



**UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA**

**PREVALENCIA DE MASTITIS BOVINA E IDENTIFICACIÓN DE
AGENTES ETIOLÓGICOS EN 7 HATOS DE TÉJARO, MICHOACÁN.**

TESIS

QUE PRESENTAN:

LIZBETH MORENO CHÁVEZ

ROBERTO ANTONIO SUAREZ CASTILLO

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

ASESOR

DR. MANUEL JAIME TENA MARTÍNEZ

MORELIA, MICHOACÁN, JUNIO DE 2018



**UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA**

**PREVALENCIA DE MASTITIS BOVINA E IDENTIFICACIÓN DE
AGENTES ETIOLÓGICOS EN 7 HATOS DE TÉJARO, MICHOACÁN.**

TESIS

QUE PRESENTAN:

LIZBETH MORENO CHÁVEZ

ROBERTO ANTONIO SUAREZ CASTILLO

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

MORELIA, MICHOACÁN, JUNIO DE 2018

Resumen

La mastitis es una enfermedad común y costosa en hatos lecheros. Los objetivos de la investigación fueron determinar la prevalencia, por medio de la prueba de California, y la identificación de los agentes patógenos causantes de la mastitis en la comunidad de Téjaro, Michoacán. El trabajo se realizó en 7 unidades. El promedio por establo fue de 11.42 animales de la raza Holstein. La población estuvo conformada por 80 animales con un promedio de producción de 11.37 Lt/vaca/día, una producción total de 910 lt/día y un promedio de producción de 130 lt/dia/hato. La prueba de California para mastitis se realizó en un total de 938 cuartos. Se encontraron 295 (31.44%) cuartos positivos. De los cuales el 5.11% (48) corresponden a traza, 18.76% (176) a grado 1, 4.90% (46) a grado 2, 2.66% (25) a grado 3, no se reportó ningún caso de mastitis clínica. Del total de cuartos afectados (295), 66 corresponden al cuarto anterior derecho; 76 al posterior derecho; 84 al anterior izquierdo; 69 al posterior izquierdo, 10 a cuartos ciegos. Para la identificación de microorganismos las muestras (17) se seleccionaron con base a 3 monitoreos y aquellos cuartos que salieran consecutivos dos veces positivos a grados 2 y 3 se enviaron a laboratorio encontrándose en mayor porcentaje *Staphylococcus aureus* 58.82%. Las pérdidas en la reducción en la producción de la leche en kg, por establo promedio es de 4875 kg de leche lo que representa el 12.38% del total de leche producida por establo únicamente de la mastitis subclínica.

Palabras clave: Mastitis, Prueba de California, Producción, Leche, Prevalencia.

Abstract

Mastitis is a common and expensive disease in dairy herds. The objectives of the research were to determine the prevalence, through the California test, and the identification of the pathogens causing mastitis in the community of Tejaro, Michoacán. The work was carried out in 7 units. The average per stable was 11.42 animals of the Holstein breed. The population consisted of 80 animals with an average production of 11.37 Lt / cow / day, a total production of 910 Lt / day and an average production of 130 Lt / day / herd. The California test for mastitis was performed in a total of 938 rooms. There were 295 (31.44%) positive quarters. Of which 5.11% (48) correspond to trace, 18.76% (176) to grade 1, 4.90% (46) to grade 2, 2.66% (25) to grade 3, no case of clinical mastitis was reported. Of the total affected quarters (295), 66 correspond to the previous quarter right; 76 to the back right; 84 to the previous left; 69 to the left back, 10 to blind rooms. For the identification of microorganisms samples (17) were selected based on 3 monitoring and those quarters that left consecutive positive two grades 2 and 3 were sent to the laboratory with a higher percentage of *Staphylococcus aureus* 58.82%. The losses in the reduction in the production of milk in kg, by average stable is 4875 kg of milk which represents 12.38% of the total milk produced by stable only of subclinical mastitis.

Índice

Introducción	1
Revisión bibliográfica	2
La industria lechera en México	2
Sistemas de producción lechera	3
Sistema de producción especializado	3
Sistema de producción semiespecializado	3
Sistema de producción familiar o de traspatio	4
Sistema de producción de doble propósito	5
Mastitis	5
Mastitis clínica	8
Mastitis Subclínica	8
Epidemiología de la mastitis en vacas lecheras	9
Clasificación de los agentes causantes de la mastitis	11
Patógenos causantes de la mastitis contagiosa	12
Microorganismos causantes de la mastitis ambiental	13
Genero <i>Staphylococcus</i>	14
<i>Staphylococcus aureus</i>	15
<i>Staphylococcus chromogenes</i>	17
<i>Corynebacterium bovis</i>	17
<i>Mycoplasma agalactiae</i>	17
Genero <i>Streptococcus</i>	18
<i>Streptococcus agalactiae</i>	19
<i>Streptococcus uberis</i>	19
<i>Streptococcus dysgalactiae</i>	19
<i>Escherichia coli</i>	20
Hongos y levaduras	21
Prevalencia	21
Prevalencia de mastitis clínica	22
Prevalencia de la mastitis sub-clínica.	22
Factores de riesgo relacionados con la mastitis	23

Factores socioculturales y de manejo.....	23
Factores Ambientales	24
Factores nutricionales.....	25
Repercusiones de la mastitis bovina.....	25
Impacto de la mastitis en la salud pública	27
Anatomía y fisiología de la glándula mamaria	28
Glándula mamaria	28
Sistema suspensorio de la glándula mamaria	29
Anatomía del sistema de síntesis y colector de la glándula mamaria.....	30
Irrigación e inervación de la glándula mamaria	32
Fisiología de la glándula mamaria.	34
Higiene y manejo de la ordeña.....	34
Ordeño	35
Ordeño manual	36
Proceso de ordeño.....	36
Higiene del ordeño	40
Orden del ordeño.....	40
Desinfección entre vacas / lavado del aparato de ordeño entre vacas	41
Pre-ordeño y vaso de despunte	41
Limpieza de la ubre/ desinfección de los pezones antes del ordeño.....	42
Cuidado y desinfección del pezón después del ordeño.....	42
Diagnóstico.....	43
Prueba de California	44
Buenas Prácticas de ordeño.....	46
Impacto económico	47
Objetivos	49
Material y métodos	50
Discusión y Resultados	54
Conclusión	63
Bibliografía.....	65
Anexos	71

Índice de tablas

Tabla 1. Interpretación de resultado en la Prueba de California (Gasque, 2008).....	45
Tabla 2. Numero de vacas en ordeño.....	54
Tabla 3. Numero de cuartos afectados con mastitis bovina.....	56
Tabla 4. . Porcentaje de cuartos con repuesta traza a la prueba de CMT por productor y por monitoreo.	57
Tabla 5. Porcentaje de cuartos con respuesta a grado 1 por CMT.....	58
Tabla 6. Porcentaje de cuartos con repuesta de grado 2 a la CMT.....	58
Tabla 7. Porcentaje de cuartos con respuesta a grado 3 a la CMT.....	59
Tabla 8. Agentes patógenos identificados en las muestras de leche de vacas con mastitis bovina de la comunidad de Tejaro, Michoacán.	60
Tabla 9. Perdida estimada por mastitis subclínica.....	62

Índice de imágenes

Imagen 1. Sistema suspensorio de la glándula mamaria. Obtenido de Blowey et al., 2010.....	30
Imagen 2. Esquema de ubre y pezón, conductos y sistema secretor de leche. Obtenido de Blowey et al., 2010.....	31
Imagen 3. 1, v. subcutánea abdominal (“vena de la leche”); 2, “fuente de leche”; 3,v. torácica interna; 4, v. cava craneal; 5, v. pudenda externa; 6, v. pudenda interna; 7, v. cava caudal; 8, diafragma. Obtenido de Dyce et al., 1999, Dibujado por Jeanne Peter.....	33
Imagen 4. Tipos de ordeño; Fuente: Díaz, 2006.	35
Imagen 5. Ordeño manual con mano llena; Fuente: Díaz, 2006.	36

Introducción

En México el sector agropecuario atraviesa por problemas económicos, con déficit de producción de alimentos, unos de los cuales es la leche. Esta incapacidad para producir el volumen de leche que demanda la población ha determinado que, a nivel mundial, dicho país sea el principal importador de leche descremada en polvo (SAGARPA, 2000).

En el Estado de Michoacán existen sistemas de producción lechera especializado, semiespecializado y de traspatio. En este último se carece de buenas prácticas de manejo de en la ordeña, En estos sistemas el principal ingreso lo representa la venta de leche, los cuales se encarga de comercializar en las comunidades cercanas a los centros de producción. Esta leche se obtiene bajo condiciones de higiene deficiente, a través de ordeña manual (Sánchez G. & Solorio R., 2004). La mastitis continúa siendo la enfermedad más común y costosa que padece el ganado lechero en el mundo entero. Mastitis es el resultado final de la interacción de los microorganismos como agentes causales, la vaca como huésped, y el medio ambiente que puede influir en la vaca y en los microorganismos (Philpot & Nickerson, 2000).

La mastitis constituye un serio problema para la salud pública en la industria de la leche, ya que el uso incorrecto e indiscriminado de los antibióticos es evidente, estos contaminan la leche con niveles cada día más elevados e inhiben la fermentación de los cultivos bacterianos que se utilizan en la fabricación de productos lácteos. Tomando en cuenta que la mastitis causa una disminución en la producción de leche y contribuye a la baja en el precio por deficiencias de calidad de esta, gastos en medicamentos, servicios veterinarios, descarte de los animales, problemas de residuos de antibióticos, con esta investigación se pretende ayudar a mejorar y corregir este problema. Por este motivo, los programas preventivos de mastitis y de calidad de leche se deben llevar a cabo en todos los hatos que se dedican a la actividad y deben tener por objetivo la producción de leche de óptima calidad en su composición, debe de provenir de vacas sanas y bien alimentadas, con la máxima calidad higiénica posible, y sin la presencia de sustancias que lleguen a adulterar la leche.

Surgiendo en la necesidad de investigar sobre esta enfermedad tanto por razones de salud pública como salud animal, además los costos que este padecimiento representa en la economía del sistema de producción justifican la trascendencia del estudio para la pronta y acelerada identificación de la glándula mamarias que sufre de mastitis ya que estudios locales y nacionales demuestran que existe una alta incidencia de este padecimiento

Revisión bibliográfica

La industria lechera en México

En varias partes del país, la participación de la industria ha sido el estimulante de este tipo de lechería, mediante el desarrollo de sistemas de acopio y el otorgamiento de servicios, como la asistencia técnica o la venta en condiciones favorables de concentrados, medicinas, semen, maquinaria, equipo e inclusive pie de cría. No obstante, como eslabón de la cadena de la leche la industria lechera nacional. Ha tenido también dificultades objetivas para mantener su función, siendo las principales las siguientes (Noa & Ruvalcaba, 2011).

1. Persisten normas obsoletas o que no aplican.
2. La vigilancia del mercado en cuanto al cumplimiento de la normatividad existente es casi nula: el control de la materia prima se realiza por parte de las empresas más comprometidas con la calidad y siempre para su protección.
3. Baja calidad de la materia prima que provoca elevación de los costos de producción, bajo rendimiento de productos y/o a la calidad de los productos terminados.
4. Competencia desleal entre industriales, introduciendo al mercado productos lácteos adulterados, que limitan los elaborados con leche auténtica.
5. Competencia con bebidas refrescantes y otras bebidas a base de soya, así como productos importados.
6. Bajo consumo per cápita de leche y lácteos en México.
7. El aumento en el consumo de lácteos en china que se prevé elevaría los procesos mundiales de productos lácteos e insumos por la industria (Noa & Ruvalcaba, 2011).

Sistemas de producción lechera

La producción de leche se realiza en sistemas que van desde el tecnificado hasta los de subsistencia en una misma región, distinguiéndose de forma general cuatro sistemas: el especializado, el semiespecializado, el de doble propósito y el familiar o de traspatio.

Sistema de producción especializado

Se caracteriza en la producción de leche principalmente de la raza Holstein y en menor grado Pardo Suizo Americano y Jersey, entre otras; cuenta con una tecnología altamente especializada, bajo un manejo predominante estabulado, realizando prácticas de medicina preventiva, reproducción y mejoramiento genético. La dieta del ganado se basa en alimentos balanceados y forrajes de corte. Las labores agrícolas relacionados con los forrajes, así como la ordeña, están mecanizadas y la leche producida se destina principalmente a las plantas pasteurizadoras y transformadoras. Se desarrolla fundamentalmente en el altiplano y en las zonas áridas y semiáridas del norte del país, siendo los principales estados de Durango, Coahuila, Guanajuato, Jalisco, Aguascalientes, Chihuahua, San Luis Potosí, Hidalgo, Querétaro y Baja California (SAGARPA, 2017).

Sistema de producción semiespecializado

En la base de genética del ganado de este sistema predomina la raza Holstein y pardo suizo, sin llegar a los niveles de producción y duración de las lactancias del sistema especializado. El ganado se mantiene en condiciones de semiestabulación, en pequeñas extensiones de terrenos: las instalaciones son

acondicionadas o adaptadas para la explotación de ganado lechero. El ordeño se realiza de forma manual, con ordeñadoras individuales o de pocas unidades, careciendo en la gran mayoría de equipo propio para enfriamiento y conservación de la leche, por lo que se considera un nivel medio de incorporación tecnológica en infraestructura y equipo. La alimentación del ganado la constituyen el pastoreo, complementado con forrajes de corte y concentrados; existe cierto tipo de control productivo y programas en reproducción que incluyen inseminación artificial. Las principales entidades federativas vinculadas con este sistema son baja california, baja california sur, colima, Chihuahua, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, puebla, Sinaloa, sonora, Tlaxcala y zacatecas (SAGARPA, 2017).

Sistema de producción familiar o de traspatio

Este sistema representa la tradición de la ganadería de nuestro país. La exploración del ganado está condicionada a pequeñas superficies de terreno, principalmente en las viviendas por lo que se llama también de traspatio. Pueden ser de tipo estabulado o semiestabulado, de acuerdo a las condiciones del campo de cultivo. Son animales de la raza Holstein y en menor producción el suizo americano y cruza. El nivel tecnológico en este sistema en cuanto a la producción de leche se puede considerar como bajo; los productores no realizan prácticas reproductivas, de medicina preventiva o mejoramiento genético; se carece de registros de producción y las instalaciones son rudimentarias predominando el ordeño manual. La alimentación es basada en el pastoreo o en suministro de forrajes provenientes de los cultivos que produce el mismo productor. La leche producida se destina al autoconsumo y en ocasiones vendida a intermediarios o directamente al público. Este sistema predomina en los estados de Jalisco, México, Michoacán, hidalgo, sonora (SAGARPA, 2017).

Sistema de producción de doble propósito

Se desarrolla en principalmente en las regiones tropicales del país utilizando razas cebuinas y sus cruza con suizo, Holstein y simmental, presenta la característica de que el ganado de las explotaciones tiene como función zootécnica principal el producir carne o leche dependiendo de la demanda del mercado. El manejo de los animales se efectúa en forma extensiva, basando su alimentación en el pastoreo con el mínimo de suplementación alimenticia y ocasionalmente en el empleo de subproductos agrícolas. Cuentan con instalaciones adaptadas empleado para su construcción material de la región; la ordeña la realiza por lo general en forma manual. Por lo general las prácticas de medicina reproductiva y preventiva, el mejoramiento genético y el manejo de los recursos forrajeros tienen un gran margen de ser mejorados en este sistema de producción. La leche se vende, constituyendo la principal fuente de ingresos para mantener la operación de la explotación hasta la venta de los animales para carne, la leche se destina a la venta directa al consumidor para la elaboración de quesos y a empresas industriales. Los estados que cuentan con el mayor número de vientres en producción bajo este sistema son: Chiapas, Veracruz, san Luis potosí, Jalisco, guerrero, Guanajuato, tabasco, zacatecas, Nayarit y Tamaulipas (SAGARPA, 2017).

Mastitis

La mastitis reduce las ganancias tanto con la pérdida temporal de producción de leche como con la perdida permanente del potencial de producción. La mastitis es, con mucho el factor más importante que provoca aumento de los recuentos de células. Cuando los microorganismos causantes de la mastitis entran a la glándula mamaria, los mecanismos de defensa envían grandes cantidades de leucocitos

hacia la leche para intentar destruir las bacterias. Si la infección es eliminada, el recuento de células disminuirá. Si los leucocitos son incapaces de eliminar los organismos, se genera una infección subclínica. En este caso son segregados continuamente leucocitos hacia la leche, que originan un recuento elevado de células (Tapia C., 2010).

Esta enfermedad es sin duda la más común en el ganado lechero y la que mayores pérdidas económicas produce. Su causalidad es debido a una serie de factores ambientales, tanto físicos o mecánicos como infecciosos; sin embargo, por su frecuencia y por las pérdidas económicas que ocasionan las mastitis provocadas por agentes infecciosos son las de mayor importancia (Callejos, 2010).

Causa pérdidas considerables a la industria lechera, entre los patógenos bacterianos que pueden causar mastitis, el *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) es probablemente el agente más letal, ya que causa infecciones crónicas y profundas en las glándulas mamarias que es extremadamente difícil para curar (Momtaz, et al., 2010).

A nivel mundial, la mastitis es una de las enfermedades más importantes en el sector lácteo. La mastitis bovina causada por *S. aureus* ha aumentado en muchos rebaños de las zonas urbanas y rurales del país (Unakal & Kaliwai, 2010).

La mastitis puede destruir completamente el tejido secretor de un cuarterón de la ubre afectada, aunque generalmente los hechos son mucho menos severos, con una reducción en el rendimiento lechero y cambios en la composición de la leche que solamente pueden ser detectados mediante análisis de laboratorio. Los efectos de la mastitis sobre el rendimiento y la composición de la leche son importantes económicamente para el ganadero. En promedio un cuarterón infectado por un patógeno importante produciría sobre un 30 % menos de leche que un cuarterón equivalente no infectado de la misma vaca y los contenidos tanto de grasa como de lactosa descienden en unas 0,2 unidades (Andrews, 2005).

La mastitis, es la enfermedad más importante a nivel de la glándula mamaria que afecta al ganado bovino y por consiguiente es el problema al que los productores dedican más tiempo cotidianamente, sin embargo, la mayoría de estos esfuerzos están dedicados al tratamiento y no a su prevención; si bien es cierto que se habla de mastitis, no se puede hablar en términos absolutos de prevención o de erradicación, pero si es factible hablar de control. Debido a la complejidad del problema es evidente que un programa de control debe contemplar muchos aspectos y ser, a la vez de completo, sumamente sencillo y sobre todo factible (Noa & Ruvalcaba, 2011).

El termino mastitis se deriva de las palabras griegas “mastos”, que significa “pechos”, e “itis” que quiere decir “inflamación de”. La inflamación es la respuesta de los tejidos productores de leche en la ubre a una lesión traumática o la presencia de microorganismos infecciosos u otros agentes que han ingresado a la ubre. El propósito de la respuesta inflamatoria es destruir o neutralizar el agente ofensivo, reparar los tejidos dañados y retornar la glándula a su función normal (Gallegos & Moncada, 2011).

La mastitis en su concepto más general es la inflamación de la ubre. Puede clasificarse de acuerdo con el grado de la inflamación y a las lesiones locales e implicaciones sistémicas en la vaca. En términos generales; se clasifica en mastitis subclínica y mastitis clínica. La mastitis subclínica corresponde al proceso inflamatorio de una o más glándulas mamarias, el cual no es posible de reconocer según la apariencia del sistema mamario y según el órgano de la leche. Este estado encuentra en evolución y puede alcanzar la condición clínica; aunque una proporción de estos casos son recuperados por los mecanismos de defensa del animal; incluyendo los elementos locales y sistémicos (Callejos, 2010)

Mastitis clínica

La mastitis clínica es definida como una anormalidad en la glándula mamaria de la vaca o la leche, que puede ser fácilmente observada. Se caracteriza por la tumefacción o dolor en la ubre, enrojecimiento de esta, la leche puede presentar 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, lo que reduce el rendimiento y la calidad considerablemente.

En los casos en que la inflamación de la ubre es acompañada de signos clínicos es diagnosticada entonces como mastitis clínica. La mastitis clínica puede presentarse de forma aguda y se caracteriza por su aparición súbita. En la forma crónica, se presenta una infección de larga duración, con leche de apariencia anormal y/o cambios al realizar la palpación del tejido de la ubre (Callejos, 2010).

Mastitis Subclínica

La mastitis subclínica se caracteriza por la presencia de un microorganismo en combinación con un conteo elevado de células somáticas en leche, esta puede desarrollar fácilmente una inflamación y no tener tratamiento. Este tipo de mastitis no presenta cambios visibles en la leche o ubre. Apenas se percibe una reducción en el rendimiento de la leche, siendo alterada su composición por la presencia de componentes inflamatorios y bacterias (Gallegos & Moncada, 2011).

Esta presentación de la enfermedad es la más persistente en el ganado lechero; Ocurre frecuentemente, y puede conducir a grandes pérdidas económicas no solo por la reducción de la producción, también por 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. Para identificar estos casos de mastitis se hace necesario las técnicas de laboratorio como la medición del conteo de células somáticas y el cultivo bacteriológico (Sixtos, 2011).

No es fácilmente visible ni se puede detectar si ayuda de pruebas especiales. Casi todos los cuartos afectados se ven normales y la leche tiene apariencia normal. Esta es la forma de mastitis más importante por diversas razones:

Es de 15 a 40 veces más común que las mastitis clínicas.

Generalmente precede a la forma clínica, por lo tanto, si queremos controlar la forma clínica, debemos empezar por controlar la subclínica.

Es de larga duración.

Es difícil de detectar.

Disminuye la producción de leche.

Influye negativamente en la calidad de la leche.

Provoca infección en otros animales del rebaño.

Epidemiología de la mastitis en vacas lecheras

Desde hace varios siglos, la leche de vaca se considera un alimento completo especialmente para la población infantil, motivo por el cual es de importancia estratégica en salud pública, producir leche de calidad nutrimental e higiénica (SAGARPA, 2000).

La eficiencia de los sistemas de producción animal está en función de la nutrición, salud, genética, sistema de manejo y factores socioculturales. A pesar de que cualquier de estos factores podrían limitar la producción se considera que la

nutrición juega el papel más importante, excepto cuando la salud del animal se ve afectada como el resultado de una parasitosis o enfermedad, como es el caso de la mastitis (Santiago & Ansalmeti, 2003).

El termino mastitis se refiere a la inflamación de la glándula mamaria sea cual sea su causa (Blood, 1986). Existe una gran variación en las formas de presentación de la mastitis y la sintomatología depende del grado de reacción de los tejidos de la glándula mamaria a la infección o lesión traumática y a la condición general de salud del animal afectado (Saran & Chaffer, 2000).

Es importante reconocer que la mastitis en vacas no es el resultado de un solo factor de manejo, sino consecuencia de la infección de varios factores (causas suficientes) que interactúan conjuntamente para incrementar la exposición de la ubre y las tetas a los organismos causantes de mastitis (causas necesarias) y que predisponen las vacas a infecciones intramamarias reduciendo su resistencia natural a la enfermedad. Por este motivo se le califica como una enfermedad multifactorial (Arcos, et al., 2004).

Existen factores de alimentación que favorecen la presentación de mastitis, una mala nutrición debida a la deficiencia en energía y proteína tiene un efecto directo sobre la salud de la ubre de la vaca al disminuir la efectividad de los mecanismos de defensa, favoreciendo la colonización e infección del tejido glandular. La infección puede ser clínica o subclínica. Esta clasificación va de acuerdo a su presentación y severidad (Arcos, et al., 2004).

La mastitis clínica puede presentarse en forma aguda o crónica (Saran & Chaffer, 2000). En estos casos se presenta signos como inflamación de uno o más cuartos en la ubre, calor, dolor al contacto, aumento de la temperatura corporal, deshidratación, inapetencia y malestar. En algunos casos pueden ser fatales. Los cambios en la leche son evidentes.

La mastitis crónica se caracteriza por cuadros con inflamación persistentes, pero no es grave, sin embargo, al tener un desarrollo progresivo de tejidos fibroso y un

cambio en el tamaño y forma de la glándula afectada, se asocia con pérdidas o reducciones en la producción de leche (Saran & Chaffer, 2000)

La mastitis subclínica: no presentan signos y por lo general el animal, la ubre y la leche aparentan ser normales (Blowey & Edmondson, 1995). Este tipo de mastitis ocasiona grandes pérdidas a la ganadería lechera y deteriora la calidad del producto (Báez G., 2002). Debido al elevado número de casos subclínicos el diagnóstico de mastitis depende de pruebas indirectas basadas en el recuento de leucocitos en la leche (Blowey & Edmondson, 1995)

La infección de la glándula mamaria ocurre siempre siguiendo la vía del conducto glándula, dividiéndose en tres etapas: por invasión, los microorganismos pasan del exterior de la ubre a la leche que se encuentra en el conducto glandular, siguiendo la etapa de infección, los gérmenes se multiplican rápidamente e invaden el tejido mamario, y por último etapa de inflamación (Báez G., 2002). De las tres fases la de prevención de la invasión brinda las mejores perspectivas para disminuir la frecuencia de mastitis por tratamiento adecuado, sobre todo mediante el uso de métodos higiénicos convenientes (Blood, 1986).

Clasificación de los agentes causantes de la mastitis

Los microorganismos causantes de la mastitis viven en la vaca, en su ubre y en sus alrededores. Más de 140 microorganismos diferentes pueden causar una infección intramamaria. Los microorganismos son visibles a la vista y generalmente son bacterias, aunque también es posible encontrar micoplasmas, levaduras, algas, hongos (Chaves & Javier, 2010).

Las técnicas microbiológicas han permitido la determinación precisa de la identidad de muchos microorganismos patógenos de la mastitis. Tomando como base la epidemiología y la fisiopatología, se han clasificado estos microorganismos como causantes de la mastitis contagiosa o ambiental, en base a su asociación

epidemiológica con la enfermedad y su proclividad de causar la infección oportunista, persistente o transeúnte, respetivamente (Bradley & Green, 2001).

Las bacterias responsables de la mastitis bovina pueden ser clasificadas como contagiosas y ambientales, dependiendo de su reservorio primario y el ambiente contra el cuarto de la glándula mamaria infectada (Riffon, et al., 2001).

Patógenos causantes de la mastitis contagiosa

Se llama patógeno a los microorganismos que causan una reacción adversa en el animal infectado.

Los agentes clásicos contagiosos de mastitis asociados a la ubre. (sc. *Agalactiae*, *G. estreptococos*, *L-estreptococos*, *Sc. Dysgalactiae* y *S. aureus*)

Estos agentes contagiosos pueden a largo plazo únicamente sobrevivir en la ubre. Por ello es la glándula mamaria el reservorio principal para los agentes contagiosos que salen al exterior en la leche (Rossitto, et al., 2002).

El contagio se efectúa principalmente en la ordeña, de un cuarto a otro, de una vaca a otra y son transmitidos principalmente de la siguiente forma:

- Mediante la mano del ordeñador
- A través de aerosoles de la leche
- Mediante las toallas para secar la ubre.

Los pezones contagiosos se transmiten de cuartos infectados a cuartos sanos. Los cuartos infectados son el principal reservorio de estos patógenos. El contagio ocurre principalmente durante el ordeño (a través de pezoneras, de las manos del ordeñador, trapos para limpiar la ubre). Generalmente causan infecciones subclínicas con brotes periódicos de casos crónicos (Chaves & Javier, 2010).

Los patógenos contagiosos de la mastitis como el *staphylococcus aureus* y *Streptococcus agalactiae* que son infecciosos a nivel individual y a nivel de población, se han reportado 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 (Zadoks, 2002).

Microorganismos causantes de la mastitis ambiental

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).

Otros microorganismos patógenos incluyen en la clase ambiental de este tipo de infecciones, se trata generalmente de oportunistas que invaden la glándula mamaria cuando los mecanismos de defensa están disminuidos o cuando se introducen inadvertidamente en la glándula mamaria al realizar un tratamiento intramamario. Este grupo de microorganismo oportunistas incluyen a *Pseudomona spp.*, *levaduras*, *Prototheca spp.*, *Serratia marcescens* y *Nocardia spp.* Cada uno de estos agentes poseen características de cultivo, mecanismos patógenos y consecuencias clínicas singulares (Rodostits, et al., 2002).

La fuente de estos agentes patógenos es el entorno de la vaca. La forma de transmisión principal es del ambiente a la vaca a través de un manejo inadecuado del primero. Algunos ejemplos incluyen la cama húmeda, terrenos sucios, ubres mojadas por la leche, preparación inadecuada de la ubre y los pezones antes del ordeño y sistemas de estabulación que favorecen las lesiones en los pezones, y la exposición de los cuartos no infectados a los patógenos ambientales que pueden ocurrir en cualquier momento durante la vida de una vaca (Zadoks, et al., 2001).

Estas infecciones generalmente ocurren de forma esporádica sin embargo se pueden producir brotes en los hatos o en una región entera, normalmente como consecuencia de problemas con la higiene o el tratamiento. La mastitis causada por patógenos ambientales es el principal problema que afecta a muchos hatos lecheros bien manejado, que aplica un programa de control para los patógenos contagiosos de la mastitis. Tradicionalmente los agentes más comunes causantes de la mastitis también han sido clasificados como patógenos principales (mayores) y menores según el grado de inflamación que estos producen en la glándula mamaria (Ariznabarreta, et al., 2002).

Los patógenos menores son definidos como los patógenos que infectan la glándula mamaria causando conteos moderados de células somáticas, pero en lo general no causan signos clínicos. Estas infecciones, son especialmente frecuentes, debido sobre todo a otros *Staphylococcus* (*S. chromogenes*, *S. hyicus*, *S. epidermis*, y *S. xylosus*) o por *Corynebacterium bovis* y *Micrococcaceae* coagulasa-negativos (Ariznabarreta, et al., 2002).

Genero Staphylococcus

Los estafilococos son cocos Gram-positivos (de 0.5 a 15 µm de diámetro) que se presentan sueltos, en parejas, en pequeñas cadenas (de 3 o 4 células) y más característicamente en grupos irregulares en forma de racimos (su denominación procede del griego *staphylé*, racimo de uvas). Son anaerobios facultativos, catalasa positiva, generalmente oxidasa negativos, no esporulados, inmóviles y generalmente no forman cápsula o tienen una limitada formación capsular. En la actualidad en el género *Staphylococcus* se reconocen 32 especies y varias subespecies, si bien sólo algunas de ellas tienen importancia desde el punto de vista clínico. Los estafilococos según produzcan o no la enzima coagulasa, se dividen en dos grandes grupos: Estafilococos coagulasa positivos (ECP) y estafilococos coagulasa negativos (ECN). Existe una buena correlación entre la

producción de coagulasa y la capacidad patógena de los estafilococos de tal manera que, en general, se considera que los ECP son patógenos y que los ECN no lo son. No obstante, algunas especies de ECN se han relacionado con procesos patológicos tanto en animales como en el hombre (Vadillo, et al., 2002).

Staphylococcus aureus

El *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) es la principal causa de infección intramamaria en los rumiantes (Bayles, et al., 1998) por lo que se le considera el agente causal más importante y frecuente de la mastitis bovina.

Aunque varios patógenos bacterianos pueden causar la mastitis, el *S. aureus* es el primer agente etiológico en la mayor parte del mundo (Tollersrud, et al., 2000), ha surgido como el más prevaleciente, y una vez establecido en la glándula mamaria es muy difícil de erradicar y causa las pérdidas económicas más considerables en la industria de la leche (Sordelli, et al., 2000).

El *S. aureus* es el patógeno principal responsable de una amplia gama de infecciones agudas y crónicas. El primer paso en las infecciones por *S. aureus* es la adherencia a las diferentes superficies y colonización de tejidos del organismo infectado. Para este propósito el *S. aureus* presenta una familia de adherencias llamada MSCRMMs (componentes de la superficie microbiana que reconocen las moléculas adhesivas de la matriz). Estas interacciones permiten al *S. aureus* adherirse a una variedad de líneas celulares y promover la invasión y muerte por apoptosis de células epiteliales infectadas. Otro paso en la colonización del *S. aureus* es la formación de una biopelícula. La formación de esta biopelícula es una inquietud importante en las infecciones porque protege a los microorganismos de los leucocitos y antibióticos, llevando a la infección crónica y septicemia. Fenómenos similares ocurren con otras bacterias patógenas, como *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus pneumoniae*, *Klebsiella pneumoniae*,

Neisseria meningitidis, *Escherichia coli* y *Haemophilus influenzae* (Cucarella, et al., 2002).

El *S. aureus* se reconoce mundialmente como una causa frecuente de infecciones intramamarias subclínicas en las vacas lecheras (Riollet, et al., 2000). El reservorio principal del *S. aureus* parece ser el cuartero infectado y la transmisión entre las vacas, normalmente, ocurre durante la ordeña, la interacción del *S. aureus* con las células de la glándula mamaria bovina es considerada esencial en el rol que desempeña en la patogénesis de la mastitis (Lammers, et al., 1999).

El *S. aureus* es actualmente uno de los patógenos más difíciles de controlar porque puede extenderse rápidamente entre el hato y puede responder pobremente a una terapia antibiótica convencional; la naturaleza crónica de la mastitis bovina por *S. aureus*, indica que algunos productos o componentes de este patógeno pueden interferir en el desarrollo de la inmunidad protectora (Ferens, et al., 1998).

Este patógeno puede causar muchas enfermedades en los humanos y animales, es el agente causal de muchas infecciones oportunas en los humanos y los animales. Las infecciones debidas al *S. aureus* es de la mayor importancia en la medicina veterinaria y humana. En el humano el *S. aureus* es un patógeno responsable de la septicemia, endocarditis y el síndrome del shock tóxico; ocasionando la mastitis en las vacas y ovejas (Zadoks, et al., 2001).

El *S. aureus* exporta una gran variedad de enzimas, algunas de las cuales tienen factores de virulencia conocidos, algunas de estas enzimas son capaces de incrementar las características invasoras del microorganismo y lo protegen de los mecanismos corporales de defensa (Reed, et al., 2001).

Staphylococcus chromogenes

El *Staphylococcus chromogenes* (*S. chromogenes*) es considerado un patógeno secundario de la mastitis bovina; sin embargo, muchos estudios recientes, han mostrado la importancia que ha adquirido en la infección de la glándula mamaria bovina. El *S. chromogenes* puede causar infecciones más severas que, en promedio, puede causar otra especie de estafilococos (Denvriese, et al., 2002)

El *S. chromogenes* es una especie que prevalece en la mastitis subclínica, con un impacto bien establecido en el conteo de las células somáticas. En un estudio realizado con 70 muestras de *S. chromogenes* se determinó que todas eran susceptibles a la acción de la neomicina, gentamicina, eritromicina, enrofloxacin, penicilina y a las cefalosporinas, representadas en este estudio por la cloxacilina (Denvriese, et al., 2002).

Corynebacterium bovis

El *Corynebacterium bovis*, frecuentemente se aísla de la leche de glándulas mamarias de vacas infectadas de mastitis y es asociado con la reducción en la producción de leche. Está relacionado con formas muy apacibles de inflamación mamaria. La única manifestación de esta infección es un ligero aumento de la cuenta de células somáticas (Watts & Rossbach, 2000).

Mycoplasma agalactiae

El *Mycoplasma agalactiae* es el principal agente causal de la agalactia contagiosa. Este síndrome es caracterizado por la agalactia, la mastitis, la artritis y a veces la

Queratoconjuntivitis. Causa severas pérdidas económicas, particularmente en los hatos de ganado lechero, debido a que el *Mycoplasma agalactiae* es persistente y muy contagioso, que hace casi imposible la producción regular de queso (Fleury, et al., 2001).

Genero Streptococcus

El término *Streptococcus* (*Streptós*, trenzado; *kókkos*, grano) fue utilizado por primera vez por Billroth, en 1874. Para describir unos microorganismos de forma cocácea, dispuestos en cadena. Son células esféricas u ovoides, con un diámetro de 0.5 a 2 μm , que se dividen en un plano y pueden quedar adheridas y formar parejas o bien cadenas largas cuando crecen en medios de cultivo líquido. A excepción de algunas especies, son generalmente inmóviles y no capsuladas (Vadillo, et al., 2002).

Los estreptococos son organismos Gram-positivos, de catalasa negativa, que frecuentemente son aislados de la glándula mamaria bovina y de tanques de leche cruda. Algunos organismos que pertenecen al género *Enterococcus* y *Streptococcus* en particular el *Enterococcus faecium*, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus equinus* y el *Streptococcus uberis*, han sido bien documentados como agentes etiológicos de mastitis bovina y sus resultados han provocado severas pérdidas económicas a la industria lechera. Los estreptococos son, probablemente, el segundo grupo en importancia, después de los estafilococos, responsables de la mastitis. Aunque el *Streptococcus agalactiae*, el *Streptococcus uberis* y el *Streptococcus dysgalactiae* son las especies más frecuentemente identificadas, otra especie de estreptococos, el *Streptococcus parasanguinis*, ha sido implicado en las infecciones de la glándula mamaria (Sawant, et al., 2002).

Streptococcus agalactiae

El *Streptococcus agalactiae* es considerado una de las mayores causas de infecciones intramamarias bovinas. Es un patógeno muy contagioso de la glándula mamaria, donde puede sobrevivir por largos períodos de tiempo (Martinez, et al., 2000).

Streptococcus uberis

El *Streptococcus uberis* es una bacteria patógena medioambiental que induce, en una proporción significativa, la mastitis clínica bovina en todo el mundo. El *Streptococcus uberis* es un importante patógeno medioambiental involucrado en los casos de mastitis subclínica y clínica durante el periodo de lactación temprana y el periodo seco, y es responsable del 12 al 14% de la mastitis clínica en vacas lactantes. Se han diferenciado 31 especies del género *Streptococcus* incluidas las especies *S. uberis* y *S. parauberis*, ambas especies son bien conocidas como agentes causales de mastitis bovina (Hassan, et al., 2001).

Streptococcus dysgalactiae

La mastitis causada por patógenos medioambientales es un gran problema que afecta a los hatos lecheros. De entre los patógenos medioambientales, el *Streptococcus dysgalactiae* ha sido frecuentemente aislado de las infecciones intramamarias durante la lactación y el período seco (Vasi, et al., 2000).

El *Streptococcus dysgalactiae* es una de las especies bacterianas más importantes aislada en la mastitis bovina. El de la especie hemolítica, es un patógeno muy común en la mastitis clínica y subclínica. Este patógeno es muy capaz de sobrevivir en la boca, vagina y piel de los animales saludables que pastan. Debido a su situación medioambiental, los métodos de higiene normales y la terapia del antibiótico son menos eficaces previniendo las infecciones por *Streptococcus dysgalactiae* que las infecciones por otro patógeno contagioso (Vasi, et al., 2000)

Escherichia coli

La mastitis medioambiental es causada por bacterias coliformes. La mayoría de las bacterias coliformes son clasificadas como *Escherichia coli* (*E. coli*). La mastitis ocasionada por la *E. coli* es normalmente esporádica y las señales clínicas varían desde muy severa, incluso formas fatales, a mastitis apacible, donde las vacas tienen solo señales locales en la ubre (Kaipainen, et al., 2002).

La mastitis es un problema importante en la industria lechera y la mastitis producida por *E. coli* es sobre todo la principal enfermedad en las vacas. La razón para la importancia de la mastitis por *Escherichia coli* es su creciente incidencia y los síntomas severos. Este aumento puede ser debido al uso rutinario de la terapia de la vaca seca, la cual es eficaz contra el organismo contagioso Gram positivo, pero no contra el patógeno medioambiental como *E. coli*. La infección de la ubre por este patógeno probablemente es resultado de contaminación fecal (Correa M. & Marin, 2002).

La *E. coli* ha sido clasificada como un agente patógeno medioambiental que induce la mastitis clínica, que es caracterizada por una intensa concentración de neutrófilos, que lleva a la eliminación de las bacterias (Bradley & Green, 2001).

Hongos y levaduras.

La incidencia de mastitis debida a hongos es usualmente muy baja en los hatos lecheros, pero algunas veces puede ocurrir en proporciones epizoóticas.

Diversas especies de levaduras han sido reportadas en muchos países como causantes de mastitis. La infección fungal de la glándula mamaria es predominantemente causada por levaduras del género *Cándida*. Los hongos no son un agente extraño en la mastitis bovina y son frecuentemente considerados en la mastitis medioambiental debido a la pobre higiene animal (Krukowski, et al., 2000).

Prevalencia

Este termino se refiere a la cantidad de enfermedad presente en una población conocida durante un periodo de tiempo determinado, sin distinguir los casos nuevos de los antiguos (Silva, 2007) .

Así se puede describir una prevalencia anual, mensual o de toda la vida. La prevalencia generalmente se expresa como una prevalencia puntual la cual es la cantidad de enfermedad que existe en una población en un momento determinado del tiempo. A pesar de que la prevalencia puede ser definida completamente como el número de vacas afectadas generalmente se expresa en términos del número de animales enfermos en relación con la cifra de animales existentes en la población en riesgo de desarrollar una enfermedad.

Prevalencia de mastitis clínica

A pesar de que la prevalencia de la mastitis sub-clínica ha estado declinando en los últimos años, este fenómeno no fue acompañado por una disminución general de del nivel de mastitis clínica.

Mientras que la enfermedad clínica causado por los patógenos contagiosos *S. Aureus*, y *sc. Agalactiae* ha disminuido significativamente, la proporción causada por estreptococos y coliformes ambientales ha aumentado si bien la incidencia general ha bajado un poco (Philpot & Nickerson, 2000).

La mastitis clínica muchas veces se expresa como la tasa a la cual suceden los casos clínicos, es decir, la cantidad de episodios por cada 100 vacas por mes. La mayoría de los registros indica que la prevalencia de la mastitis clínica oscila entre el 2 y el 5 % del hato en ordeña por mes, la tasa de mastitis clínicas causadas por patógenos ambientales es alta durante los meses calurosos y húmedos del verano. En los hatos con bajo CCS la mayoría de los casos clínicos son causados por *Estreptococos* y coliformes ambientales, la mayoría de las infecciones clínicas es causada por *S. Aureus* y *Sc Agalactae*.

Prevalencia de la mastitis sub-clínica.

No hay datos exactos sobre la prevalencia de la mastitis, valores de hace 30 o 40 años indican que aproximadamente el 50 % de las vacas tenían dos cuartos infectados, lo que equivale al 25 % de los cuartos

La prevalencia de mastitis subclínica se ve reflejada en el CCS, una baja prevalencia va acompañada de un bajo CCS y viceversa. Registros recientes indican que muchos hatos tienen un CCS inferior 200 000/ml, lo que se considera el límite superior para la leche normal, un CCS superior a este valor indica que la

vaca o el cuarto están infectados con algún tipo de microorganismo causante de mastitis.

Factores de riesgo relacionados con la mastitis

Los efectos de la estación se consideran un factor de riesgo de la mastitis. El conteo celular somático (CCS) es importante para el productor lechero porque hay una buena relación documentada entre la mastitis subclínica (según medida por CCS) y la producción de leche.

Una revisión de 19 monografías que estudiaban la relación concluyo que cada aumento al doble de la CCS sobre 50,000 células/ml causaba una pérdida de 0.4 a 0.6 kg de leche por día en vacas primíparas y multíparas respectivamente. Se estima que la producción total de leche de lactancia se reduce en 80 kg para primíparas y 120 kg en multíparas por casi el doble de aumento en la media geométrica CCS sobre 50,000 células/ml (Avila & Gutierrez, 2004).

Factores socioculturales y de manejo.

La fuente principal de infección es la secreción de la glándula mamaria infectada y que se disemina por las manos de los ordeñadores y por el equipo de ordeño (Hernández, 2007).

Cuando se utiliza personal con falta de capacitación o cuando la carga de trabajo es muy intensa y la gratificación por su desempeño es limitada, se propicia la presentación de actividades que repercuten negativamente tanto en la salud de la ubre y en la calidad de la leche; así como indirectamente, sobre la salud propia de del ordeñador (Avila & Gutierrez, 2004).

En los establos los productores rutinariamente aplican una jeringa antimastitica cuando detectan el problema y al siguiente día si sigue mal la glándula aplican otro diferente, estas prácticas empíricas provocan resistencias bacterianas por lo que no debemos permitir que sucedan ni que el uso de antibióticos y los tratamientos los realicen empíricamente (Cano, 2006).

Factores Ambientales

El ganado estabulado se encuentra en más riesgos que el ganado en pastoreo. Las condiciones que aumentan la densidad del ganado, como en las concentraciones en áreas techadas pueden contribuir a aumentar la carga de patógenos (Harmon, 1996).

Un incremento en la temperatura ambiental incrementa la frecuencia respiratoria que es el principal mecanismo mediante el cual las razas europeas disipan el calor. El calor producido por las vacas lactantes es cerca del doble de las no lactantes. La producción de leche y el consumo de alimento se reducen automáticamente en un esfuerzo para contrarrestar la producción de calor corporal cuando se eleva la temperatura ambiental. Un menos apetito es la causa principal de una menor producción láctea. La humedad elevada afecta adversamente la producción únicamente cuando la temperatura excede los 24 °C. La provisión de sombra, ventiladores, rociadores, aire refrigerado alivia el estrés térmico (Avila & Gutierrez, 2004).

No existe un método o un producto único para la exposición en el medio ambiente. La remoción diaria de las excretas y los materiales de cama sucios y el alojamiento de las vacas sobre arena lavada pueden reducir la tasa de infección (Harmon, 1996).

Factores nutricionales

Se ha hecho un énfasis particular sobre la adecuada nutrición de micronutrientes durante el periodo seco, porque al momento del secado y del periodo periparto son los momentos cuando la glándula mamaria está más susceptible a las nuevas infecciones por patógenos (Harmon, 1996).

Las vitaminas A, E y el selenio pueden contribuir a la resistencia frente a ciertos tipos de mastitis. Estudios realizados, demostraron que la adición a la dieta de antioxidantes como lo es el selenio y las vitaminas A y E, tenía un efecto beneficioso en la salud de la ubre de las vacas lecheras, al disminuir la incidencia y la duración de las mastitis clínicas (Avila & Gutierrez, 2004).

La suplementación con proteínatos de cobre y zinc parece ser prometedora en el mejoramiento de la salud de la ubre y el conteo de células somáticas. La reducción de mastitis y la disminución de conteo de células somáticas en el rebaño lechero resultara en beneficios económicos significativos; así como en el mejoramiento y bienestar de los animales (Harmon, 1996).

Repercusiones de la mastitis bovina

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. La causa más común del sacrificio temprano de vacas lecheras son los problemas de salud de las glándulas mamarias, además de problemas de fertilidad. El 26.5 % de las vacas sacrificadas en el continente americano se debe a trastornos ocasionados por la mastitis (Wolter, et al., 2004).

Las pérdidas por mastitis se clasifican así:

Mastitis clínica

- perdida por baja producción de animal enfermo.
- perdida de producción durante la eliminación del medicamento.
- Frecuentemente hay un perjuicio duradero en el rendimiento de la vaca
- Costos de medicamento y de médico veterinario
- Aumentó de los costos de la mano de obra.

Mastitis subclínica

- Una considerable reducción en la producción diaria de leche
- Cambios importantes en la composición de la leche y, en consecuencia, en el cuajo del queso.
- Se afectan el valor higiénico de la leche.

Los daños causados por la mastitis subclínica son mucho mayores, ya que esa forma de mastitis es una de 20 a 50 veces más frecuentes que la mastitis clínica. Además de los altos costos financieros para el ganadero. La mastitis tiene una gran repercusión en el valor higiénico de la leche y de sus subproductos debido a que:

- Algunos agentes causantes de mastitis son patógenos para los humanos
- Puede haber residuos de antibióticos o químicos en la leche por el tratamiento de la ubre,

Las leyes y el consumidor exigen que la leche provenga de animales sanos. Pero la industria de lácteos con muy significativas las alteraciones que la mastitis causa a la leche: el tiempo de cuajado aumenta y la cantidad de queso disminuye considerablemente.

Impacto de la mastitis en la salud pública

El amplio consumo de productos lácteos y las recientes epidemias de enfermedades animales que reciben mucha publicidad ha aumentado la preocupación del consumidor acerca de la calidad de alimentos de origen animal, coincidente con estas tendencias, la globalización que ha influenciado la definición de leche de alta calidad además de que las expectativas del consumidor cada vez afectan más las prácticas de manejo animal (Ruegg, 2001).

La resistencia cuesta dinero, medios de subsistencia y vidas humanas, y amenaza con socavar la eficacia de los programas de atención de la salud. Se ha descrito recientemente como un problema para la estabilidad mundial y la seguridad de los países. Pocos estudios han indicado que los clones resistentes se pueden reemplazar por otros susceptibles; sin embargo, en general tarda en revertirse o es irreversible (FAO, 2014).

La leche contaminada pone en peligro a la salud de quienes la consumen, en el caso del hombre cobra gran importancia la diseminación de bacterias causantes de enfermedades tales como: tuberculosis, brucelosis, faringitis estreptocócica, entre otras (Avila & Gutierrez, 2004).

Las dos fuentes más importantes de bacterias en la leche cruda son:

1. Patógenos de mastitis de la ubre.
2. Patógenos ambientales que contaminan la máquina de ordeño.

Anatomía y fisiología de la glándula mamaria

La ubre es conocida como una glándula exocrina debido a que la leche es sintetizada en células especializadas agrupadas en alveolos. Existen aproximadamente un millón de alveolos por pulgadas cubica y es excretada mediante un sistema de conductos. Cada mitad está conformada por una glándula anterior y posterior denominada cuartos. La capacidad productora de los cuartos posteriores es mayor 60 % que la de los cuartos anteriores (Wattiaux, 1996).

Glándula mamaria

La glándula mamaria de la vaca, o también conocida como ubre, es una glándula túbulo alveolar exocrina cuya función es la producción de calostro y leche. Se localiza en la región inguinal de la vaca, llegando a pesar hasta 60 kg y posee una serie de ligamentos que le permite dar soporte a la glándula. La ubre está formada por cuatro glándulas mamarias independientes, cada glándula tiene un pezón por donde sale la leche al exterior a través de un canal del pezón (Cunningham & Klein, 2009)

El desarrollo de la glándula mamaria se da en diferentes etapas de la vida del animal, iniciando en la etapa fetal, después del nacimiento (mamogénesis, lactogénesis, galactopoyesis) e incluso existe una etapa de involución, durante cada periodo seco (Rowson, et al., 2012).

Sistema suspensorio de la glándula mamaria

La glándula mamaria se sitúa por debajo del piso de la pelvis y se encuentra suspendida por una serie de ligamentos que le permite soportar el peso de la ubre y la leche previo a la ordeña, llegando a pesar hasta 60 kg; esto es posible gracias a un sistema de ligamentos denominado aparato suspensorio, que se encuentra integrado por: piel, ligamentos superficiales laterales, ligamentos mediales y ligamentos laterales profundos (Imagen 1) (Blowey & Edmondson, 1995).

- Piel: Protección contra agentes nocivos externos, pero presenta poco nivel de soporte.
- Ligamentos superficiales laterales (no elásticos): Se originan en el piso de la pelvis, pasando por debajo y sobre los bordes laterales de la ubre (Blowey & Edmondson, 1995).
- Ligamentos mediales: Se ubican entre ambas glándulas y se originan en el piso de la pelvis, asociándose a la pared del abdomen. Pasan por el centro de la ubre, donde se ramifican y unen con los ligamentos mediales de ambos lados; estos ligamentos en especial están formados por fibras elásticas, que le permiten al parénquima distenderse durante la lactación (Blowey & Edmondson, 1995).
- Ligamento lateral profundo: Se origina en el piso de la pelvis, pasa por debajo del ligamento medial, donde emite raíces que profundizan dentro del parénquima glandular con los ligamentos mediales y laterales. Se ramifica hasta el pezón donde se une con los ligamentos mediales para ofrecer mayor sostén al aparato suspensorio y proteger a los vasos sanguíneos y linfáticos que pasan por el canal inguinal, que se ubican en la parte posterior de la ubre (Blowey & Edmondson, 1995).

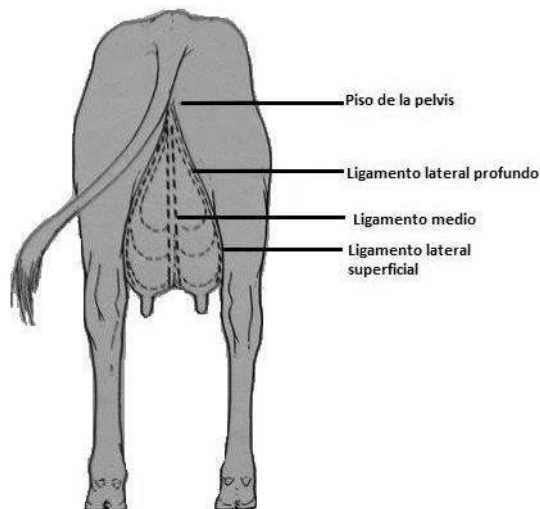


Imagen 1. Sistema suspensorio de la glándula mamaria. Obtenido de Blowey et al., 2010.

Anatomía del sistema de síntesis y colector de la glándula mamaria

La glándula mamaria está compuesta por dos estructuras principales: el parénquima de tejido glandular o de síntesis de leche, formado por una red de alvéolos recubiertos por un epitelio simple cuboide, y el sistema de conductos intralobulares, que sirve de conductor de leche (Dukes, 2009). Cada alvéolo tienen un diámetro aproximado de 100 a 300 μm dependiendo de la cantidad de leche que contengan en su interior, estos alvéolos se encuentran cubiertos por células mioepiteliales que ayudan a su contracción y cada uno de ellos cuenta con una red capilar de vénulas y arterias, se agrupan en unidades denominadas lobulillos, que se encuentran cubiertos por tejido conectivo y que llegan a contener un volumen aproximado a 1 mm^3 , estos lobulillos se agrupan a su vez en grupos más grandes también cubiertos por tejido conectivo (Dukes, 2009).

El sistema de conducción de leche, se encuentra ramificado e inicia con un conducto intralobulillar, el cual se conecta al ducto lobulillar y drena en los ductos galactóforos, converge con otros conductos hacia la cisterna de la glándula y del

pezón, estos ductos se encuentran cubiertos por un epitelio escamoso estratificado, donde los conductos están cubiertos por células cuboides, a su vez cubiertas por células cilíndricas; cada uno de los conductos galactóforos se vacía en una cisterna que se ubica por encima de la cisterna del pezón, esta cierra por un pliegue cricoideo y cada pezón cuenta con una cisterna independiente. La vaca cuenta con un esfínter muscular que se encarga de la retención de leche (Dukes, 2009)

El pezón mide aproximadamente 8 cm y tiene forma cilíndrica, está formado por epitelio escamoso estratificado, cubierto por una línea de queratina que comunica la leche con el exterior a través de un canal que se llama seno lactífero, dividido por pliegues en la mucosa. La mucosa está cubierta por tejido conectivo y células musculares lisas, al final del pezón se encuentra una estructura llamada proceso papilar que se mantiene cerrado por la roseta de Furstenberg, formado por 7 a 8 pliegues de tejido conectivo (Imagen 2) (Dukes, 2009).

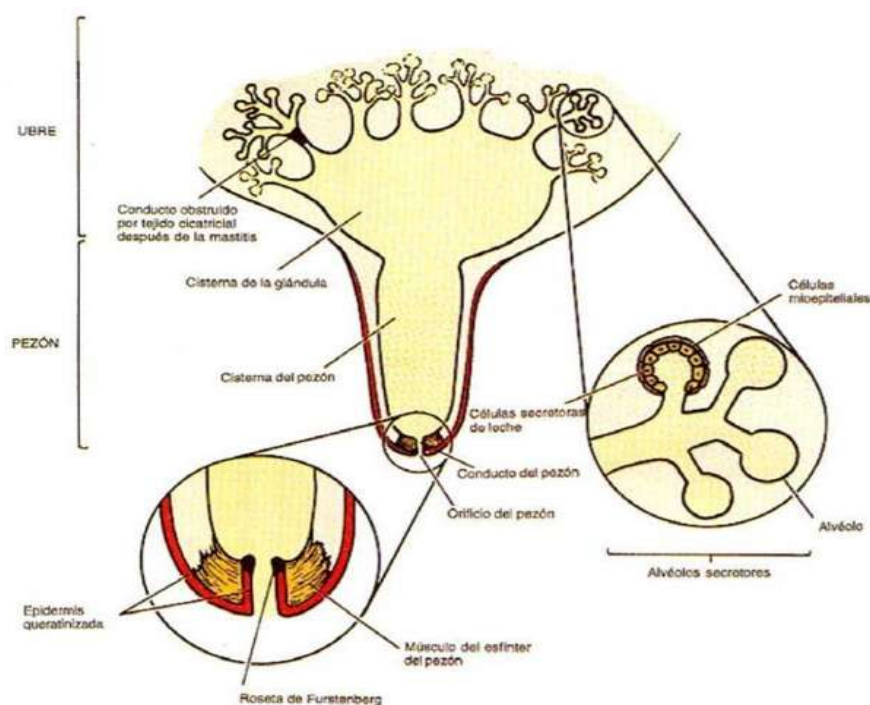


Imagen 2. Esquema de ubre y pezón, conductos y sistema secretor de leche. Obtenido de Blowey et al., 2010.

Irrigación e inervación de la glándula mamaria

Se estima que, por cada litro de leche, es necesario que 500 litros de sangre fluyan a través de la glándula mamaria. La irrigación está a cargo de la arteria pudenda externa (una vez que ha pasado por la pared abdominal y los muslos), se complementa por una rama de la arteria perineal ventral (Dyce, et al., 1999)

La arteria pudenda externa entra en la ubre al pasar por el canal inguinal acompañado de una vena, vasos linfáticos y nervios. Esta se divide en la arteria mamaria craneal y caudal, incluyéndose parcialmente al ramificarse en el tejido de la ubre, donde se anastomosan las arterias mamarias de ambas mitades y se interconectan caudalmente a las láminas mediales (Dyce, et al., 1999).

Las venas están distribuidas a través de conexiones trasversales por sobre la base de la ubre, las venas pudendas externas se encargan del drenaje venoso y las venas subcutáneas abdominales o epigástricas caudales superficiales (vena de la leche) por la porción ventral del abdomen. Estas venas presentan un curso tortuoso (sinusoides), que se forman en el último tercio de la primera gestación, al darse una anastomosis entre las venas epigástricas superficiales caudal y craneal, que cumplen la función del drenaje de la pared abdominal, desembocando en la vena pudenda externa. Conforme el animal crece, llegan a establecerse conexiones alternativas con venas más profundas, comunicándose con la vena torácica superficial, siguiéndose hasta la axila y se une con la vena torácica interna, a esta unión se le conoce como “fuente de leche” (Imagen 3).

Los vasos linfáticos que llegan directamente a los nódulos linfáticos mamarios se ubican en ambas mitades de la ubre, estos vasos linfáticos superficiales son dirigidos al nódulo lateral, mientras que los vasos profundos se dirigen al nódulo medial. Los vasos eferentes drenan en el nódulo linfático inguinal profundo al pasar por el canal inguinal (Dyce, et al., 1999),

La inervación de la ubre está a cargo de los nervios espinales lumbares y sacros, mientras que la inervación del tejido glandular y la parte profunda del pezón están a cargo del nervio genitofemoral, la piel de la ubre esta inervada por las ramas ventrales del 1º y 2º nervio lumbar, nervio genitofemoral y nervio pudendo (Dyce et al., 1999).

Las fibras simpáticas aferentes se encargan de la estimulación al momento de la bajada de la leche, iniciando la liberación de oxitocina; y las fibras aferentes se encargan de la musculatura lisa del pezón, vasos sanguíneos y células mioepiteliales del parénquima glandular (Dyce et al., 1999).

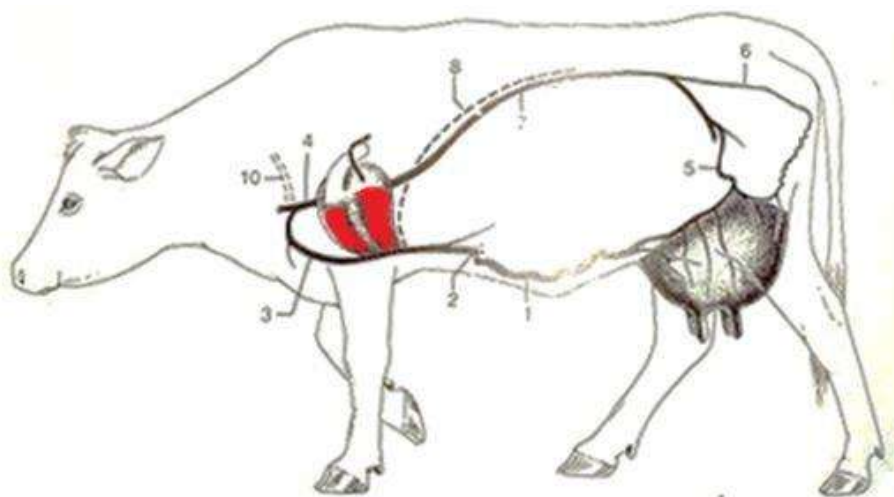


Imagen 3.1, v. subcutánea abdominal ("vena de la leche"); 2, "fuente de leche"; 3, v. torácica interna; 4, v. cava craneal; 5, v. pudenda externa; 6, v. pudenda interna; 7, v. cava caudal; 8, diafragma. Obtenido de Dyce et al., 1999, Dibujado por Jeanne Peter.

Fisiología de la glándula mamaria.

En la producción de leche intervienen diversos factores tales como: la salud del animal, dieta, hormonas y el ordeño (Blowey & Edmondson, 1995). El inicio de la lactación representa un gran reto de adaptación para el metabolismo, porque aumenta el consumo de alimento y agua, hipertrofiando todo el tracto digestivo para poder absorber más rápidamente los nutrientes, regulado por el sistema nervioso central (SNC) mediante la producción de hormonas, neuropéptidos y neurotransmisores (Dukes, 2009)

La leche es producida en el citoplasma de las células alveolares, donde todos los precursores llegan a través del torrente sanguíneo por las membranas basales, laterales y sale por la membrana apical del alvéolo donde espera ser expulsada hacia el exterior. Este tipo de respuesta fisiológica refleja la capacidad de la glándula mamaria para producir y almacenar leche; mientras que la expulsión de leche depende de estímulos neuroendocrinos para su eyección. Se debe tomar en cuenta que la mamogénesis es el desarrollo de la glándula mamaria, la lactogénesis se define como la iniciación de la secreción de leche y la galactopoyesis describe el mantenimiento de la lactación. Para que la lactación se inicie, es necesaria la interacción de diversas hormonas como la prolactina, esteroides, hormonas tiroideas y la hormona del crecimiento, producidas en la hipófisis, hipotálamo y los ovarios (Dukes, 2009).

Higiene y manejo de la ordeña

Para poder lograr y asegurar una salud estable de la glándula mamaria en el hato, deben ser optimizados en general muchos factores al mismo tiempo. Una importancia principal la tienen el proceso de ordeño y todo lo que está relacionado con este, pero también las mejores sencillas en la técnica de ordeño, en el

proceso y la higiene, no será efectivas cuando la alimentación, el manejo del hato y las instalaciones no se mejoren al mismo tiempo (Aguilera Vázquez, 2012).

Ordeño

El propósito del ordeño es una extracción completa, cuidadosa y rápida de la leche. Al mismo tiempo durante el ordeño debe evitarse una transición de los agentes patógenos. Una parte importante en el ordeño es el manejo de las vacas antes, durante y después del mismo, las vacas deben ser conducidas tranquilamente hacia la sala, el lugar de espera debe tener un espacio suficientemente grande, no debe haber obstáculos que dificulten la salida de las vacas y de acuerdo con el tamaño del animal deben salir hacia los corrales. En la sala de ordeño debe evitarse cualquier tipo de situación estresante (vacunaciones, inyecciones, tratamientos, toma de muestras, etc.) (Aguilera Vázquez, 2012).

El ordeño se le puede realizar de tres maneras: la primera y natural es el ordeño que hace el ternero al momento de lactar, el segundo es el ordeño manual en balde y el tercero es el ordeño mecánico.

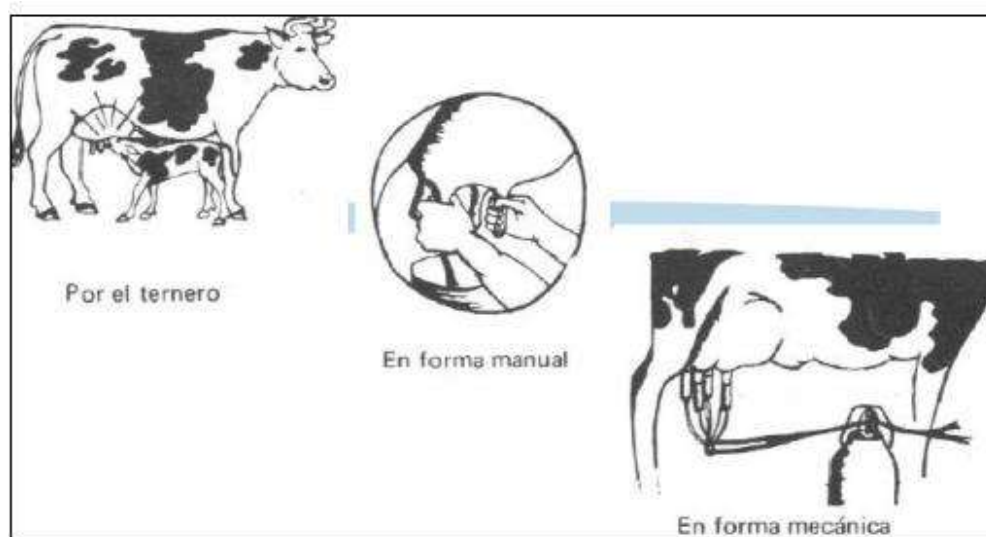


Imagen 4. Tipos de ordeño; Fuente: Díaz, 2006.

Ordeño manual

Existen dos formas de ordeño manual: ordeño de mano llena y pellizco. En el primer caso en el ordeño se utilizan dos o tres dedos de la mano especialmente cuando los pezones son pequeños (Díaz, 2006).

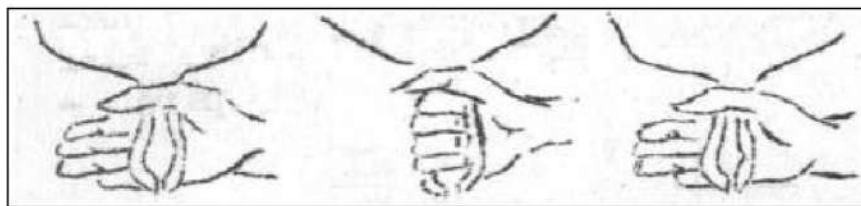


Imagen 5. Ordeño manual con mano llena; Fuente: Díaz, 2006.

En el ordeño manual es más probable el contagio de la enfermedad debido a que existe una sola persona encargada del ordeño y generalmente no toma las medidas adecuadas al momento de la extracción de la leche perjudicando su higiene y calidad.

Proceso de ordeño

Las mejores condiciones son tranquilidad, regularidad y una rutina adecuada. Para la mejorar y conservación de la salud de las vacas lecheras en un hato es de importancia decisiva el trabajo del ordeñador este tiene a la vaca 2 o 3 veces al día en la sala de ordeño y con esto la posibilidad de observar su estado de salud.

Una vaca con alta producción lechera quiere ser ordeñada ya que para ella la lactación es como un desahogo, la vaca reacciona a los sonidos de la maquina

ordeñadora como son la bomba de vacío, los motores, las válvulas, etc. Con una distensión del sistema nervioso en todo el organismo. Esta distensión y una preparación adecuada ocasiona que los haces musculares espirales del canal lácteo de los pezones y el esfínter del pezón se relajen. El cierre del canal lácteo se afloja y empieza una gota de leche, es la distensión y el relajamiento del tejido se observa porque se ocasiona un acortamiento - alargamiento periódico del canal lácteo. Este relajamiento no tiene nada que ver con la preparación autentica, pero es un requisito para la liberación de la hormona oxitocina (Blowey & Edmondson, 1995).

Todas las manipulaciones de la ubre deben causar un efecto de preparación esto es, se debe de dar un masaje en los pezones cuidadosamente (30 seg. mínimo) hasta que aparezcan los primeros chorros de leche. Entonces la preparación tiene un tiempo limitado para poder lograr un flujo óptimo de la leche y un ordeño efectivo con la maquina se debe colocar el aparato de ordeño después de 60 segundos después de iniciada la manipulación. Pero no debe de pasar de 90 segundos la colocación de las pezoneras en la ubre de la vaca, una preparación adecuada de la ubre puede disminuir el tiempo de ordeño de la vaca y disminuir el manejo posterior.

Las diferencias en la preparación se observan cuando el flujo de leche asciende muy lentamente y ese asenso es frecuentemente interrumpido. Cuando hay un ordeño malo aumenta mucho el periodo del mismo, el flujo máximo de la leche se retrasa y es mucho menor que cuando hay un estímulo adecuado entonces hay trastornos porque el tempo total de ordeño se retrasa. El rendimiento de la vaca disminuye debido al mal ordeño con el cual el potencial lácteo del hato lechero se reduce (Aguilera Vázquez, 2012).

Si el aparato de ordeño es colocado en la vaca no preparada el vacío succiona el pezón profundamente al vaso de la pezonera, esto conduce a un cierre temprano de las cisternas del pezón y de la glándula.

Entonces desde un principio se impide el ordeño y causa un retraso en el tiempo del mismo, al final del proceso de ordeño el ordeñador debe de comprobar si aún fluye la leche. En este caso se ocasiona una presión negativa en la cisterna del pezón por lo que este con el movimiento del plástico de la pezonera aumenta su volumen sin que pueda fluir leche de la cisterna de glándula para llenar el espacio. Este vacío residual provocado ocasiona que penetren los agentes causales de mastitis. Este vacío residual provocado ocasiona que penetren los agentes causales de mastitis sin que estos puedan ser evacuados en la leche ya que no fluyen más (Aguilera Vázquez, 2012).

Los siguientes puntos deben ser observados durante el ordeño ya que influyen en la salud de la ubre:

1. el tiempo de ordeño debe ser uniforme. Cada mañana y tarde debe empezar consecuentemente a la misma hora, en el manejo del establo deben de observarse los tiempos similares para el ordeño de cada vaca ya que los retrasos son una negligencia y causa pérdidas, los tiempos entre ordeño de 14 horas o mas no deben de suceder.

2. cuando la vaca no entra voluntariamente a la sala de ordeño.

Posibles causas: un manejo doloroso en la sala de ordeño para el animal, una experiencia dolorosa en un ordeño anterior, ordeñadores nerviosos, excitados o un continuo cambio de los mismos, shocks eléctricos a las vacas por falta de la tierra en la sala de ordeño.

3. evitar el estrés

De debe evitar el estrés antes y durante el ordeño ya que las hormonas del estrés impiden la liberación completa de la leche y evita el vaciamiento de la ubre.

Las señales de estrés son una defecación continua, el pisoteo continuo y el aplastamiento de las pezoneras. La vaca debe estar completamente tranquila al ordeño, si las vacas están muy inquietas y contrariadas en la sala, pueden ser que el aparato de ordeño les de toques eléctricos.

4. interrupción del proceso de ordeño.

Cuando se seca o se ordeña un solo cuarto, se ordeña con jarra y esto causa trastornos en la rutina.

5. retrasos en la colocación de pezoneras.

Después de haber iniciad la preparación de la ubre como máximo pueden pasar de 1 a 1.5 minutos para la colocación de las pezoneras.

6. interrupción en la presión del aire al colocar las pezoneras

Cuando hay una interrupción del aire por una mala adhesión al aparato de ordeño debido a desechos en los vasos de las pezoneras o por fallas al retirar las mismas, puede ocasionar que las bacterias adheridas a las partículas de leche pasen a la punta de los pezones y al canal lácteo. Estas gotas contaminan el canal y bajo condiciones desfavorables pueden pasar como pequeñas gotas de la leche a la glándula y causar mastitis.

7. pueden enredarse en el aparato de ordeño.

Debido al peso de las copas de las pezoneras o por mangueras muy cortas puede enredarse un aparato de ordeño. Por ello puede haber cuartos que se ordeñan muy irregularmente o que no se ordeñan, lo cual va a lastimar innecesariamente a los pezones y con ello facilitar la penetración de las bacterias patógenas

8. bacterias patógenas

Muy frecuentemente existen en las pezoneras delanteras una mayor presión y una menor en las traseras por lo que los cuartos delanteros son rápida e intensivamente ordeñados y los cuartos traseros muchas veces no son ordeñados completamente. Para un ordeño satisfactorio el aparato debe colgar brevemente bajo la vaca y pulsar rítmicamente.

9. la vaca debe ser ordeñada adecuadamente. El grado de ordeño de una vaca se debe de controlar periódicamente, esto se debe hacer inmediatamente después de

reiterarlas pezoneras y con un mínimo de 10 vacas del hato, estas son ordeñadas manualmente y la cantidad de leche ordeñada no debe de pasar de 400 gr/va, en general no debe de haber más de 200gr/vaca.

Higiene del ordeño

Una higiene del ordeño óptima evita infecciones nuevas en los animales con una ubre sana. Mediante una óptima higiene en el ordeño se evita la diseminación y el aumento de los agentes patógenos de la mastitis en el hato claramente se puede disminuir. Se puede tomar medidas higiénicas a nivel del pezón y la base del mismo. Las medidas higiénicas deben ser tomadas de acuerdo con la situación actual del estado general de la salud de la ubre de las vacas con el número de infecciones que se presenten y con las necesidades que tenga el hato en ese momento (Aguilera Vázquez, 2012).

Orden del ordeño

Es un estable fijo para evitar la diseminación de los agentes patógenos de las mastitis, las vacas deben seguir un orden fijo en el ordeño, este debe ser determinado por la salud de la ubre. Las vacas sanas se ordeñan invariablemente al inicio, después de las vacas sospechosas de enfermedad, enseguida las vacas con mastitis. Las vacas dudosas son aquellas que poseen un número elevado de células somáticas, las vacas infectadas son aquellas a las cuales se les ha diagnosticado como positivas en el laboratorio.

Formación en grupos en establos libres; aquí debe haber la posibilidad de separar las vacas sanas es decir no sospechosas de aquellas que estén contagiadas con genes patógenos que causan la inflamación de la glándula mamaria y de las vacas sospechosas de estar infectadas. El primer grupo en ser ordeñado en el establo es el de las vacas sanas, no dudosas, enseguida las vacas sospechosas y después las vacas infectadas (Báez G., 2002).

Desinfección entre vacas / lavado del aparato de ordeño entre vacas

La transmisión de agentes patógenos de mastitis de una vaca a otra en el ordeño mediante el aparato puede ser evitada efectivamente mediante una desinfección del aparato entre ordeñas (Báez G., 2002).

La desinfección del aparato de ordeño puede realizarse con el método de las tres cubetas. Desinfección con la manguera de yodo, el retro lavado, etc. Se debe observar que todas las pezoneras queden bien desinfectadas. También se debe observar que antes de colocar en las ubres nuevamente en el aparato de ordeño este haya escurrido bien, para evitar que el agua se mezcle con la leche.

Pre-ordeño y vaso de despunte

Se debe hacer un pre-ordeño o despunte con un vaso especial el cual debe de tener en cubierta negra u obscura con coladera dentro del vaso. Un buen despunte en el vaso obscuro nos ayudara a evitar la diseminación de leche con agentes patógenos. Además, en la unión europea existe una ley que ordena el comprobar el estado de la leche antes del ordeño. Una leche visiblemente alterada no debe ser puesta a la venta o consumo (Báez G., 2002).

Limpieza de la ubre/ desinfección de los pezones antes del ordeño

En la limpieza de la ubre se deben observar 2 principios. Para cada vaca se utilizará una toalla de papel limpia. Cuando se coloca el aparato de ordeño, los pezones deben estar secos y limpios. Además, las puntas deben ser lavadas cuidadosamente. Frecuentemente parecería a primera vista que los pezones están limpios, pero a observación cuidadosa se nota que hay acumulación de suciedad en la punta de los pezones con heces fecales secas (Andrews, 2005).

Esto ocasiona en el ordeño mecánico un aerosol que puede penetrar en la ubre entonces los pezones que no han sido correctamente lavados aumentan drásticamente el riesgo de una mastitis. Lo que no es recomendable usar es la ducha de las ubres. En un caso normal escurre agua sucia en dirección de los pezones. El lavado de la ubre es aceptable únicamente en caso de que la ubre este extremadamente sucia, cuando se utiliza este procedimiento toda la ubre debe ser inmediatamente secada en forma cuidadosa (Avila & Gutierrez, 2004).

Cuidado y desinfección del pezón después del ordeño.

Las soluciones desinfectantes de los pezones deben matar bacterias patógenas causantes de la mastitis y deben actuar en la piel de los pezones y en la punta de los mismos. Además de un agente desinfectante debe de contener un componente para el cuidado del pezón. Con una desinfección cuidadosa de los pezones puede reducir la presentación de nuevas infecciones intramamarias en un 50 – 70 %. Para una desinfección efectiva se ha preferido el uso de compuestos yodados y soluciones cloradas. En todo caso debe tener un efecto desinfectante contra *S. aureus* y *Sc agalactiae* comprobado en laboratorio (Aguilera Vázquez, 2012).

Numerosas ocasiones se ha discutido si es mejor el uso de aerosol o del dipp (taza selladora). Ambos métodos son utilizados en la práctica, con el uso del sellador se observa un mejor recubrimiento de todo el pezón que con el aerosol, por lo que si se requiere lograr una mayor protección se recomienda el uso de del dipp o sellador. El vaso que contiene el sellador se debe de llenar solo con la cantidad a usar, el resto de la solución debe ser desechado. Antes de volver a llenar el vaso, este debe ser bien lavado, cuando se utiliza el dipp este debe de cubrir mínimo dos terceras partes del pezón.

Independientemente del método a utilizar, se debe de hacer una desinfección de los pezones inmediatamente después del ordeño y a todas las vacas deben de aplicarse un sellador. Un buen efecto, es decir el evitar nuevas infecciones puede ser logrado cuando se realiza una desinfección metódica y por largo tiempo de los pezones (Aguilera Vázquez, 2012).

Diagnóstico

El rápido diagnóstico de la mastitis bovina es de vital importancia para la aplicación inmediata de medidas de control y tratamiento. Impidiendo que la infección se agudice en la glándula afectada y se propague a otros animales, se espera reducir al máximo el coste económico de la enfermedad. En el caso de la mastitis clínica, cuyos signos son evidentes, el diagnóstico es realizado directamente por el personal del establecimiento (Blowey & Edmondson, 1995).

En cambio, el diagnóstico de la mastitis subclínica presenta desafíos, ya que depende de la evaluación de ciertos parámetros en la leche cuyos valores se alteran producto de la infección. La evaluación del estatus sanitario puede realizarse sobre muestras de leche provenientes de cada una de las glándulas o cuartos individuales.

El método más directo para realizar el diagnóstico de una infección es el análisis microbiológico de la leche. Aquí se evalúa la presencia de microorganismos causantes de mastitis mediante pruebas bioquímicas y cultivo en medios selectivos y diferenciales. Pese a ser muy utilizado y dar información relevante sobre la situación infecto-lógica de la glándula mamaria, el análisis microbiológico es laborioso y de costo elevado (Philpot & Nickerson, 2000).

Prueba de California

Uno de los mejores caminos para detectar el índice de mastitis es el CMT - California Mastitis Test (Marshall & Edmonson, 2005).

Para poder realizar el diagnóstico de mastitis subclínica es necesario emplear la prueba de California (CMT); esta se trata de una prueba indirecta que mide la cantidad de ácido desoxirribonucleico (ADN) liberado por los leucocitos y agentes proteicos de la leche, que reacciona con el detergente alquilauril sulfonato de sodio y el reactivo púrpura de bromocresol, creando una solución de consistencia viscosa dependiendo del grado de inflamación de la ubre; es una herramienta de diagnóstico ampliamente utilizada con una sensibilidad del 97 % y una especificidad del 93%, es de amplia distribución y no requiere equipo costoso, se puede ocupar en el muestreo de cuartos o con una muestra del tanque enfriador; se pueden llegar a presentar falsos positivos en la leche de animales recién paridos o en vacas próximas al secado (Bedolla & Castañeda, 2007).

La prueba de CMT es una prueba de campo de fácil manejo y buena sensibilidad que se fundamenta en la capacidad que tiene el reactivo para reaccionar con el DNA celular produciendo viscosidad directamente proporcional al número de células somáticas presentes en la muestra de leche (Marshall & Edmonson, 2005).

Una vez que la vaca está lista para ser ordeñada con pezones limpios y secos, se escurren los 3 ó 4 primeros chorros de leche de cada pezón en los

compartimentos de la bandeja apropiada. Se inclina la bandeja en un ángulo de 60° para igualar la cantidad de leche en cada uno (deben quedar entre 2 y 4ml de leche). Se agrega una cantidad igual de reactivo y se inicia un proceso suave de agitación por rotación durante 15 a 20 segundos. Se analiza e interpreta la prueba de inmediato (Tabla 1).

Tabla 1. Interpretación de resultado en la Prueba de California (Gasque, 2008).

Escala de CMT	Rango de nivel de células somáticas (cs/ml)
Negativo	< 200,000
Trazas	200,000 – 400,000
1	400,000 – 1,200,000
2	1,200,000 – 5,000,000
3	>5.000.000

La interpretación de la prueba CMT es analizada de la siguiente forma de acuerdo con el grado de mastitis que presenta: **NEGATIVO**: no hay precipitado por lo tanto no hay infección. **TRAZAS**: ligera precipitación que desaparece al agitar, en ese caso es necesario comparar una mama con otra; si presenta algo de precipitación. Si solamente una mama presenta infección se considera infectada. **TIPO 1**: existe una ligera agitación con algunos filamentos grumosos, al mover la paleta por unos 20 segundos lo grumos tienden a desaparecer. No existe la formación de gel. **TIPO 2**: formación de gel apariencia de una clara de huevo. **TIPO 3**: formación del gel rápido, no pierde la forma a pesar de la agitación.

La CMT mide de forma indirecta el número de células somáticas/ml. Normalmente la leche de una glándula mamaria sana tiene menos de 100,000 cel/ml. Donde el 80% de las células son macrófagos y el 20% o menos corresponde a neutrófilos (Mellenberger & Roth, 2000).

Cuando hay inflamación originada en un proceso infeccioso el numero de celular somáticas aumenta por incremento de los neutrófilos que acuden a cumplir su acción fagocítica en el sitio de la infección llegando a representar hasta e 90% del recuento de células somáticas.

La CMT es una prueba que tiene una alta sensibilidad, pero presenta algunas deficiencias en especificidad, dando falsos positivos durante la primera semana después del parto; y en vacas que tiene más de 7 meses de producción y varios partos. En estos casos el grado de viscosidad es similar en los 4 pezones (Mellenberger & Roth, 2000).

Buenas Prácticas de ordeño

Las buenas prácticas Pecuarias (BPP) son una guía para la implementación de las normas mínimas necesarias que deben ser aplicadas en los hatos lecheros, para minimizar los riesgos de contaminación de la leche por agentes químicos, físicos y microbiológicos, así como minimizar el impacto ambiental que genera la producción de leche, maximizar el bienestar laboral de los trabajadores y maximizar las condiciones de bienestar de los bovinos que son explotados para la producción de leche (Correa, 2005).

Según Winterhalter (2005), la rutina de ordeños es simplemente la sucesión de pasos que se deben realizar para lograr obtener en forma rápida y eficiente la mayor cantidad de leche posible y con la mejor calidad sin afectar la ubre de la vaca.

El ordeño es el acto de coleccionar leche de una ubre de una vaca luego de estimularla adecuadamente y de esta manera se convierte en la actividad más importante de la ganadería de leche (Díaz, 2006).

El bienestar animal aplicando las buenas prácticas operaciones permitirá no estresar a los animales. Hay tres componentes importantes a tener en cuenta en la correcta rutina de ordeño (Winterhalter, 2005);

- El acto de ordeño debe ser rápido, ya que el mecanismo hormonal que lo regula es muy corto, y la liberación de oxitocina dura unos 5 minutos.
- Obtener la mayor cantidad de leche con la mejor calidad, es decir que no el 100% de la leche debe ser extraída, siempre queda un porcentaje mínimo de leche que es la leche residual. Es normal que así suceda, esta leche no causa ningún tipo de trastorno, ni mastitis como se piensa habitualmente.
- Se debe cuidar la ubre en el ordeño a fin de no causar daño que puedan perjudicar la futura producción, recordando que es un tejido vivo que estará en contacto con la máquina y un mal manejo puede ser la vía de entrada de enfermedades.

Impacto económico

La mastitis representa el 26 % del costo total de todas las enfermedades en el ganado lechero, las perdidas por mastitis son el doble de altas que las pérdidas por infertilidad y problemas de reproducción, un cuarto glandular afectado experimenta un 30 % de baja en su productividad y una vaca afectada pierde un 15% de su productividad.

Phillpot y Nickerson (2000), mencionan que del 70 al 80 % de todas las pérdidas son asociadas con la mastitis subclínica, mientras que solo del 20 al 30 % se deben a la mastitis clínica. Se estima que un cuarto infectado produce aproximadamente 780 litros menos de leche por lactancia que un cuarto sin infección.

Una prueba de campo practica y segura para determinar mastitis es California Mastitis test, la cual ayuda a los productores que no disponen de un laboratorio para determinar la presencia de esta enfermedad en sus hatos.

Objetivos

Determinar la prevalencia de mastitis bovina en 7 hatos lecheros familiares pertenecientes a la comunidad de Téjaro, Michoacán, a través de la prueba California.

Identificar a los microorganismos causales de los problemas de mastitis en la comunidad de Téjaro, Michoacán.

Material y métodos

El presente trabajo se realizó durante los meses de febrero a mayo del 2018 en la comunidad de Téjaro, municipio de Tarimbaro Michoacán, la cual se encuentra ubicada en las coordenadas 19°54' de latitud norte y 101° 12' de longitud oeste, a una altura msnm de 1900 metros (INEGI, 2002). Esta localidad se ubica a 15 km en dirección noroeste de la capital del estado. Su superficie es de 10,150 km², equivalente al 4.4 %. De la superficie total del municipio. El clima de la zona es templado con lluvias en verano. La precipitación pluvial máxima es de 171.5 mm³ en julio, con un promedio de 56.6 mm en agosto y una mínima de 0.06 mm³ durante enero. La humedad máxima es del 100%, con registro promedio de 56.6% y un mínimo de 7.1 %. La mayor parte de las tierras de cultivo son de riego en las cuales destaca la producción de alfalfa (Anuario Estadístico Del Estado De Michoacán, 1989). La ganadería es la segunda actividad económica, ya que es una cuenca lechera importante en el suministro de este producto a los habitantes de la capital del Estado. Esta actividad incorpora en su mayoría ganado bovino lechero de la raza Holstein (Atlas Geografico del Estado de Michoacán., 1979).

Material Biológico

Se llevó a cabo el control de mastitis en 7 hatos lecheros de la raza Holstein, explotados bajo un sistema de producción a pequeña escala (familiar), los cuales representan el 12 % de la población total del municipio (Padron Ganadero Nacional, 2017). La ordeña se realiza por los propietarios y los empleados que laboran para los mismos, de manera automatizada y de manera manual en algunos casos.

Para determinar la prevalencia de mastitis bovina, se utilizó la prueba de california para mastitis (CMT).

Se obtuvieron un total de 938 muestras en total durante las tres visitas que se realizaron a los hatos, las cuales fueron recolectadas de 80 vacas en producción.

Prueba de diagnóstico

Para determinar la prevalencia de mastitis subclínica se utilizó la prueba de California, la cual ha sido empleada durante décadas y sigue siendo la prueba más utilizada a nivel de campo para el diagnóstico de mastitis en ganado lechero. No proporciona un resultado numérico, sino más bien una indicación de si el recuento es elevado o bajo, por lo que todo resultado por encima de una reacción vestigial se considera sospechoso (Avila & Gutierrez, 2004).

La prueba consiste en el agregado de un detergente a la leche, el alquil-aril sulfato de sodio, causando la liberación del ADN de los leucocitos presentes en la leche y este se convierte en combinación con los agentes proteicos de la leche en una gelatina (Philpot & Nickerson, 2000).

De acuerdo con Wolter *et al.* (2004). El procedimiento consiste en lavar con agua los pezones sucios, evitando así arrastrar las bacterias de la zona superior de la ubre hacia la piel del pezón, después se realiza el secado de los pezones con toallas de papel desechables dejándolos limpios para tomar la muestra, se desechan los primeros chorros de leche que tienen gran importancia, debido a que pueden contener bacterias también se realiza la desinfección de las puntas de los pezones con alcohol de 70° y algodón.

Una vez hecho lo anterior, se procede a realizar la prueba de California, para lo cual se utiliza una paleta de plástico dividida en cuatro compartimentos, depositando en ella una muestra de leche de cada cuarto, se mezcla con un

reactivo de nombre comercial Diagmastin (Alquil-Aril- Sulfato), haciendo movimiento rotativo la leche de los cuartos infectados forman un gel, el cual refleja cantidad de células somáticas de la leche (Báez G., 2002).

De acuerdo con los resultados de esta prueba aquellos cuartos que resulten en primer y segundo muestreo consecutivo positivos a grado +2 o mayor se realizara la identificación de microorganismos por medio de cultivos bacteriológicos de leche de cada cuarto afectado

Método

Para la recolección de muestras, de leche de acuerdo con Sixtos (2011), se procedió a la limpieza de los pezones con toallas de papel desechables, se desecharon los primeros chorros de leche del pezón y se continúa aplicando la prueba de california (CMT), para la cual se utiliza una paleta de plástico la cual está dividida en cuatro secciones, una para cada pezón de la ubre. Se deposita en cada una de ella muestras de leche de cada pezón, y posteriormente se agregó el reactivo (aquil-arilsulfonato de bromocresol), haciendo movimientos, la leche de los pezones infectados forman un gel, la consistencia del gel se evaluó en forma visual. Estas reacciones se relacionan en general con el número de células somáticas de la leche, una reacción positiva indica mastitis. Los resultados se leyeron como negativos, trazas, 1+, 2+, 3+ y mastitis clínica.

Se continuo con la toma de muestras de leche utilizando frascos de plástico estériles, se llenaron con aproximadamente 70 ml, en los cuales previamente se anotó los datos de la vaca. Estos frascos se mantuvieron en refrigeración hasta el momento de su procesamiento en el laboratorio de bacteriología de la USAD de la FMVZ- UMSNH.

Procesamiento de las muestras en el laboratorio

El procesamiento de las muestras de leche de los pezones se realizó el día siguiente del muestreo en el laboratorio de la USAD de la FMZV-UMSNH. Las muestras se sembraron en agar 110 y agar sangre, y la identificación de los estafilococos se llevó de acuerdo con Sears y McCarthy (2003), es decir, a través de su morfología colonial, prueba de catalasa, tinción Gram, prueba de coagulasa, prueba de manitol gelatina y hemolisis.

Las placas fueron incubadas a 37°C e examinadas a partir de las 24 horas incubadas. Las colonias que se desarrollaron en agar McConkey y azul eosina de metileno, se identificaron por su morfología microscópica y pruebas bioquímicas.

Los casos con mastitis que mostraron al momento de realizar la prueba de california un conteo de células somáticas arriba de 200.000 células/ml, con o sin aislamiento de microorganismos, se le considero como afectados por mastitis subclínica. Por otro lado, las vacas que presentaron signos clínicos, leche con presencia de coágulos o sangre, alteraciones de la ubre se les considero como afectados por mastitis clínica.

Discusión y Resultados

Dentro de los factores que afectan la productividad de una explotación tenemos 1) su tamaño del hato, 2) su productividad propiamente dicha (Kg de leche por lactancia), 3) y su organización.

En el presente trabajo se analizaron un total de 938 cuartos de 7 Hatos de unidades de producción de Téjaro de los Izquierdos Municipio de Tarímbaro.

El comportamiento del número de vacas en ordeño durante el periodo de estudio se presenta en el siguiente cuadro.

Tabla 2. Numero de vacas en ordeño

PRODUCTOR	MUESTREO			TOTAL	PROMEDIO
	1	2	3		
1	10	10	10	30	10
2	17	17	14	48	15.5
3	12	12	12	36	12
4	10	10	10	30	10
5	11	11	11	33	11
6	10	10	10	30	10
7	10	10	10	30	10
TOTAL	80	80	77	237	78.5
PROMEDIO	11.42	11.42	11	33.85	11.21
CUARTOS MUESTREADOS	316	316	306	938	312.66

Ordeña

El ordeño se realiza en forma manual 71.5% (5 hatos) y mecánica 28.5% (2 hatos), en el 43.8% (3) de los hatos se realiza la ordeña una vez al día, mientras que en el 57.2% (4) se realiza dos veces al día. Los horarios matutinos de ordeña en general son fijos 6 – 7 a.m. en un tiempo aproximando de 40 min. a 1 hora en la forma mecánica, y de 1 a 2 horas en forma manual; el intervalo entre ordeña de la mañana en relación con la de la tarde de aproximadamente 7 – 8 horas, la producción promedio es de 11.3 Lt/vaca, en un rango de 95 – 205 Lt/hato/día.

La mayoría de los ordeñadores realizan una estimulación previa al ordeño (despunte), para limpiar los pezones. El 100% de los hatos la preparación de la ubre antes del ordeño consistió en limpiar los pezones con agua solo si estos contaban con un exceso de lodo o excremento, el productor no se lava las manos ni antes ni durante la ordeña, no presellan, la ordeña siempre es en el mismo orden, independientemente de la condición de las vacas, si tienen mastitis clínica o subclínica.

La ordeña manual es realizada en cubetas de 20 litros, posteriormente se cuela y se vierte en botes más grandes. Mientras que en la ordeña mecánica la leche va directo al bote limpio.

Prevalencia.

En el presente trabajo para el uso de la fórmula para la obtención de la prevalencia, se utilizó como unidad de estudio los cuartos de las vacas afectadas con mastitis bovinas.

$$\text{Tasa de prevalencia} = \frac{\text{Todos los casos de una enfermedad específica en un momento y area dados}}{\text{poblacion en ese mismo momento y area.}} \times 100$$

Para obtener los valores de prevalencia se utilizó la prueba de California para mastitis (CMT).

La (CMT) por sus características es una prueba ampliamente reconocida y utilizada a nivel mundial (Philpot & Nickerson, 2000).

La prueba se realizó justo antes del ordeño, después de estimular la vaca en la descarga de los primeros chorros de leche, una vez cada 25 días a todos los cuartos de vacas ordeñadas. Tomando en cuenta las 7 unidades de producción y los 3 monitoreos, la prueba CMT se realizó 240 ocasiones a los animales que fueron ordeñados por el productor y por monitoreo o a 938 cuartos ordeñados durante el periodo que comprende el estudio. Se consideraron positivos a los resultados T, +1, +2 +3, vacas o cuartos con mastitis clínica y animales con cuartos perdido su función.

Tabla 3. Numero de cuartos afectados con mastitis bovina

GRADO DE INFECCION	AD	PD	AI	PI	N°	%
NEGATIVO	167	158	154	164	643	68.55
TRAZA	11	10	15	12	48	5.11
1	40	47	49	40	176	18.76
2	9	13	12	12	46	4.90
3	6	6	8	5	25	2.66
MASTITIS CLINICA	0	0	0	0	0	0
CUARTOS AFECTADOS	66	76	84	69	295	31.44
CUARTOS SECOS	2	8	0	0	10	
TOTAL	233	234	238	233	938	100

Grados de respuesta a la prueba California

Grado traza

Se evaluó el porcentaje de los cuartos por monitoreo por productor que reacciono a la prueba de CMT en grado traza. Un cuarto que presenta una reacción grado traza tiene una cantidad de células somáticas de 200,000 a 400,000 celulas/ml (Gasque, 2008). Esto representa una reducción en la producción de aproximadamente el 8% (Philpot & Nickerson, 2000).

Tabla 4. . Porcentaje de cuartos con repuesta traza a la prueba de CMT por productor y por monitoreo.

TRAZA	PRODUCTOR						
MONITOREO	1	2	3	4	5	6	7
1	10.25	0	0	0	0	0	0
2	28.2	1.53	12.5	2.5	0	0	0
3	12.82	0	6.25	7.5	0	20	20
PROMEDIO	17.09	0.51	6.25	3.33	0	6.67	6.67

El promedio del porcentaje de cuartos con respuesta traza a la prueba de CMT tomando en cuenta las 3 visitas realizadas a los 7 hatos en producción fue de 5.79.

Reacción a grado 1 a la CMT

Un cuarto que presenta una reacción grado 1 a la CMT tiene un rango aproximado de células somáticas de 400,000 a 1, 200,000 células/ml (Prado, 2015). La pérdida estimada de producción de leche para un cuarto con ese grado es del 9% al 18% según Philpot y Nickerson (2000).

Tabla 5. Porcentaje de cuartos con respuesta a grado 1 por CMT.

GRADO 1	PRODUCTOR						
MONITOREO	1	2	3	4	5	6	7
1	30.76	13.84	8.33	7.5	45.45	40	22.5
2	2.56	12.3	22.9	37.5	36.36	35	25
3	2.56	3.6	8.33	15	22.72	15	12.5
PROMEDIO	11.96	9.91	13.19	20	34.84	30	20

El promedio del porcentaje de cuartos con respuesta a grado 1 de la prueba fue de 19.98.

Reacción a grado 2 a la CMT.

Se considera un nivel de células somáticas de 1, 200,000 a 5, 000,000 de células/ml en aquellos cuartos que presentan un grado de reacción 2. La pérdida estimada es de 19 a 25% de la producción (Prado, 2015).

Tabla 6. Porcentaje de cuartos con repuesta de grado 2 a la CMT.

GRADO 2	PRODUCTOR						
MONITOREO	1	2	3	4	5	6	7
1	0	0	2.08	2.5	2.27	15	0
2	10.25	4.61	8.33	5	4.54	15.5	0
3	7.69	12.72	4.16	2.5	0	2.5	0
PROMEDIO	5.98	5.78	4.86	3.33	2.27	11	0

El promedio del porcentaje de cuartos con respuesta a grado 2 de la prueba CMT fue de 4.74.

Reacción a grado 3 a la CMT

Se considera que un cuarto que tiene este grado de reacción generalmente la cantidad de células somáticas es superior a los 5, 000,000 células/ml (Prado, 2015); y se tiene registrado que hay una reducción en la producción de más del 25% (Philpot & Nickerson, 2000).

Tabla 7. Porcentaje de cuartos con respuesta a grado 3 a la CMT.

GRADO 3	PRODUCTOR						
MONITOREO	1	2	3	4	5	6	7
1	0	0	2.08	0	0	0	0
2	7.69	3.07	2.08	2.5	0	0	0
3	10.25	1.81	4.16	2.5	2.27	0	0
PROMEDIO	5.98	1.63	2.77	1.67	0.76	0	0

El promedio de los cuartos por productor con respuesta a grado 3 fue de 1.83.

En base a los resultados obtenidos del estudio realizado en el periodo de investigación sobre la mastitis bovina en la comunidad de Téjaro, se determinó una prevalencia de 31.44%, la cual resulta disminuida en comparación con estudios realizados por (Guízar y Bedolla, 2008), ya que, en estudios realizados en Tarímbaro, Michoacán se determinó una prevaencia de 43.14%. Los cuales van acorde con lo reportado por (Pimentel, 2011), quien reporta en estudios realizados en Jalostotitlán, Jalisco, una prevaencia de 43.92 %.

Sin embargo, el porcentaje encontrado en este estudio es bajo en comparación con lo reportado por Tena (1999), el cual encontró que la prevalencia de ganado afectado durante el periodo de estudio fue de un 80.31%. El estudio mencionado fue realizado en 8 establos con un promedio de 13 vacas en producción de Tejaro, Michoacán.

El sellado de pezones cuando se utiliza un desinfectante adecuado y se realiza a conciencia, el grado de nuevas infecciones puede disminuir en más de un 50%. El sellado de pezones no afecta las infecciones existentes (Wattiaux, 1996).

Microorganismos Aislados

Se enviaron muestras de leche de vacas con mastitis subclínica al laboratorio para el cultivo e identificación de microorganismos, siguiendo los procedimientos recomendados por el National Mastitis Council (NMC). Las muestras se seleccionaron con base a 3 monitoreos y aquellos cuartos que salieran consecutivos dos veces positivos a grados 2 y 3 se enviaron a laboratorio. Los agentes patógenos con mayor incidencia fue el *Staphylococcus aureus* que se presenta con un 58.82 % como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 8. Agentes patógenos identificados en las muestras de leche de vacas con mastitis bovina de la comunidad de Tejaro, Michoacán.

AGENTES PATOGENOS.	N°	%
<i>Staphylococcus aureus.</i>	10	58.82
<i>Staphylococcus epidermidis.</i>	2	11.76
<i>E- coli.</i>	2	11.76
<i>Citrobacter intermedium.</i>	2	11.76
<i>Streptococcus.</i>	1	5.88
TOTAL.	17	100

En el presente trabajo, todos los aislamientos de *Staphylococcus aureus* fueron identificados por los patrones de hemólisis después de 24 horas, de incubación a 37°C. Asimismo, la hemólisis fue registrada como α , β , doble ($\alpha+\beta$), y negativa (no hemólisis), como lo señalan Saran y Chaffer, (2000);

En un estudio realizado por Bedolla, et al. (2007) en Cotzio, Michoacán, se encontró también que los principales agentes patógenos causantes de mastitis en los hatos lecheros fueron los *estafilococos coagulasa* negativos, los cuales se encontraron en un 39 % de las muestras, seguidos por los *Streptococos spp* encontrados en un 36 % de estas. Lo cual demostró que la mastitis causada principalmente por la falta de higiene en los corrales y durante el proceso de la ordeña ya que estos patógenos no son propios de la glandula mamaria si no que son trasmitidos por el ordeñador a la vaca por contacto directo.

Los patógenos causales de la mastitis se clasifican en dos grupos que son: contagiosos y ambientales. Los contagiosos lo integran principalmente: *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus* y *Micoplasma* (Arcos, et al., 2004).

La mastitis por *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus agalactie* son sumamente contagiosos y son capaces de propagarse rápidamente en un hato infectado. La transmisión de la infección de un animal a otro ocurre más frecuentemente por medio de máquinas de ordeño, manos, ubres, ropa, y cama de animales, solamente el conducto glandular posee importancia como puerta de entrada de la infección, aunque se desconoce el mecanismo por virtud del cual se produce la invasión a traves de esfínter (Blood, 1986).

Los agentes ambientales son: estreptococos y coliformes. La mastitis por coliformes incluye bacterias como *E. coli*, *Klebsiella*, *Enterobacter aerogenes*, provoca grandes pérdidas económicas y puede causar mastitis solamente si las partículas contaminadas del medio ambiente entran en contacto con la ubre (Arcos, et al., 2004).

Estimación de pérdidas por mastitis subclínica

La producción se ajustó 305 días y tomando como promedio a 11.42 vacas en producción y dando como promedio 11.3 kg de leche por día.

Estos datos mencionados son semejantes a los mencionados por (Ramírez y Ramírez, 1997) y un número promedio de vacas en línea de ordeño de 9.81 vacas, con esto se tiene una producción total de 41,911.26 kg de leche.

El promedio general obtenido durante los tres muestreos fue de 11.3 kg por día y fue la cantidad que se ajustó a una lactancia de 305 días, resultando una producción de 3,446.5 kg de leche por vaca por lactación y una producción de 39,359.03 kg promedio por establo.

Tabla 9. Perdida estimada por mastitis subclínica.

GRADO DE RESPUESTA A LA PRUEBA	% DE PREVALENCIA PROMEDIO ENCONTRADA	% DE DISMINUCION DE LA PRODUCCION DE LECHE	KG DE LECHE MENOS POR ESTABLO
TRAZA	5.79	8	182.31
GRADO 1	19.98	14	1100.95
GRADO 2	4.74	22	410.43
GRADO 3	1.83	25	3182.17
TOTAL	32.34		4875.86

De acuerdo con los valores de prevalencia encontrados y utilizados los valores de reducción en la producción de leche de acuerdo con el grado de respuesta a la CMT y considerando solamente al problema de mastitis subclínica. Tenemos una disminución en la producción de leche para un establo con los valores promedio de 4875.86 kg de leche cuando las vacas completan una lactancia de 305 días. Este valor representa el 12.38% de la producción total esperada.

Conclusión

La prevalecía de animales afectados por mastitis subclínica por la prueba de california en la comunidad de Téjaro municipio de Tarimbaro, Michoacán, fue de un 31.44%, lo que representa un grave problema para los productores, por lo que ocasiona pérdidas económicas importantes en la producción láctea.

La falta de infraestructura se refleja una higiene nula en el proceso de ordeño considerándose este factor relevante para la presentación de elevados valores de prevalencia en las unidades de producción que comprende el estudio.

Se detectaron 5 especies de microorganismos: *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *E- coli*, *Citrobacter intermedius*, *Streptococcus beta-hemolítico*.

Por otra parte, se encontró que los agentes causantes de la mastitis subclínica en los hatos estudiados, es causada principalmente por *S. Aureus*, agente principal causante de la mastitis contagiosa, que es una de las enfermedades más costosas y prevalentes en el ganado lechero y difícil de erradicar. Por lo que se recomienda implementar un programa adecuado de medicina preventiva que comprenda las medidas adecuadas en el uso de desinfectantes de la ubre, higiene y desinfección de los pezones antes y después del ordeño, desecho, mantenimiento y lavado adecuado de los utensilios del equipo de ordeño, así como una terapia antibiótica adecuando de las infecciones.

La importancia de la realización de la prueba de California (CMT) es que nos indica la situación de la salud de la ubre en el propio establo y permite establecer el orden de ordeño del hato.

De acuerdo con las deficiencias observadas en el manejo de estos hatos, es de gran importancia instruir a los productores y vincularlos a programas para establecer un manejo eficiente acorde a sus necesidades y mejorar sus prácticas tradicionales para disminuir la presentación de la enfermedad.

Bibliografía

Aguilera Vázquez, J., 2012. *Prevalencia de la mastitis en dos hatos de la Comarca Lagunera*. Torreón, Coahuila.: s.n.

Andrews, A. H., 2005. *Sanidad del GAnado Vacuno Lechero..* Zaragoza: Edit. Acribia.

Anuario Estadístico Del Estado De Michoacán, 1989. *Gobierno del Estado de Michoacán..* s.l.:s.n.

Arcos, A. R. y otros, 2004. *Frecuencia de mastitis subclinica en 6 hatos lecheros del municipio de Tarimbaro, Michoacán..* Morelia, Michoacán.: s.n.

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.*, pp. 1370-1375.

Ashton, A., 2011. *Mastitis: New Insights for the Healthcare Professional..* s.l.:s.n.

Atlas Geografico del Estado de Michoacán., 1979. México: Eddissa.

Avila, T. S. & Gutierrez, C. A., 2004. *Mastitis*. Mexico: UNAM.

Báez G., J. J., 2002. *Estudio Epidemiologico de masitis Sublinica bovina en el sector II de Tégaro, Michoacán..* Morelia, Michoacán.: FMVZ-UMSNH.

Bayles, K. W. y otros, 1998. Intracelular Staphylococcus aureus Escapes the Endsone and Induces Apoptosis in Epithelial Cell. *Infection and Immunity..* Issue 66.

Bedolla, C. C. & Castañeda, V. H., 2007. Metodos de detección de la mastitis bovina.. *Revista electronica de veterinaria.*, VIII(9).

Blood, D., 1986. *Medicina Veterinaria*. 5ta Edicion ed. México: Interamericana S.A de C.V..

Blowey, R. & Edmondson, P., 1995. *Control de la mastitis en granjas de vacuno le leche..* Zargoza: Acribia S.A..

Bradley, J. & Green, M. J., 2001. Adaptation of Escherichia coli to the Bovine Mammary Gland.. *Journal of clinical microbiology.*, Issue 39.

Callejos, R. A., 2010. *Anatomia de la ubre y la fisiologi del ordeño..* s.l.:s.n.

Cano, C., 2006. *Nuevas alternativas en el diagnostico clínico de campo y en el tratamiento de mastitis..* Mexico: s.n.

Chaves, C. & Javier, M. V., 2010. *Calidad de la leche y mastitis bovina..* Buenos Aires, Argentina.: s.n.

Correa M., G. P. & Marin, J. M., 2002. O-serogroups, eae gene and EAF plasmid in *Escherichia coli* isolates from cases of bovine mastitis in Brazil.. *Veterinary Microbiology.*, Issue 85, pp. 125-132.

Correa, J., 2005. *Codigo de buenas practicas de produccion de leche..* colombia: s.n.

Cucarella, C. y otros, 2002. Expression of the Biofilm-Associated Protein Interferes with Host Protein Receptors of *Staphylococcus aureus* and Alters the infective Process. *Infection and Immunity.*

Cunningham, J. G. & Klein, B. J., 2009. *Fsiologia Veterinaria.* 4°ed. ed. España: Elseviers.

Denvriese, I. A., Baelea, M., Veneechoutteb, A. & Haesebroucka, M. F., 2002. Identification and antimicrobial susceptibility of *Staphylococcus chromogenes* isolates from intramamary infections of dairy cows. *Veterinary Microbiology..* Issue 87, p. 1775.

Diaz, R., 2006. *Especialista de la Dirección de Crianzas.* [En línea] Available at: <http://www.portalagrario.gob.pe/dgpa1/ARCHIVOS/BPOrdeno.pdf> [Último acceso: 2017].

Dukes, H. H., 2009. *Fisiología de los animales domésticos..* 12° Edicion ed. Zaragoza: Acribia.

Dyce, K. M., Sack, W. O. & Wensing C., J. G., 1999. *Anatomia Veterinaria.* 2° edicion. ed. Mexico: Mcgraw-Hill Interamericana.

FAO, 2014. *Organizacion de las Naciones Unidas para la Alimentacion y la Agricultura..* s.l.:s.n.

Ferens, W. A. y otros, 1998. Activation of bovine Lymphocyte Subpopulations by *Staphylococcal Enterotoxin C.* *Infection and Immunity.* Issue 66, pp. 573-578.

Fleury, B. y otros, 2001. Characterization and Analysis of a Stable Serotype-Associated Membrane Protein of *Mycoplasma agalactiae..* *Journal of Clinical Microbiology.*, Issue 39, pp. 2814-2822.

Gallegos, A. & Moncada, J. N., 2011. *Uso de extratos de semillas de citricos para el control de mastitis bovina..* s.l.:s.n.

Gasque, G. R., 2008. *Enciclopedia bovina..* 1° edicion. ed. México: UNAM.

Gonzales, R. F. & Juan, G., 2001. Los Riesgos Microbiológicos..

Harmon, R. J., 1996. *Controlando la mastitis por patógenos contagiosos, consejo nacional de Mastitis..* Querétaro, México.: s.n.

Hassan, A. A., Khan, I. U., Abdulmawjood, A. & Lammler, C., 2001. Evaluation of PCR Methods for Rapid Identification and Differentiation of *Streptococcus uberis* and *Streptococcus parauberis..* *Journal of Clinical Microbiology..* Issue 39, pp. 1618-1621.

Hernandez R., J. M. & Bedolla C., C., 2008. Determinacion de la Prevlencia de Mastitis Bovina en el Municipio de Tarimbaro, Michoacan, Mediante la Prueba de California.. *Revista Electronia de Veterinaria*, Issue 8, pp. 1-34.

Hernández, A. L., 2007. *Susceptibilidad Antimicrobiana y Produccion de B-Lactamasa en Staphylococcus de origen Bovino y Humano..* México: XXXI Congreso Nacional de Buiatra..

Hillerton, J. & Berry, E., 2005. Tratar la Mastitis en una Vaca, una Tradicion o un Arcaismo. *Revista de Microbiologia Aplicada*, Volumen 98, pp. 1250-1255.

INEGI, 2002. *Instituto Nacional de Estadistica Geografica e Informatica..* s.l.:s.n.

Kaipainen, T. y otros, 2002. Virulence Factors of *Escherichia coli* isolated from bovine clinical mastitis.. *Veterinary Microbiology*, Issue 85, pp. 37-46.

Krukowski, H., Tietze, M. & Majewski Rozan'sky, P., 2000. Survey of yeast mastitis in Dairy herds of small-type farms in the Lublin region Poland.. *Mycopathologia*, Issue 50, pp. 5-7.

Lammers, A. y otros, 1999. Cell tropism of *Staphylococcus aureus* in bovine mammary gland cell cultures. *Veterinary Microbiology*, Issue 67, pp. 77-89.

Marshall, R. & Edmonson, J., 2005. *Department of Food Science and Nutrition..* s.l.:s.n.

Martinez, G. y otros, 2000. Characterization of *Streptococcus agalactiae* Isolates of Bovine and Human Origin by Randomly Amplified Polymorphic DNA Analysis.. *Journal of Clinical Microbiology..* Issue 38, pp. 71-78.

Mellenberger, R. & Roth, C., 2000. *Dpto. de Ciencia Animal, Universidad del Estado de Michigan y Universidad de Wisconsin-Mádiso.* [En línea] Available at: <http://www.uwex.edu/milkquality/PDF/CMT%20spanish.pdf>.

Momtaz, H., Tajbakhsh, E. & Rahimi, E., 2010. *Manochehr momeni coagulase gene polymorphism of Staphylococcus aureus isolated from clinical and sub clinical bovine mastitis in Isfahan and Chaharmahalva Bakhtiari provices of Iran.* s.l.:s.n.

Noa, P. M. & Ruvalcaba, B. S., 2011. *Ciencia de la Leche.* Guadalajara, Jalisco.: Ed. Universitaria.

Padron Ganadero Nacional, 2017. *Estadística Pecuaria.* [En línea] Available at: <Http://Www.Pgn.Org.Mx/ Programs/Estadistica-Bis.Php> [Último acceso: 2018].

Philpot, W. N. & Nickerson, S. C., 2000. *Ganando la lucha contra la mastitis.* Naperville, IL.: Wetsfalia-Surge, Inc..

Pimentel G., E. P., 2011. *Determinacion de la prevalencia de mastitis subclinica en el municipio de Jalostitln, Jalisco medianye la prueba de california.* Morelia, Michoacán.: s.n.

Prado, M. E., 2015. *Mastitis bovina.* Zaragoza, España.: Grupo Asís Biomedica S.L..

Reed, S. B. y otros, 2001. Molecular Characterization of a novel Staphylococcus aureus Serine Protease Operon. *Infection and Immunity.* Issue 69, pp. 1521-1527.

Riffon, y otros, 2001. *Development of a Rapid and Sensitive Test for Indentification of Mejor Pathogens in Bovine Mastitis by PCR Journal of Clinical Microbiology.* s.l.:s.n.

Riollet, C., Rainard, P. & Poutrel, B., 2000. Differential Induction of Complement Fragment and Inflammatory Cytokines during Intramammary Infections with Escherichia coli and Staphylococcus aureus.. *Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology.*, Issue 7, pp. 161-167.

Rodostits, O. M., Gay, C. C., Blood, D. C. & Hinchcliff, K. W., 2002. *Tratado de las Enfermedades del Ganado Bovino, Ovino, Porcino, Caprino y Equino.* 9a Edición. ed. s.l.:s.n.

Rossitto, P. V. y otros, 2002. Antibiotic Susceptibility Patterns for Environmental. *Journal of Dairy Science*, 85(1), pp. 132-138.

Rowson, A. R., Daniels, K. M., Ellis, S. E. & Hovey, R. c., 2012. *Growth and development of the mammary glands of the livestock: A veritable barnard of opportunities..* s.l.:s.n.

Ruegg, L. P., 2001. *Secrecion de leche y estandares de calidad, Novedades lacteas, ordeño y calidad de la leche..* s.l.:Instituto Babcock..

SAGAR, 2000. *Situacion actual y perspectiva de la produccion de leche de gando bovino..* s.l.:s.n.

SAGARPA, 2017. *Secretaría de Agricultura, Ganaderia, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación..* [En línea]
Available at: <Http://Www.Sagarpa.Gob.Mx/Ganaderia/Ganaderito/Sistcow.Htm>

Sánchez G., L. G. & Solorio R., J. L., 2004. *Descripcion del sistema de ganaderia bovino en Cotzio y Tézaro, Michoacán..* Mérida, Yucatan.: FMVZ.

Santiago, V. G. & Ansalmeti, G. M., 2003. Tratamiento de la mastitis subclinica al secado en explotaciones lecheras del tropico.. *Bayvet, Bayer.*, 5(5).

Saran, A. & Chaffer, M., 2000. *Mastitis y calidad de leche..* Buenos Aires, Argentina.: Inter-Médica.

Sawant, A. A., Shreekumar, R. P. & Jayarao, B. M., 2002. Evaluation of Feve Selective Media For Isolation of Catalase-Negative Gram-positive Cocci from Bulk Tank Mil.. *J. Dairy Sci.*, Issue 85, pp. 1127-1132.

Sears, P. M. & McCarthy, K. K., 2003. *Management and treatment of Staphylococcal mastitis..* s.l.:Vet Clin Food Anim..

Silva, F., 2007. *Prevalencia e incidencia de mastitis bovina en el sistema de lecheria familiar de Tézaro y Cotzio, Michoacan..* s.l.:s.n.

Sixtos, E. S., 2011. *Frecuencia y etiología de la mastitis bovina en Cheran, Michoacán..* Morelia, Michoacan: FMVZ-UMSNH.

Sordelli, D. O. y otros, 2000. Capsule Expression by Bovine Isolates of Staphylococcus aureus from Argentina: Genetic and Epidemiologic Analyses.. *Journal of Clinical icrobiology*, Issue 38, pp. 846-850.

Tapia C., M. J., 2010. *Determinacion de la Calidad de la Leche de bote de deposito de los hatos lecheros del municipio de Tarimbaro, Michoacan..* s.l.:s.n.

Tollersrud, T., Kenny, K., Reitz A., J. & Lee, J. C., 2000. Genetic and Serologic Evaluation of Capsule Production by Bovine Mammary Isolates of *Staphylococcus aureus* and Other *Staphylococcus* spp.. *Journal of Clinica Microiology*..

Unakal, C. & Kaliwai, B., 2010. *Prevalance and antiviotic susceptibility of Staphylococcus aureus from bovine mastitis*.. s.l.:s.n.

Vadillo, S., Piriz, S. & Mateos, E., 2002. *Manual de Microbiologia Veterinaria*.. España: Ed. McGrraw-Hill-Interamericana..

Vasi, J. y otros, 2000. Proteins of *Streptococcus dysgalactiae*. *Infection and Immunity*.. Issue 68, pp. 294-302.

Wattiaux, M. A., 1996. *Secrecion de la leche en la ubre de una vaca lechera*.. s.l.:s.n.

Watts, J. L. & Rossbach, S., 2000. Susceptibilities of *Corynebacterium bovis* and *Corynebacterium amylocolatum* Isolates from Bovine Mammary Glands to 15 Antimicrobial Agents.. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*., Issue 44, pp. 3476-3477.

Winterhalter, E., 2005. *Rutina de Ordeño*. Uruguay: s.n.

Wolter, W., Castañeda, H., Kloppert, B. & Zschock, M., 2004. *Mastitis bovina, prevencion, diagnostico y tratamiento*.. Guadalajara, Jal.: Universidad de Guadalajara.

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*..

Zadoks, R. N. y otros, 2001. Analysis of an outbreak of *Streptococcus uberis* mastitis.. *J. Dairy Sci.*, Issue 84.

Anexos

Resultados de identificación de microorganismos en la leche realizados en la USAD de la FMVZ-UMSNH.



Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Unidad de Servicios Auxiliares para el Diagnóstico
(USAD)
Laboratorio de Bacteriología

Fecha	17 de abril de 2018	No. de caso	No. recibo
		022	

Propietario	Lisbeth Moreno Chávez	Paciente	
VMZ que remite		Especie	Bovino
Localización	Téjaro, Tannbaro, Mich.	Sexo	
Tipo de muestra	Leche	Edad	
No. muestras		Peso	
Téc. Diagnóstica	Cultivo Bacteriológico	Fin zootécnico	
Conservadores		S. particulares	
Historia Clínica			

Resultados
Muestra 7023. <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Staphylococcus epidermidis</i> .
Muestra 4727. <i>Staphylococcus aureus</i> .
Muestra 0709. <i>Staphylococcus aureus</i> .
Muestra 001. <i>Staphylococcus epidermidis</i> .
Muestra 6751 <i>Staphylococcus aureus</i> ; <i>E. coli</i> .
Muestra 2476. <i>Staphylococcus aureus</i> ; <i>Streptococcus beta-hemolítico</i> ; <i>E. coli</i> ; <i>Citrobacter intermedius</i> .
Muestra 6755. <i>Staphylococcus aureus</i> ; <i>Streptococcus beta-hemolítico</i> ; <i>Citrobacter intermedius</i> .
Muestra 9728. <i>Staphylococcus aureus</i> ; <i>Citrobacter intermedius</i> .
Muestra 4743. <i>Staphylococcus aureus</i> ; <i>Staphylococcus epidermidis</i> ; <i>Citrobacter intermedius</i> .
Muestra 0002. <i>Streptococcus beta-hemolítico</i> .
Muestra 2625. <i>Staphylococcus aureus</i> .
Muestra 2621. <i>Staphylococcus aureus</i> ; <i>Staphylococcus epidermidis</i> .
Muestra 6758. <i>Staphylococcus aureus</i> ; <i>E. coli</i> <i>Staphylococcus epidermidis</i> .
Muestra 4728. <i>Staphylococcus epidermidis</i> .

Realizado: GFB Lina Rentería S.



Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Unidad de Servicios Auxiliares para el Diagnóstico
(USAD)
Laboratorio de Bacteriología

Fecha	2 de Mayo de 2018	No. de caso	No. recibo	37828
		022-bis		

Propietario	Lisbeth Moreno Chávez	Paciente	
MVZ que remite		Especie	Bovina
Localización	Téjaro, Tarímbaro, Mich.	Sexo	
Tipo de muestra	Leche	Edad	
No. muestras		Peso	
Téc. Diagnóstica	Cultivo Bacteriológico	Fin zootécnico	
Conservadores		S. particulares	
Historia Clínica			

Resultados:

Muestra 1.- *Staphylococcus aureus*.

Muestra 2.- *Staphylococcus epidermidis*.

Muestra 3.- *Staphylococcus aureus*; *Streptococcus*
beta-hemolítico; *Enterobacter aerogenes*.


Realizó: QFB Irma Rantería Solórzano