver como se equipara el rebaño con otros que están siendo controlados;
- *Adquirir información valiosa que puede apuntar hacia la causa posible de los casos de mastitis y de otros problemas.

En cada caso de mastitis se debe registrar lo siguiente:

- *Número de la vaca;
- *Fecha;
- *Cuarto(os) infectado(s);
- *Tratamientos administrados y número de tubos de antibiótico empleados;
- *Resultados de la bacteriología (si se dispone de ellos) (Blowey y Edmondson, 1999).

El costo total anual de un programa de control de mastitis es de aproximadamente 30 a 35 dólares por vaca. Visto desde otro ángulo, por cada dólar que el productor invierte en el programa de control de mastitis, recibe 4 a 5 dólares gracias al aumento en la producción de leche (Philpot y Nickerson, 2000).

En los Estados Unidos el costo a los productores por el tratamiento de casos de mastitis ronda los 1.7-2.0 billones de dólares anuales, o el 11% del valor total de la producción de leche. La mayor parte de este costo es atribuido a la pérdida en la producción de leche, leche contaminada que es descartada, y vacas de reposición cuyo monto en pérdida ha sido estimado en 102, 24 y

33 dólares por vaca anualmente, respectivamente (Loor *et al.*, 2002; Halasa *et al.*, 2007).

Otros beneficios económicos son los siguientes: Menos mastitis clínica, menos descarte de leche anormal o contaminada con antibióticos, menos trabajo extra, menor costo por medicamentos, menos honorarios veterinarios, menos animales perdidos por mortandad o eliminación, mayor vida productiva de las vacas lecheras y pago de premios por calidad en especial para la leche que contiene bajas concentraciones de bacterias y células somáticas (Philpot y Nickerson, 2000).

Como ya se menciona al principio, son múltiples los factores que intervienen en la prevalencia de la enfermedad en los hatos lecheros, por lo que los métodos de control deberán de ir dirigidos a cada uno de esos factores. Desde luego los programas de alimentación son vitales ya que la eficiencia fisiológica dará una mayor resistencia debiendo de considerarse en forma muy particular la suplementación con minerales y vitaminas de alta absorción y alta calidad (lo barato cuesta caro) (Reza, 2000).

La higiene en corrales y sala de ordeña son muy importantes y de todos es sabido que ha menor nivel de higiene mayor riesgo de infección.

El bañar al ganado suele ser perjudicial ya que un exceso de agua desde la parte alta del cuerpo arrastrará mayor cantidad de tierra y detritus hacia la zona de la ubre. Por lo que una buena higiene de la ubre, buen secado con toallas individuales, así como la implementación del presellado con elementos de alta eficiencia e inocuos para la piel del pezón, suelen ser efectivos para su prevención.

La implementación de la prueba del tazón de fondo oscuro puede reducir el riesgo de decomisos de leche ya que se detectarán a tiempo los cuadros tempranos de mastitis clínica.

La realización por lo menos una vez al mes de las pruebas diagnósticas de California y/o Wisconsin ayudan a conocer el nivel real de infección de un hato y nos guía a conocer la etiología más común para así establecer programas de terapia específicos (Reza, 2000).

Papel de las vacunas

En años recientes, se ha logrado un progreso significativo en el desarrollo de vacunas contra algunos microorganismos causantes de mastitis. Quizás las más conocidas y más ampliamente usadas son las bacterinas mutantes contra *Escherichia coli* actualmente disponibles de varias compañías en países como Estados Unidos de América, Francia, Dinamarca, entre otros. Estas vacunas son muy efectivas contra una amplia variedad de bacterias Gram-negativas y ayudan a reducir la frecuencia y severidad de la mastitis

clínica causada por esos microorganismos. También se ha progresado en el desarrollo de la vacuna contra *Streptococcus uberis*. Asimismo, se han realizado numerosos intentos para desarrollar vacunas efectivas contra *Staphylococcus aureus*. Desafortunadamente, la mayoría de las vacunas anteriores no reducen la incidencia de infecciones, aunque ayudan a reducir la severidad de las infecciones clínicas.

Hoy en día, se puede decir que las nuevas vacunas son más efectivas porque su blanco es la pseudocápsula que rodea la célula bacteriana que normalmente interfiere con la opsonización, fagocitosis y digestión de la bacteria. Tales vacunas han demostrado ser efectivas en la prevención de las nuevas infecciones. Sin duda, se progresará más cuando los científicos desarrollen vías para bloquear las proteínas de conjugación que permiten a los microorganismos: (1) Adherirse a las células epiteliales de la ubre; (2) inhibir la leucocidina que destruye a los neutrófilos e inhibe la fagocitosis; y (3) interfiere con la acción de la proteína A que previene la opsonización de las bacterias por las inmunoglobulinas (Philpot, 1998).

Discusión y conclusiones

Las pérdidas económicas que ocasiona la mastitis bovina a la industria lechera mundial son considerables como se ha reportado por los diferentes autores (Rupp *et al.*, 2000; Tollersrud *et al.*, 2000; Watts *et al.*, 2000; Riffon *et al.*, 2001; Yazdankhah *et al.*, 2001; Romero, 2004).

Económicamente es de vital importancia para México y Michoacán que los ganaderos prevengan, manejen y controlen la mastitis bovina por los efectos negativos que en la producción de leche tienen; situación que se relaciona directamente con el hecho de que México en el 2001 ocupaba el 13o lugar a nivel mundial como productor de leche fluida con 9,500.7 millones de litros, mientras que Michoacán produjo 301 millones de litros de leche en el mismo año, colocándolo en el 9o lugar a nivel nacional.

Actualmente, se puede apreciar que existe un incremento en la demanda de leche y la producción nacional sigue siendo insuficiente para cubrir la demanda total del lácteo, por lo que se ha recurrido a las importaciones para complementar el abasto nacional.

Lo anterior se puede ver agravado si el Gobierno de México, y el del Estado de Michoacán, continúan sin establecer un programa efectivo de prevención, manejo y control de la mastitis bovina en el ganado lechero.

Además esta situación se viene a complicar más todavía pues con la entrada en vigor a partir de este 2008 de lo pactado en el Tratado de Libre Comercio con América del Norte en su parte relativa al sector agropecuario; con lo cual se reducirán las restricciones para el ingreso de productos

agropecuarios a nuestro país puesto que ya no existirán ningún tipo de salvaguardas para esta clase de productos.

Todo lo mencionado anteriormente, aunado a la falta de programas que combatan la mastitis, pone en clara desventaja a los ganaderos de nuestro país frente a los de Estados Unidos y Canadá que ocasiona graves pérdidas económicas por la merma en la producción de leche a causa de la mastitis bovina.

De aquí la importancia de que la mastitis bovina deba ser considerada, por el Gobierno Federal y Estatal, como una de las prioridades a combatir, estableciendo y poniendo en práctica programas de prevención, manejo y control de la mastitis bovina.

Por último, no se debe de perder de vista el cuidado y preservación de la Salud Pública al consumirse leche y sus derivados; los cuales se debe de garantizar que sean de buena calidad, no contaminados y que provengan de hatos ganaderos libres de mastitis bovina u otras enfermedades infecciosas, cuyos agentes patógenos pueden afectar al humano.

Referencias

1. Ariznabarreta, A., Gonzalo, C., San Primitivo, F. 2002. Microbiological Quality and Somatic Cell Count of Ewe Milk with Special Reference to Staphylococci. *J. Dairy Sci.* 85: 1370-1375.
2. Báez, G. J. J. 2002. 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. 40-4.
3. Barker, R. M. y Yang, T. J. 1998. Chemotactic Activities in Nonmastitic and Mastitic Mammary Secretions: Presence of Interleukin-8 in Mastitic but Not Nonmastitic Secretions. *Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology.* 5:82-8.
4. Bedolla, C. C., y Castañeda, V. H. 2003. Agentes patógenos causantes de la mastitis bovina. *Cuatro vientos.* N° 38. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Pp. 27-29.
5. Bedolla, C. C. 2005. "Problemática de la mastitis en Michoacán". Curso Internacional Teórico Práctico. "Avances en el diagnóstico y control de la mastitis bovina. FMVZUMSNH. realizado del 08 al 12 de agosto 2005. Morelia, Michoacán.
6. Biesenkamp-Uhe, C., Li, Y., Hehnen, H. R., Sachse, K. y Kaltenboeck, B. 2007. Therapeutic *Chlamydophila abortus* and *C. pecorum* Vaccination Transiently Reduces Bovine Mastitis Associated with *Chlamydophila* Infection. *Infection and Immunity.* Vol. 75 (2): 870-877.
7. Blowey, R. y Edmondson, P. 1999. Control de la mastitis en granjas de vacuno de leche. *Acribia S. A. México.* : 33-49 y 157-180.

8. Boulanger, D., Bureau, F., Mélotte, D., Mainil, J., Lekeux, P. 2003. Increased Nuclear Factor κ B Activity in Milk Cells of Mastitis-Affected Cows. *J. Dairy Sci.*: 86:1259-1267.
9. Bradley, J. y Green, M. J. 2001. Adaptation of *Escherichia coli* to the Bovine Mammary Gland *Journal of Clinical Microbiology*. 39:1845 -1849.
10. Burvenich, C., Monfardini, J., Mehrzad, A., Capuco, V. y Paape, M. J. 2005. El papel de los leucocitos polimorfonucleares neutrófilos en la mastitis conforme en bovinos. 23-26.
11. Carrión, G. M. 2002. Principios básicos para el control de la mastitis y el mejoramiento de la calidad de la leche. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional de Michoacán. pp. 6-20, 55.
12. Ceron-Muñoz, M., Tonhati, H., Duarte, J., Oliveira, J., Muñoz-Berrocal, M., Jurado-Gámez, H. 2002. Factors Affecting Somatic Cell Counts and Their Relations with Milk and Milk Constituent Yield in Buffaloes. *J. Dairy Sci.* 85:2885-2889.
13. Correa, M. G. P., y Marin, J. M. 2002. O-serogroups, eae gene and EAF plasmid in *Escherichia coli* isolates from cases of bovine mastitis in Brazil. *Veterinary Microbiology*. 85:125-132.
14. De Oliveira, A. P., Watts, J. L., Salmon, S. A., Aarestrup, F. M. 2000. Antimicrobial Susceptibility of *Staphylococcus aureus* Isolated from Bovine Mastitis in Europe and the United States.
15. Djabri, B., Barielle, N., Beaudeau, F., Seegers, H. 2002. Quarter milk somatic cell count in infected dairy cows: a meta analysis. *Vet. Res.* 33:335-357.
16. dos Santos, J. N., Netto dos Santos, K. R., Gentilini, E., Sordelli, D., de Freire Bastos, M. C. 2002. Phenotypic and genetic characterisation of bacteriocin-producing strains of *Staphylococcus aureus* involved in bovine mastitis. *Veterinary Microbiology*. 85: 133 -144.
17. Douglas, L., Fenwick, S. G., Pfeiffer, D. U., Williamson, N. B., Holmes, C. W. 2000. Genomic typing of *Streptococcus uberis* isolates from cases of mastitis, in New Zealand dairy cows, using pulsed-field gel electrophoresis. *Veterinary Microbiology*. 75: 7- 41.
18. Field, T. R., Ward, P. N., Pedersen, L. H., James, A. y Leigh, J. A. 2003. The Hyaluronic Acid Capsule of *Streptococcus uberis* Is Not Required for the Development of Infection and Clinical Mastitis. *Infection and Immunity*. 71(1):132-139.
19. Gill, J. J., Pacan, J. C., Carson, M. E., Leslie, K. E., Griffiths, M. W., y Sabour, P. M. 2006. Efficacy and Pharmacokinetics of Bacteriophage Therapy in Treatment of Subclinical *Staphylococcus aureus* Mastitis in Lactating Dairy Cattle. *Antimicrobial Agents And Chemotherapy*. Vol. 50 (9): 2912-2918.
20. Gonen, E., Nedvetzki, S., Naor, D. y Shpigel, N. Y. 2008. CD44 is highly expressed on milk neutrophils in bovine mastitis and plays a role in their adhesion to matrix and mammary epithelium. *Vet Res*, 39(3): 29.
21. Green, M. J., Green, L. E., Schukken, Y. H., Bradley, A. J., Peeler, E. J., Barkema, H. W., de Haas, Y., Collis, V. J. y Medley, G. F. 2004. Somatic

- Cell Count Distributions During Lactation Predict Clinical Mastitis. *J. Dairy Sci.* 87:1256–1264.
22. Halasa, T., Huijps, K., Osteras, O. y Hogeveen, H. 2007. Economics effects of bovine mastitis and mastitis management: A review. *Veterinary Quaterly.* 29 (1): 18-31.
 23. Heringstad, B., Klemetsdal, G., Ruane, J. 2000. Selection for mastitis resistance in dairy cattle: a review with focus on the situation in the Nordic countries. *Livestock Production Science.* 64:95-106.
 24. Hillerton, J. E. y Kliem, K. E. 2002. Effective Treatment of *Streptococcus uberis* Clinical Mastitis to Minimize the Use of Antibiotics. *J. Dairy Sci.* 85:1009-1014.
 25. Hockett, M. E., Hopkins, F. M., Lewis, M. J., Saxton, A. M., Dowlen, H. H., Oliver, S. P., Schrick, F. N. 2000. Endocrine profiles of dairy cows following experimentally induced clinical mastitis during early lactation. *Animal Reproduction Science.* 58:241-251.
 26. Kerr, D. E., Plaut, K., Bramley, A. J., Williamson, C. M., Lax, A. J., Moore, K. 2001. Lysostaphin expresion in mammary glands confers protection against staphylococcal infection in transgenic mice. *Nature Biotechnology.* 19:66-70.
 27. Kleinschroth, E. 1991. "La mastitis". *Revista Bayvet.* junio-agosto. Editado por Laboratorios Bayer S. A. de C. V. México, D. F.: 8-10.
 28. Loor, J. J., Jones, G. M. y Bailey, T. L. 2002. Aspectos básicos sobre el desarrollo de mastitis (II parte). *Ganadería intensiva.* Editorial Agro Síntesis, S.A. de C. V. México D. F. pp. 6-8.
 29. Martinez, G., Harel, J., Higgins, R., Lacouture, S., Daignault, D. y Gottschalk, M. 2000. Characterization of *Streptococcus agalactiae* Isolates of Bovine and Human Origin by Randomly Amplified Polymorphic DNA Analysis. *Journal of Clinical Microbiology.* 38:71-78.
 30. Medina, R. J. J. 2002. Prevalencia e identificación de agentes estiológicos causantes de mastitis en el Municipio de Vista Hermosa, Michoacán. (Tesis de licenciatura). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Morelia, Michoacán, México 39-41 y 83.
 31. Menzies, P. I., Ramanoon, S. Z. 2001. Mastitis of sheep and goats. *Veterinary clinics of North America: Food Animal Practice.* 17(2):333-358.
 32. Morin, D. E. 2004. Acute mastitis: revisiting the goals of therapy. 23rd World Buiatrics Congress. Québec, Canada. July 11-16.
 33. Nash, D. L., Rogers, G.W., Cooper, J. B., Hargrove, G.L., Keown, J. F. 2003. Heritability of Intramammary Infections at First Parturition and Relationships with Sire Transmitting Abilities for Somatic Cell Score, Udder Type Traits, Productive Life, and Protein Yield. *J Dairy Sci.;* 86:2684-2695.
 34. O'Flaherty, S., Ross, R. P., Flynn, J., Meaney, W. J., Fitzgerald, G. F. y Coffey, A. 2005. Isolation and characterization of two anti-staphylococcal bacteriophages specific for pathogenic *Staphylococcus aureus* associated with bovine infections. *Letters in Applied Microbiology.* 41: 482–486.

35. Osteras, O. 2006. Mastitis epidemiology practical approaches and applications. XXIV World Buiatrics Congress. Nice, France. 14pp.
36. Philpot, W. N. 1998. Today's Challenge to Meet Tomorrow's Needs. Proc. Panamerican Congress on Mastitis Control and Milk Quality. Mérida, México. 12-21.
37. Philpot, W. N. y Nickerson, S. N. 2000. Importancia económica de la mastitis. Ganando la lucha contra la mastitis. Westfalia-Surge. Estados Unidos de América. : 1-13, 44-53.
38. Phuektes, P., Mansell, P. D., Dyson, R. S., Hooper, N. D., Dick, J. S. and Browning G. F. 2001. Molecular Epidemiology of *Streptococcus uberis* Isolates from Dairy Cows with Mastitis. Journal of Clinical Microbiology. 39:1460-1466.
39. Valera, M. R., Caballero, M. C., Linares, P. F., Roberto Novoa, Q. R., Casanovas, C. E. 2005. Efecto de la aplicación del Reylac sobre la calidad de la leche en rebaños con mastitis subclínica bovina. RedVet. Vol. VI, N° 6. : 1-7.
40. Rabello, R. F., Souza, C. R. V. M., Duarte, R. S., Lopes, R. M. M., Teixeira, L. M. y Castro, A. C. D. 2005. Characterization of *Staphylococcus aureus* Isolates Recovered
41. from Bovine Mastitis in Rio de Janeiro, Brazil. J. Dairy Sci. 88:3211–321
42. Radostits, O. M., Gay, C. C., Blood, D. C. y Hinchcliff, K. W. 2002. Medicina Veterinaria. Tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino. 9a ed. Vol. 1. Ed. McGraw - Hill Interamericana. Madrid.
43. Reza, G. L. C. 2000. Mastitis bovina su reconocimiento clínico, programas de prevención y su terapia con antimastiticos a base de cefapirinas. Mastitis bovina su reconocimiento clínico. México D. F.: 1-13.
44. Riffon, R., Sayasith, K., Khalil, H., Dubreuil, P., Drolet, M. y Lagacé, J. 2001. Development of a Rapid and Sensitive Test for Identification of Major Pathogens in Bovine Mastitis by PCR. Journal of Clinical Microbiology. 39: 2584-2589.
45. Romero, A. T. 2004. Situación actual de la mastitis en México. Dpto. Producción Animal, FMVZ-UNAM. México D. F. pp.122-134.
46. Rossitto, P. V., Ruiz, L., Kikuchi, Y., Glenn, K., Ruiz, K., Watts, J. L. y Cullor, J. S. 2002. Antibiotic susceptibility patterns for environmental streptococcus isolated from bovine mastitis in central California dairies. J. Dairy Sci. 85: 132-138.
47. Rupp, R., Beaudeaub, F., Boichard, D. 2000. Relationship between milk somatic-cell counts in the first lactation and clinical mastitis occurrence in the second lactation of French Holstein cows. Preventive Veterinary Medicine. 46: 99 – 111.
48. Saran, A. y Chaffer, M. 2000. Mastitis y calidad de leche. Inter-Médica. Buenos Aires. pp.11-25, 133-135.
49. Schrick, F. N., Hockett, M. E., Saxton, A. M., Lewis, M. J., Dowlen, H. H., Oliver, S. P. 2001. Influence of subclinical mastitis during early lactation on reproductive parameters. J. Dairy Sci. 84:1407-1412.

50. Smith, K. L. y Hogan, J. S. 1997. Epidemiology of Mastitis. Proc. 3rd International Mastitis Seminar, Tel Aviv, Israel, Section 6, pp 3-12.
51. Soca, P. M., Suárez, F. Y. E., Soca P. M., Pestano, O. M., Puron, G. C. A. 2005. Evaluación epizootiológica de la mastitis bovina en dos unidades ganaderas de la Empresa Pecuaria "El Cangre ". RedVet. Vol. VI, N° 8.: 1-10.
52. Sordelli, D. O., Buzzola, F. R., Gómez, M. I., Steele-Moore, L., Berg, D., Gentilini, E. Catalano, M., Reitz, A. J., Tollersrud, T., Denamiel, G., Jeric, P. y Lee, J. C. 2000. Capsule Expression by Bovine Isolates of *Staphylococcus aureus* from Argentina: Genetic and Epidemiologic Analyses. Journal of Clinical Microbiology. 38: 846-850.
53. Sviland, S. y Waage, S. 2002. Clinical bovine mastitis in Norway. Preventive Veterinary Medicine. 54: 65-78.
54. Tollersrud, T., Kenny, K., Reitz, A. J. Jr. y Lee, J. C. 2000. Genetic and Serologic Evaluation of Capsule Production by Bovine Mammary Isolates of *Staphylococcus aureus* and Other *Staphylococcus* spp. from Europe and the United States. Journal of Clinical Microbiology. 38:2998-3003.
55. Tollersrud, T. 2001. *Staphylococcus aureus* mastitis. Bacterial characteristics and host immune responses. Thesis of *Doctor Medicinae Veterinariae*. National Veterinary Institute. Oslo; 9.
56. Wellenberg, G. J., van der Poel, W. H. M. y Van Oirschot, J. T. 2002. Viral infections and bovine mastitis: a review. Veterinary Microbiology, Article 2361, pp. 2-21.
57. Wolter, W., Castañeda, H., Kloppert, B., Zschock, M. 2004. Mastitis Bovina. Prevención, diagnóstico y tratamiento. Mastitis Bovina. Editorial Universitaria. Universidad de Guadalajara, Jalisco. 16, 62-72.
58. Yazdankhah, S. P., Sørum, H., Larsen, H. J. S. y Gogstad G. 2001. Rapid Method for Detection of Gram-Positive and -Negative Bacteria in Milk from Cows with Moderate or Severe Clinical Mastitis. Journal of Clinical Microbiology. 39:3228-3233.
59. Zadoks, R. N., Allore, H. G., Barkema, H. W., Sampimon, O. C., Gröhn, Y. T., Schukken, Y. H. 2001. Analysis of an outbreak of *Streptococcus uberis* mastitis. J. Dairy Sci. : 84(3): 590-599.
60. Zadoks, R. N. 2002. Molecular and mathematical epidemiology of *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus uberis* mastitis in dairy herds. Dissertation Utrecht University, Faculty of Veterinary Medicine: 2-3, 239.