



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE
HIDALGO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

=====

**PRINCIPIOS BÁSICOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE LA
LECHE EN EXPLOTACIONES BOVINAS LECHERAS**

SERVICIO PROFESIONAL

QUE PRESENTA:

P. MVZ. MIGUEL ÁNGEL TEJEIDA MARTÍNEZ

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

ASESOR:

MVZ. JOSÉ FARÍAS MENDOZA

Profesor Investigador Titular

Morelia, Michoacán, Febrero 2012



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE
HIDALGO



FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**PRINCIPIOS BÁSICOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE LA
LECHE EN EXPLOTACIONES BOVINAS LECHERAS**

SERVICIO PROFESIONAL

QUE PRESENTA:

P. MVZ. MIGUEL ÁNGEL TEJEIDA MARTÍNEZ

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

ASESOR:

MVZ. JOSÉ FARÍAS MENDOZA

Profesor Investigador Titular

Morelia, Michoacán, Febrero 2012

DEDICATORIA

A MIS PADRES

MIGUEL TEJEIDA PIÑA Y OLGALIDIA MARTÍNEZ SOLIS

Gracias por todo el apoyo y comprensión que me dieron durante todo este tiempo de mi carrera, y por estar conmigo en todo momento los quiero mucho mil gracias.

A MI HERMANO

Por su gran apoyo que me ha brindado y que siempre se que voy a contar con él.

A MIS ABUELOS, TIOS Y PRIMOS

Gracias por haberme dado todo su apoyo durante mi carrera y en especial a mi primo Gerardo que siempre estuvo conmigo y que puedo contar siempre con él.

M.V.Z. JOSÉ FARÍAS MENDOZA

Por haberme apoyado en la realización de mi trabajo de titulación mil gracias.

A MIS AMIGOS DE ESCUELA

Por todo el apoyo que siempre me brindaron en el transcurso de la carrera, Roberto, Rodrigo, Betsy, Enrique, Salvador gracias por todo y se que siempre voy a contar con su apoyo.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo por todo respaldo que se me dio y otorgó de manera incondicional para mi formación como médico veterinario zootecnista.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UMSNH por darme la oportunidad de realizar mis estudios de licenciatura y brindarme la oportunidad de mi superación como profesionista.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I. INTRODUCCIÓN

I.1.- Historia de la Leche.....	1
I.2.- La Leche y sus Propiedades.....	2
I.2.1.- Aspectos nutricionales.....	2
I.3.- Antecedentes de la Producción de Leche	3
I.4.- Importancia de la Calidad de Leche	7
I.5. Anatomía y Fisiología de la Glándula Mamaria de la Vaca.....	8
I.5.1. Anatomía de la glándula mamaria	
I.5.2. Fisiología de la glándula mamaria.....	9
I.6.- Sanidad de la Ubre.....	13
I.7.- Manejo y Control de la Mastitis.....	14
I.7.1- Mastitis y sus efectos en la calidad de la leche	
I.8.- Tipos de Mastitis.....	17
I.8.1.- Mastitis clínica	
I.8.2.- Mastitis subclínica	
I.9.- Desarrollo de la Mastitis.....	20
I.9.1.- Trasmisión de varios tipos de organismos de la mastitis.....	22

I.9.2.- Detección de la mastitis.....	25
I.9.3.- Prevención de la mastitis.....	28
I.10.- Factores de Riesgo de Mastitis.....	31
2. Mecanismos de Defensa Contra la Mastitis	33
2.1.- Recuento celular somático y su relación con la mastitis.....	36
2.2.- Control de la Calidad de la Leche.....	39
2.2.1.- Contaminantes de la leche.....	39
2.2.2.- Bacterias en la leche.....	41
2.2.3.- Fuentes de contaminación de la leche.....	43
2.2.4.- Generalidades para la obtención de leche de buena calidad...	44
2.3.- Consideraciones Relacionadas con Calidad de la Leche.....	46
2.3.1.- Condiciones ambientales generales para la explotación lechera.....	46
2.3.2.- Diseño, construcción y mantenimiento de las instalaciones...	47
2.3.3.- Equipos, utensilios de ordeño y enfriamiento.....	51
2.3.4.- Procedimiento e higiene del ordeño.....	52
2.3.5.- Higiene del personal.....	54
2.3.6.- Capacitación al personal de ordeño o manipuladores de la leche.....	54

2.3.7.- Limpieza y desinfección.....	55
--------------------------------------	----

2.3.8.- Control de plagas y roedores.....	55
---	----

II. OBJETIVO.....	57
-------------------	----

III. CONCLUSIONES.....	58
------------------------	----

IV. BIBLIOGRAFÍA.....	59
-----------------------	----

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Figura 1. Principales países productores de leche.....	5
Figura 2. Principales estados productores de leche en México.....	6
Figura 3. Principales sistemas de producción lechera.....	6
Figura 4. Los casos de mastitis clínica son solamente la punta del témpano.....	19
Figura 5. Tres de las principales rutas de transmisión bacteriana durante el ordeño.....	23
Figura 6. Primera línea de defensa contra invasiones bacterianas.....	34

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Fuentes más comunes (de la de mayor a menor prevalencia) y formas de diseminación de las bacterias más comunes productoras de mastitis.....	24
Cuadro 2. Puntajes de la prueba de mastitis de california (CMT) y conteos celulares.....	27
Cuadro 3. Conteo de células por mililitro.....	37
Cuadro 4. Métodos de medición directa de conteos de células somáticas en la leche.....	38

I. INTRODUCCIÓN

I.1. Historia de la Leche

Aunque no se sabe a ciencia cierta cuando tuvo su origen el consumo de leche de animales domésticos, existe evidencia de vacas que fueron ordeñadas tan lejos como 9 mil años antes de Cristo. En varias partes de la Biblia se hace referencia a leche, mantequilla y queso. De hecho, los que escribieron la Biblia mencionan la leche en más de 30 ocasiones en el Antiguo Testamento.

La estampa más antigua de ordeño está en un panel de piedra de cuatro pies de largo, en el cual aparecen vacas con sus becerros, hombres que las ordeñan, y unas jarras altas en las cuales echan la leche ordeñada. Este panel se encontró en las ruinas de un templo en Ur, cerca de Babilonia, y se estima que tiene entre 5,500 a 6,000 años de hecho. Para el año 4 mil A.C., la civilización egipcia dejó evidencia de tres tipos de ganado con cuernos, sin cuernos y jorobado en la que también daban información de los productos lácteos de consumo en ese tiempo.

En Suiza se encontraron esqueletos de ganado y equipo de hacer queso usados alrededor de 4 mil años antes de Cristo.

Por otra parte, griegos y romanos, tan atrás como 1,550 años antes de Cristo y 750 años antes de Cristo respectivamente, muestran que la leche, mantequilla y queso eran todos artículos esenciales en la dieta diaria de la población. Los romanos utilizaban los productos lácteos como artículos importantes para el comercio. Desde Roma, el conocimiento de los productos lácteos se esparció por toda Europa. Las vacas lecheras se encontraban por toda Europa desde el principio de la Era Cristiana. Las vacas y sus productos eran tan importantes para estos pueblos, que la prosperidad y riqueza se medían en términos de cantidad de ganado.

Para el año 800 D.C., el uso del queso era común en lo que hoy se conoce como Alemania. Durante el Oscurantismo el arte de producir quesos era mejor

conocido y desarrollado en los monasterios. Los monjes, por varios siglos, fueron líderes en la producción de quesos, y fueron responsables de enseñarlo a los demás. Para el año 1 mil el queso se había convertido en un importante artículo de intercambio en las ciudades de Europa. Para el siglo 15 ya existían en Suiza algunos mercados importantes en los que se comerciaba queso, Holanda y Suiza fueron los dos primeros centros de desarrollo de la industria lechera en Europa (Molina, 2001).

I.2. La Leche y sus Propiedades

La leche es un alimento básico que tiene la función primordial de satisfacer los requerimientos nutricionales del recién nacido. Y lo consigue gracias a su mezcla en equilibrio de proteínas, grasa, carbohidratos, sales y otros componentes menores dispersos en agua. Nutricionalmente presenta una amplia gama de nutrientes (de los que sólo el hierro está a niveles deficitarios) y un alto aporte nutricional en relación con el contenido en calorías; hay buen balance entre los constituyentes mayoritarios: grasa, proteínas y carbohidratos. Los productos lácteos derivados pueden cubrir tanto diferentes hábitos de consumo como muy distintos usos de interés nutricional.

I.2.1. Aspectos nutricionales

Proteínas. La leche de vaca contiene de 3 a 3.5 por ciento de proteínas, distribuida en caseínas, proteínas solubles o seroproteínas y sustancias nitrogenadas no proteicas. Son capaces de cubrir las necesidades de aminoácidos del hombre y presentan alta digestibilidad y valor biológico. Además del papel nutricional, se ha descrito su papel potencial como factor y modulador del crecimiento.

Agua. Dispone un 88% de agua.

Lípidos. Figuran entre los constituyentes más importantes de la leche por sus aspectos económicos y nutritivos y por las características físicas y organolépticas que se deben a ellos. La leche entera de vaca se comercializa con un 3.5 por ciento de grasa, lo cual supone alrededor del 50 por ciento de la energía suministrada. Los componentes fundamentales de la materia grasa son

los ácidos grasos, ya que representan el 90 por ciento de la masa de los glicéridos.

Los ácidos grasos son saturados e insaturados:

Azúcares. La lactosa es el único azúcar que se encuentra en la leche en cantidad importante (4,5 por ciento) y actúa principalmente como fuente de energía. Se ha observado un efecto estimulante de la lactosa en la absorción de calcio y otros elementos minerales de la leche.

Sustancias minerales. La leche de vaca contiene alrededor de 1 por ciento de sales. Destacan calcio y fósforo. El calcio es un macro nutriente de interés, ya que está implicado en muchas funciones vitales por su alta biodisponibilidad así como por la ausencia en la leche de factores inhibidores de su absorción.

Vitaminas. Es fuente importante de vitaminas para niños y adultos. La ingesta recomendada de vitaminas del grupo B (B1, B2 y B12) y un porcentaje importante de las A, C y ácido pantoténico se cubre con el consumo de un litro de leche. (Alimentación sana. 2011).

I.3. Antecedentes de la Producción de Leche

La ganadería en México se desarrolla bajo diferentes contextos agroecológicos, Tecnológicas, de sistemas de manejo y objetivos de producción; en lo general, los sistemas productivos se clasifican como tecnificados, semitecnificados y tradicional o de traspatio.

La producción de leche en México se desarrolla en condiciones muy heterogéneas tanto desde el punto de vista tecnológico y socioeconómico, como por la localización de las explotaciones. Además, dada la variabilidad de condiciones climatológicas, éstas adquieren características propias por región en los diferentes estados del país, influyendo, adicionalmente, la idiosincrasia, tradición y costumbres de la población. En tal sentido, los sistemas productivos van desde lo tecnificado hasta los de subsistencia en una misma región,

distinguiéndose, de forma general, cuatro sistemas: especializado, semiespecializado, de doble propósito y familiar.

El primero ha cobrado relevancia al incrementar paulatinamente su participación en el mercado doméstico, misma que es del 55% de la producción nacional. El semitecnificado ha venido decreciendo ante las presiones económicas y su incipiente competitividad, de ahí que solamente aporte el 24% de la producción, en tanto que el de traspato, se ha mantenido gracias a su concurrencia a mercados locales difícilmente cubiertos por algunos de los estratos anteriores, aportando el 5%, mientras que el doble propósito el 16%, de la producción nacional.

La región de mayor producción de leche en el país es la zona templada con un 47.8%, le sigue la zona árida y semiárida con el 36.2% y la zona trópico húmedo y seco con el 16%.

Dentro de la producción mas importantes para la economía en México es la leche de vaca ya que es uno de los alimentos mas completos, gracias a que contiene proteínas con gran cantidad de aminoácidos esenciales y de alto valor biológico, así como diversas vitaminas y minerales imprescindibles para la nutrición humana.

En México la ganadería bovina productora de leche ha presentado un crecimiento ordenado en los últimos diez años. La producción total de leche para el año 2007, fue de 10 183 millones de litros, de los cuales el 63.07% es obtenida de bovinos de sistemas de producción de leche especializados de la raza holstein principalmente y en menor grado de la jersey y pardo suiza americana y el 36.9% de sistemas de ganado en condiciones tropicales de doble propósito donde utilizan ganado euro-cebú, con cruza de holstein o pardo suizo americano con cualquier raza cebú.

La producción de leche de ganado bovino en México se desarrolla en condiciones muy heterogéneas. Las unidades de producción adquieren

características propias por región lo que origina gran diversidad que va desde lo familiar con escasos niveles de tecnificación, calidad genética y eficiencia, hasta sectores altamente competitivos y eficientes, con parámetros de calidad y rendimiento comparables a los de los productores mas adelantados del mundo.

Su distribución de hatos en el mundo así como la participación en la producción lechera por sistema y los estados mas productores de leche en México, se muestra en la figura 1, 2,3. (Farías M. J. y Ávila, T. S. y col. 2010).



Figura 1. Principales países productores de leche.

Fuente: (Farías M. J. y Ávila, T.S. y col. 2010).

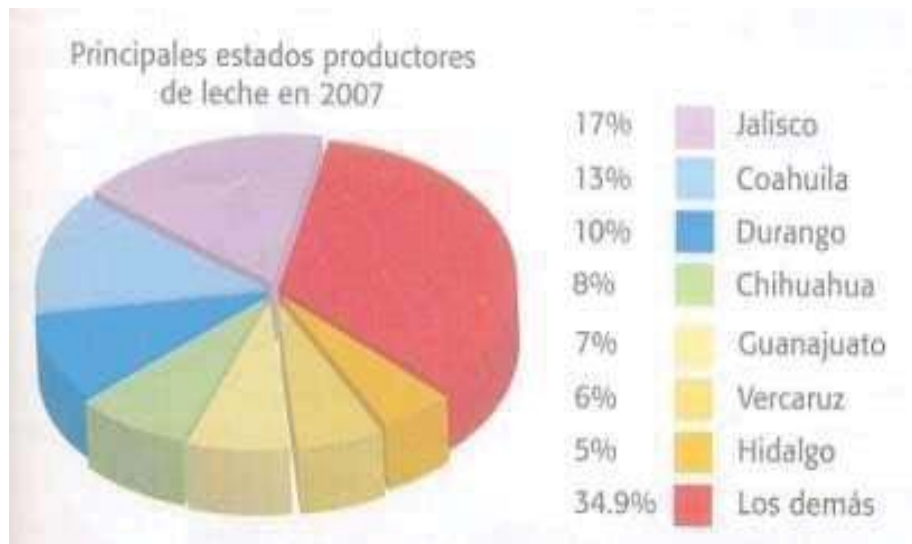


Figura 2. Principales estados productores de leche en México.

Fuente: (Farías M. J. y Ávila, T. S. y col. 2010).

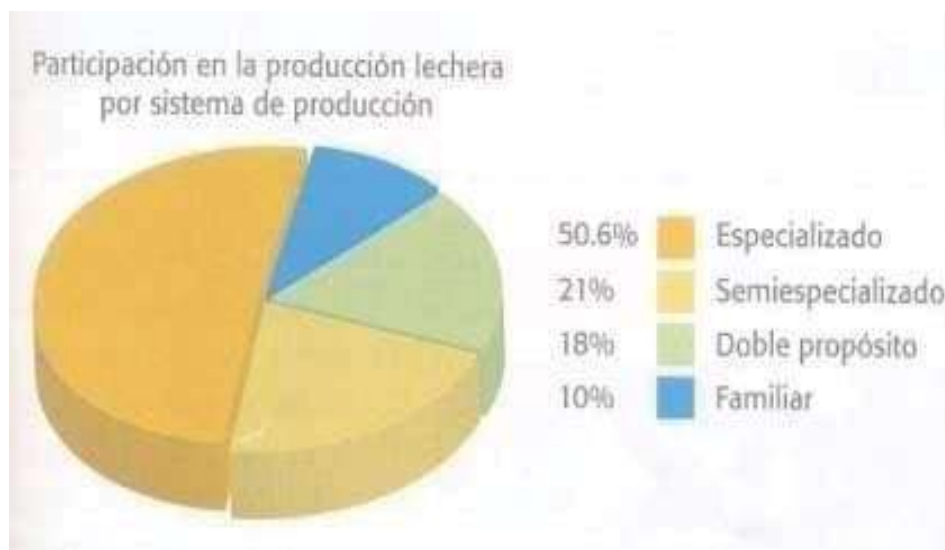


Figura 3. Principales sistemas de producción lechera.

Fuente: (Farías M. J. y Ávila, T. S. y col. 2010).

I.4. Importancia de la Calidad de la Leche

La leche es el alimento de mayor valor nutritivo, no superada aún por ningún otro producto conocido por el hombre. Una de las principales fuentes de producción es la vaca lechera, especie que posee la ventaja de tener una eficiencia muy alta de conversión de alimentos. Su condición de rumiante le permite transformar alimentos primarios, como pastos y forrajes, en un producto final de alta calidad.

La leche contiene una serie de nutrientes, entre ellos la grasa, proteína, lactosa, minerales, vitaminas, etc. Sin embargo, todos estos componentes no siempre están en la misma proporción; presentan variaciones por factores ambientales, genéticos y fisiológicos. La leche corresponde a una mezcla de agua, varios nutrientes y componentes que se encuentran en suspensión. En su calidad están involucrados diferentes aspectos, como:

- Características organolépticas:** es decir lo que captamos a través de los sentidos, como el color blanco, que le es propio; falta de olor u olor apenas perceptible; sabor agradable, ligeramente dulce, y ausencia de sedimentos o suciedad observables.

- Propiedades físico químicas:** determinadas por su composición, es decir, que haya una correcta proporción de los distintos componentes —grasa, proteína, lactosa, etc. y que esté libre de sustancias anormales, residuos de medicamentos, antiséptico, pesticidas o agua agregada, entre otros.

- Calidad higiénica:** medida en términos de recuento de células somáticas (RCS): dice relación con la sanidad de la glándula mamaria de las vacas y con las “unidades formadoras de colonias”, que dependen del grado de higiene del proceso de ordeña.

La calidad higiénica es el aspecto de mayor relevancia, por cuanto permite mantener las cualidades originales de la leche, tanto organolépticas como físico-químicas. Ello es decisivo al momento. (Hazard, T.S. y Mary France Christen I. 2006)

I.5. Anatomía y Fisiología de la Glándula Mamaria de la Vaca

I.5.1 Anatomía de la glándula mamaria

Dentro de esa unidad fisiológica que es la hembra lactante, la ubre es el órgano encargado de elaborar y acumular el producto final: la leche. La capacidad productiva del animal y la calidad del producto dependen, en gran medida, del funcionamiento y constitución de este órgano.

La ubre de la vaca lechera consta de cuatro glándulas mamarias (cuarterones). Cada uno de estos cuatro complejos glandulares es completamente independiente, con su propia estructura secretora y se comunica con el exterior a través de su propio pezón.

Los cuatro cuarterones están, a pesar de su independencia funcional, íntimamente ligados y reunidos bajo la piel de la ubre y situados en la región inguinal, contra la pared abdominal y la cara ventral del suelo de la pelvis, de la que se encuentra separada por una gruesa almohadilla de grasa. La ubre se encuentra suspendida de dichas estructuras por un sistema suspensor.

La estructura interna de la mama está relacionada en la producción y secreción de la leche esto corre a cargo de un conjunto de células especializadas que se agrupan en una unidad funcional llamada alvéolo. La totalidad de la organización de la ubre se centra alrededor de la estructura alveolar. Cada alveolo es una pequeña vesícula (semejante a una esfera de 100 a 300 micras de diámetro) en la que determinadas materias procedentes de la sangre se transforman en leche, y capaz de alcanzar un volumen máximo cuando está llena de leche y de replegarse y de reducirse cuando está vacía.

La constitución básica de un alvéolo es una capa sencilla de células epiteliales que rodean una cavidad central, el lumen. Las células epiteliales poseen un solo núcleo y descansan sobre una membrana. Cada alvéolo está irrigado con pequeños capilares y vénulas, que proporcionan sangre al alvéolo y retiran la sangre no utilizada. Además, rodeando a cada alvéolo aparece una serie de células especializadas las células miopiteliales que son responsables de la eyección de leche al contraerse por la acción de la hormona oxitocina. Las

células epiteliales (o glandulares) absorben nutrientes de los capilares, los transforman en componentes de la leche y los liberan en el lumen del alvéolo.

Cada grupo de alvéolos forma un auténtico racimo o "acini" para formar un lobulillo. Cada lobulillo posee de 150 a 220 alveolos y mide unos 0,75 mm³. Cada lobulillo aparece rodeado por una cápsula de tejido conjuntivo. Un conjunto de lobulillos reunidos forman un lóbulo, que desemboca en un conducto mayor y aparece rodeado por una cápsula de tejido conjuntivo.

De los alvéolos parten los conductos lactíferos de menor calibre, que se van reuniendo para formar otros de calibre cada vez mayor. Según su situación, se van denominando intralobulillares, interlobulillares, intralobulares e interlobulares. De la confluencia de varios de estos canales interlobulares se forman en cada cuarterón de 5 a 20 grandes conductos llamados galactóforos, que confluyen en el seno galactóforo o cisterna de la leche, de paredes muy elásticas y en la que se almacena cierta cantidad de leche, variable según la especie y la raza. Esta cisterna glandular continúa en el seno del pezón mediante una abertura estrechada por un pliegue de la mucosa debido a la presencia de gruesas venas circulares que forman el círculo venoso de la base del pezón (cricoides).

El seno o canal del pezón se continúa hacia el exterior por el conducto papilar, del que está separado por unos pliegues de la mucosa, la "roseta de Furstenberg", que junto con el esfínter papilar será de gran importancia para evitar la salida pasiva de la leche, así como la entrada de gérmenes y sustancias extrañas a la glándula. (Callejo, 2011).

1.5.2. Fisiología de la glándula mamaria

Desde el nacimiento hasta la pubertad, los fenómenos de desarrollo de la glándula mamaria circunscriben exclusivamente al sistema conectivo y en parte al aumento del tejido graso. Durante la pubertad ocurre una inmensa hiperplasia de la ubre bajo la influencia de las hormonas foliculares y del cuerpo amarillo. En novillas de un (1) año de edad se desarrollan los lobulillos y

el sistema excretorio. El órgano solo alcanza su total desarrollo durante la gestación. Durante esta época comienza el rápido crecimiento que dará lugar completa formación de las diversas partes de la glándula mamaria incluido el sistema alveolar lo que esta bajo la influencia de estrógenos y progesterona. En consecuencia, el tejido graso intersticial que ocupa gran espacio en el órgano juvenil está reemplazado por epitelio glandular activo. Este desarrollo se realiza en tres etapas durante la gestación:

1-3 meses: Crecimiento del sistema excretorio

4-7 meses: Formación de los alvéolos glandulares

8-9 meses: Iniciación de la secreción

Las hormonas responsables el rápido desarrollo mamario (estrógenos, progesterona) se forman durante la gravidez en grandes cantidades preferiblemente en la placenta. Se cree que los estrógenos inducen el desarrollo del sistema excretorio y la progesterona del crecimiento del sistema secretorio. No se conoce hasta la presente si las dos hormonas actúan directamente sobre la glándula mamaria, o si estimulan la glándula a través de las hipótesis mediante la producción de sustancias mamotropas, llamado mamógeno I y mamógeno II.

Además de las hormonas sexuales, otras hormonas como tiroxina y ACTH influyen en el crecimiento de la ubre.

La fisiología de la lactancia es el proceso de secreción de la leche y está compuesta en dos fases:

- Lactogénesis o el comienzo de la secreción
- Galactopoyesis o mantenimiento y continuación de la secreción.

En los últimos meses de la gestación empieza en el sistema alveolar la secreción de leche. Por un mecanismo desconocido hasta hace poco, la lactancia no empieza antes del parto. Una hormona del lóbulo anterior de la hipófisis, llamado prolactina es la responsable del comienzo de la lactancia. Su producción esta aumenta por estrógenos o inhibida por progesterona. Así el

acusado aumento de prolactina en el organismo materno coincide con el marcado descenso en el nivel de progesterona en el momento del parto.

El sistema secretorio que está completamente desarrollado es estimulado por la oxitocina, la cual es liberada por el lóbulo posterior de la hipófisis. Esta hormona induce la contradicción de las células mioepiteliales y el vaciado del contenido alveolar en el sistema excretor.

La galactopoyesis está regulada por la acción de la prolactina y de las mamotropinas. Se cree que el ordeño continuado o el amamantar del ternero es un estímulo necesario para el mantenimiento continuado en la producción de prolactina. Adicionalmente no se puede negar la influencia directa que ejercen las glándulas adrenales y tiroides sobre la regulación del metabolismo y la galactopoyesis. Durante la lactancia la leche se produce continuamente y se excreta en los alvéolos glandulares. Todas las células epiteliales del alvéolo tienen la capacidad de producir los diferentes componentes de la leche. Para esto se requiere una buena circulación sanguínea en las células alveolares para obtener los elementos o parte de los componentes de la leche. Se estima que entre 300 a 500 litros de sangre circular por la ubre para la producción de un (1) litro de leche. Los principales componentes de la leche son: agua, proteína, grasa, carbohidratos, minerales y vitaminas.

Parcialmente las proteínas, la grasa y la lactosa la cual representa el carbohidrato específico de la leche, se producen directamente en la ubre. El agua parte de las proteínas, los minerales y las vitaminas penetran directamente de la sangre a la leche a través de las células alveolares que tienen en este caso funciones selectivas.

Es muy probable que los diversos componentes de la leche sean producidos en cierto orden y en efecto se pueden distinguir cuatro (4) fases en la secreción láctica:

- 1.- Ingresos de los alimentos lácteos o sustancias que entran en la leche sin cambio.

2.- Síntesis de los componentes lácticos.

3.- Acumulo de los componentes de la leche.

4.- Excreción de los componentes lácteos en el lumen alveolar.

En cuanto a las proteínas, lactosa, minerales y otros componentes hidrófilos de la leche, ellos pueden pasar fácilmente por la membrana celular semipermeable mientras que la grasa puede ser eliminada solamente por la destrucción de la membrana celular (secreción apocrina). La membrana celular envuelve los glóbulos grasos y se convierten en membrana globular. La secreción apocrina de grasa solo se realiza cuando la presión en el lumen alveolar es baja.

Inmediatamente antes del ordeño la presión en los alvéolos aumenta substancialmente debido al volumen de leche secretado y la secreción de grasa disminuye. En consecuencia los componentes hidrófilos de la leche pueden penetrar fácilmente en el lumen alveolar. Durante el ordeño disminuye la presión intramamaria, y la secreción de grasa empieza a aumentar. Esto explica por qué el contenido de grasa en la leche aumenta a medida que avanza el ordeño y en los animales al final de la lactancia o en animales con mastitis.

La obtención de la Leche producida en las células alveolares y acumuladas en el sistema excretorio de la ubre se obtiene al amamantar al ternero o por el ordeño. En estos casos la vaca colabora en forma activa en el proceso de obtención de la leche, por medio de varios estímulos que pueden ser:

Visuales, acústicos, térmicos, o por manipulación en forma de masaje en la ubre ocurre una descarga de oxitocina. Esta hormona se produce en el hipotálamo y hasta su descarga se acumula en el lóbulo posterior de la hipófisis. La oxitocina produce la contracción de las células mioepiteliales lo cual resulta en un aumento de la presión intramamaria en la excreción de la leche en los alvéolos y conductos lactóforos. El intervalo entre recepción del estímulo y la respuesta en la ubre varía entre 15 y 120 segundos.

Al principio del ordeño, la presión intramamaria se mantiene constante. Al aumentar el vaciado de la ubre disminuye la presión hasta que alcanza el valor del cero (0).

Cuando el animal se estimula para el ordeño, y este no se hace, la presión intramamaria se normaliza después de 7 a 10 minutos, lo que indica que la acción de la oxitocina dura poco tiempo y es recomendable hacer el ordeño inmediatamente después de la estimulación. Cualquier factor: susto, dolor, ruido, etc., que disturbe al animal durante el ordeño como durante el periodo de preparación resulta en la disminución de la presión intramamaria y la excreción de leche se interrumpe. Se cree que un aumento de la secreción de adrenalina es responsable de esta reacción. (<http://html.rincondelvago.com/glandula-mamaria.html>. 2011).

I.6. Sanidad de la Ubre

Una reciente revisión pone de manifiesto las ventajas e inconvenientes del ordeño automático, haciendo especial hincapié en las mejoras tecnológicas y de manejo necesarias para lograr mantener la salud de la ubre de las vacas lecheras. Investigadores de la Facultad de Veterinaria de Helsinki han revisado el efecto de los sistemas automatizados de ordeño (robot lechero) sobre la salud de la ubre en vacas lecheras. La revisión enfatiza sobre varios aspectos del manejo de la vaca y el ordeño asociados con la salud de la ubre, discutiendo sobre los métodos más apropiados.

Cada vez más explotaciones lecheras modernas practican el ordeño automático, y más de 8.000 granjas de todo el mundo utilizan este tipo de tecnología. Los sistemas automatizados están diseñados para reemplazar los métodos convencionales en salas o patios de ordeño. Las vacas se ordeñan más frecuentemente en el sistema automático que en el convencional, que se basa en cuarterones en lugar de en la ubre. A pesar de las mejoras en el proceso, la salud de la ubre de las vacas no ha mejorado; al contrario, pueden aparecer problemas tras la conversión del ordeño convencional al automático.

Según diversos estudios que comparan la salud de la ubre entre ambos sistemas, o antes y después de la introducción del ordeño automático en los mismos rebaños, la salud de la ubre se deteriora durante el primer año o más tras la introducción del mismo. Los retos de éste son la detección automática de las mastitis clínicas y subclínicas y la limpieza de las ubres antes del ordeño. Los fallos en la detección de esta enfermedad y la higiene del ordeño son un riesgo para la salud de la ubre. Estos factores de riesgo pueden controlarse parcialmente por las acciones de manejo llevadas a cabo por el ganadero.

Así mismo, el ordeño automático necesita más desarrollo técnico. Para mantener una buena salud de la ubre es necesario que el establo esté diseñado apropiadamente para mantener a las vacas limpias y un tránsito fluido. La frecuencia de ordeño debe mantenerse para cada vaca de acuerdo con su estado de lactación y producción láctea. Es fundamental una observación cuidadosa de las vacas y un conocimiento absoluto de cómo usar todos los datos generados por el sistema. La labor del productor es muy importante también en el ordeño automático. (<http://albeitar.portalveterinaria.com>, 2011).

I.7. Manejo y Control de la Mastitis

I.7.1 Mastitis y sus efectos en la calidad de la leche

La mastitis es la enfermedad más común y costosa del ganado lechero. Mastitis o mamitis simplemente significa “inflamación de la glándula mamaria”. La inflamación puede ser una respuesta a la gran variedad de lesiones del tejido mamario, pero la forma mas común de lesión, y que generalmente es llamada mastitis, es la infección bacteriana de la glándula mamaria.

La inflamación es parte de una reacción normal del cuerpo para tratar de eliminar la infección y restablecer el tejido totalmente en sus funciones. Un ataque de mastitis puede dejar cantidades variables de tejido con cicatrices en la ubre afectada, aun si la infección es eliminada exitosamente, esto puede

tener un impacto a largo plazo en la producción. Se presentan especialmente en vacas que están en la época de mayor producción (inicio de lactancia) y altamente productivas (en cualquier tiempo de lactancia), en la afecta uno o varios cuartos.

La causa principal es la introducción de agentes patógenos en la glándula mamaria por el canal del pezón, a consecuencia de la falta de higiene en corrales y establos, mal funcionamiento del equipo de ordeño, prácticas inadecuadas de ordeña y por otras transmisiones que se provoca en otras áreas o sectores como los propios becerros, moscas etc.

Como agentes patógenos causales de la mastitis se conocen actualmente numerosos gérmenes, siendo las principales *Estreptococos*, *Estafilococos*, *Colibacilos* y bacterias piógenas entre otros. La mastitis puede ser causada también por hongos y micoplasmas. Es importante señalar que el interior de la ubre presenta las condiciones ambientales óptimas para la multiplicación de los organismos.

La producción puede verse afectada por la mastitis en varios grados. Ambos, la cantidad y la calidad de la leche, se pueden observar cambios típicos en la composición de la leche. Como resultado de la respuesta inflamatoria, la síntesis de lactosa, caseína y grasa disminuyen, pero las proteínas séricas aumentan.

El pH de la leche se incrementa, como también el contenido de sales (cloruro de sodio) a niveles cercanos a los de la sangre. En casos agudos severos, la leche se encuentra generalmente alterada en su aspecto, presentando coágulos, fibras y sangre.

La secreción de leche en los casos de mastitis aguda se reduce y en casos severos prácticamente baja a cero. El tiempo que dura reducida la producción depende de la severidad de la infección y del tiempo que toma tenerla bajo control. Es difícil que la producción se restablezca a los niveles esperados de acuerdo a la curva de lactancia normal. A medida que el tejido es atacado, las células secretoras son dañadas y se pierden, la involución de los lóbulos

afectados comienza. Algunas se desprenden y se pueden sumar al incremento del conteo celular en la leche.

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

La mayoría de los organismos de la mastitis en la leche no afectan a los humanos que la ingieren, aunque la bacteria puede tener efectos secundarios en la salud humana, la bacteria *staphylococcus* produce toxinas termoestables en la leche que pueden causar intoxicación, provocando vómitos y diarrea en las personas que consumen leche. Si se tiene en cuenta que la leche proviene de vacas con mastitis clínica es descartada y que la leche es correctamente manejada y pasteurizada, los peligros para el consumidor son escasos.

La infección está extensamente propagada en los establos y empresas lecheras del país y tiene un costo enorme por la disminución de la producción de leche, aumento en los costos de producción y reducción en la calidad de la misma. Estos costos son directamente padecidos por los productores e indirectamente por los consumidores de productos lácteos.

Debido a que las infecciones subclínicas son más comunes y normalmente pasan desapercibidas por el ganadero, pueden producir más pérdidas económicas que los casos de mastitis clínica presente.

Las pérdidas económicas que se ocasionan como resultado de una reducción en la producción de leche, han sido pronosticadas, basándose en el conteo de células somáticas. Otros costos de la mastitis incluyen el valor de la leche que debe ser eliminada, y el costo del tratamiento veterinario.

En los casos agudos, se deben considerar también las pérdidas permanentes de los cuartos, vacas desechadas o muertas, e inclusive la leche de los establos con bajo grado de infección, es más propensa a una rápida descomposición.

Las pérdidas a largo plazo por mastitis en las explotaciones también incluyen la reducción de las posibilidades de selección de animales para reemplazo, debido a una eliminación forzada por la infección.

Gran parte de esta pérdida puede ser prevenida aplicando las medidas de control desarrolladas y efectivamente probada durante los últimos 20 años. El hecho de que estas medidas no sean universalmente practicadas en las explotaciones lecheras, muestra la necesidad de un uso más efectivo de la información por parte de los productores de leche.

Al mismo tiempo hay grandes lagunas en el conocimiento de la enfermedad y su control, y se requiere de una continua investigación a largo plazo para el progreso del entendimiento del complejo de la mastitis.

El énfasis en la prevención y control de la mastitis varía de la considerablemente, así como el valor económico de los productos lácteos en cada país o a una región, ya que existen diferentes industrias lecheras. También varía la preocupación por la salud pública así como el interés por la calidad de la leche. (Carrión G. M. 2004).

I.8. Tipos de Mastitis

I.8.1 Mastitis clínica

En los casos de mastitis clínica, el cuarto infectado en general se inflama, en algunas vacas se encuentra dolorido al tocarlo, la leche se encuentra visiblemente alterada por la presencia de coágulos, descamaciones, o suero descolorido y algunas veces sangre. En casos más severos (mastitis aguda), la vaca muestra signos generalizados: fiebre, pulso acelerado, pérdida de apetito, reducción aguda de la producción de leche.

I.8.2 Mastitis subclinica

En contraste, la mastitis subclínica es sutil y más difícil de corregir. La vaca parece saludable, la ubre no muestra ningún signo de inflamación y la leche parece normal. A pesar de ello, los microorganismos y células blancas de la leche (células somáticas) que combaten las infecciones se encuentran elevados en gran número en la leche.

Las pérdidas de leche y de ganancias debido a las mastitis clínicas son obvias, la producción de leche cae en forma abrupta y la leche de las vacas tratadas con antibióticos debe ser descartada durante tres o cuatro días. Además, mucho más leche se pierde debido a mastitis subclínicas debido a que:

- * La gran mayoría de los casos son subclínicos (en promedio, por cada caso clínico, existen de 20 a 40 subclínicos);

- * La reducción en la producción de leche debido a mastitis subclínica tiende a persistir por un largo período de tiempo y afecta la producción de las vacas infectadas.

El control de las mastitis subclínicas es más importante que el simple tratamiento de los casos clínicos ya que:

- * Las vacas que poseen casos subclínicos son reservorios de organismos que conducen a infecciones de otras vacas;

- * La mayor parte de los casos clínicos comienzan como subclínicos; por lo tanto, el controlar los casos de mastitis subclínica es la mejor forma de reducir los casos clínicos.

Los casos de mastitis subclínicas en el hato poseen generalmente un impacto mayor en las ganancias que los pocos casos clínicos.

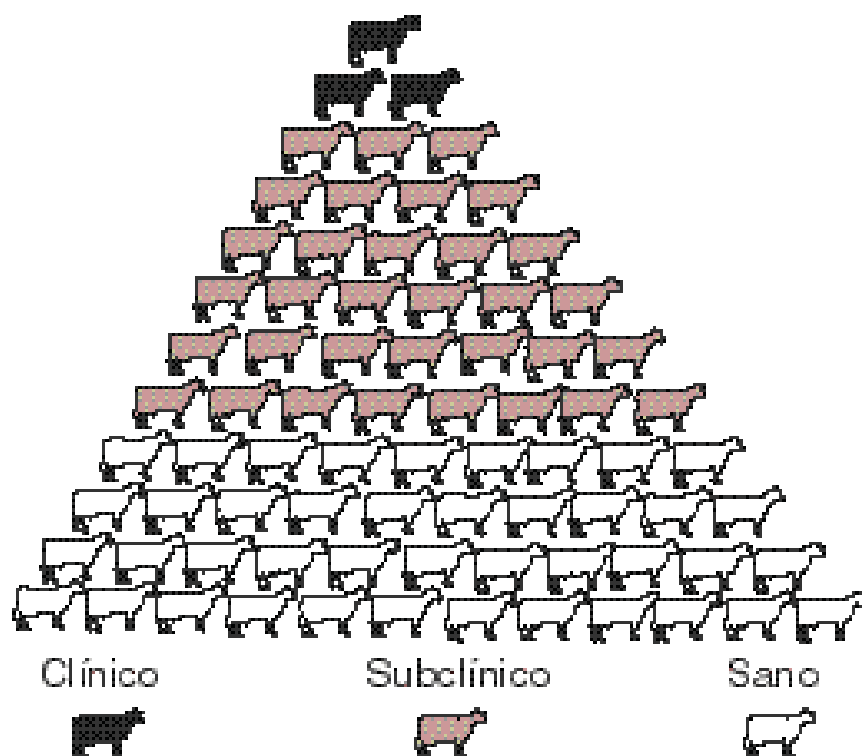


Figura 4. Los casos de mastitis clínica son solamente la punta del témpano.

Fuente: (UGRJ 2011).

El impacto de la mastitis va junto con la leche, más allá de las puertas de la explotación lechera. Los cambios en la composición de la leche (reducción de calcio, fósforo, proteína y grasa, e incrementos de cloro y sodio) reducen su calidad. Además, los antibióticos utilizados en el tratamiento de la mastitis son una preocupación industrial y de salud pública importante.

La presencia de residuos de antibióticos en la leche interfiere con el proceso de fabricación de muchos productos lácteos (quesos y otros productos fermentados). Los sabores indeseables reducen el valor de los productos lácteos y la presencia de bajos niveles de antibióticos puede causar problemas de salud a los consumidores. (<http://www.infocarne.com/bovino/mastitis.asp>, 2011).

I.9. Desarrollo de la Mastitis

Para comprender como se desarrolla la enfermedad es necesario tener conocimientos básicos de la anatomía de la glándula mamaria. El interior de cada cuarto mamario se compone de la cisterna del pezón, la cisterna de la glándula, numerosos conductos galactóforos y el tejido secretor. El tejido secretor, o porción glandular del cuarto contiene millones de sacos microscópicos denominados alvéolos. Estos están recubiertos por cientos de células epiteliales que producen leche. Cada alvéolo esta rodeado por células musculares (miopiteliales) que se contraen y evacuan la leche durante el ordeño.

Los vasos sanguíneos transportan nutrientes hacia los alvéolos, donde la células epiteliales los convierten en leche. Entre los ordeños, la leche se acumula en los alvéolos, conductos y cisternas; durante el ordeño esta leche es evacuada a través del canal del pezón.

Invasión de la ubre: La infección intramamaria se presenta cuando las bacterias atraviesan el canal del pezón y se multiplican dentro del cuarto afectado. Los microorganismos pueden invadir el canal del pezón por distintas vías:

- Entre ordeños las bacterias pueden avanzar por el canal del pezón por multiplicación.
- Pueden ingresar por la presión física ejercida sobre la punta del pezón cuando la vaca se mueve.
- Durante el ordeño mecánico pueden ser impulsados hacia el canal del pezón o desde el mismo hacia el interior de la cisterna del pezón, por los impactos que causan las fluctuaciones de vacío contra el orificio del pezón.
- Durante la aplicación de un antibiótico pueden ser empujados físicamente a través del canal del pezón por la inserción completa de la cánula.

La probabilidad de invasión se incrementa notablemente para las bacterias que colonizan la queratina del canal del pezón. El sellado con un germicida efectivo, tanto antes como después marcadamente la colonización del pezón.

Establecimiento de la infección: La capacidad que tienen las bacterias de adherirse a los tejidos que recubren el interior de la glándula mamaria influyen sobre la probabilidad de permanecer dentro del cuarto infectado. Esto es crítico cuando la ubre esta sometida periódicamente al “flushing” durante el ordeño. Las bacterias como *streptococcus agalactiae* y *staphylococcus aureus* han demostrado buena adherencia a los tejidos que recubren el interior del pezón y las cisternas de la glándula. Otros microorganismos como *escherichia coli* no se adhieren tan bien. Pero se multiplican rápidamente en los cuartos con bajo recuento de células somáticas.

La interacción entre las bacterias y los leucocitos (células somáticas) también influye en el establecimiento de la infección. Una de las funciones de estas células es la de fagocitar y matar las bacterias. Si estos microorganismos son eliminados, la infección desaparece. Pero si algunas bacterias sobreviven en el cuarto afectado se produce una inflamación crónica con alto RCS que pueden persistir por meses o años.

Inicialmente, las bacterias se ubican en los tejidos que recubren el pezón y las cisternas glandulares, y en los conductos grandes. Luego ingresan a los conductos mas delgados y a las aéreas de producción de leche de la zona baja de la glándula afectada, alcanzando así los alvéolos.

Las bacterias causan daño por la producción de toxinas, que provocan hinchazón y muerte a las células productoras de leche. Como consecuencia se liberan sustancias que inician la respuesta inflamatoria, ya que atraen a los leucocitos al área de infección para destruir las bacterias.

Inflamación mamaria: El ingreso de leucocitos y fluidos desde la sangre constituye la respuesta inflamatoria. La inflamación puede ser leve, y no ser detectada por el ordeñador, o puede producir signos clínicos evidentes que pueden variar según la severidad de la enfermedad. La mastitis subclínica aumenta leve a moderadamente el RCS. Una inflamación severa con mastitis clínica provoca un movimiento masivo de leucocitos hacia la glándula. Según el grado de severidad de la infección estos cambios pueden ser acompañados por edemas, enrojecimiento e inflamación con secreciones anormales, aguachentas, que contienen fibrina, grumos y glóbulos rojos.

Respuesta tisular a la infección

Luego de migrar a través de los vasos sanguíneos, los leucocitos atraviesan el tejido secretor hacia el área infectada, acumulándose alrededor de los alvéolos, conductos y cisternas antes de ingresar a la leche. Algunos leucocitos migran penetrando por entre las células secretoras intactas y liberando enzimas que las destruyen o inhiben la síntesis de leche. Esto es una causa de merma de producción por mastitis. (Philpot N. W. y Nickerson 2002).

I.9.1. Transmisión de varios tipos de organismos de la mastitis

En un intento por controlar los diferentes tipos de infecciones, es importante considerar la fuente y formas de transmisión de la enfermedad. Los organismos que causan la mastitis viven en diferentes ambientes (materia fecal, cama, piel, etc.). La limpieza general de las vacas y su alojamiento, como también buenos procedimientos de manejo (especialmente ordeño) son formas efectivas de controlar la difusión de la mastitis

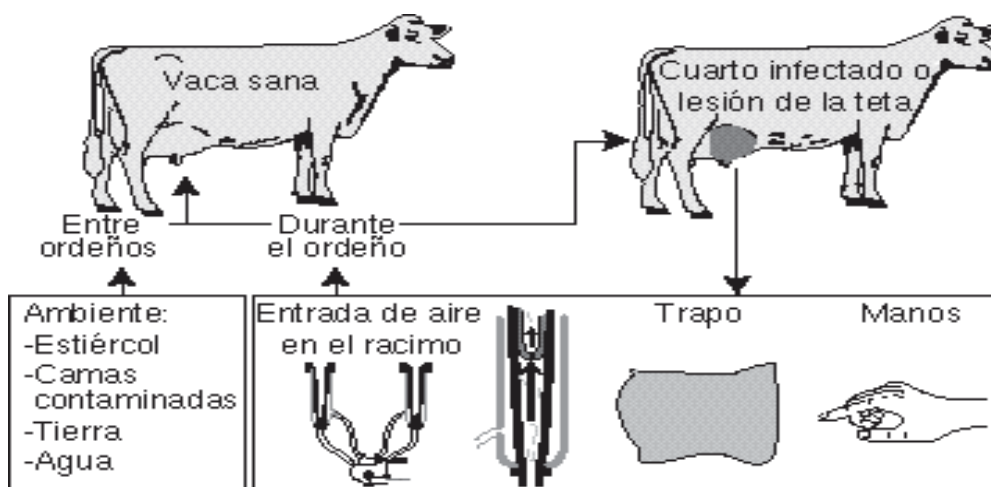


Figura 5. Tres de las principales rutas de transmisión bacteriana durante el ordeño. Fuente. (<http://www.infocarne.com/bovino/mastitis.asp>. 2011).

Streptococcus agalactiae

El *Streptococcus agalactiae* es la causa más común de infecciones subclínicas pero muy rara vez produce una severa enfermedad (mastitis aguda). Este organismo vive en la ubre de la vaca y sobrevive solamente un corto período de tiempo fuera de la glándula mamaria. Se disemina principalmente durante el ordeño por medio de la máquina de ordeño, las manos contaminadas del operador, materiales (tela) utilizados para lavar la ubre. Este organismo puede infectar también la ubre de una ternera joven si ha sido alimentada con leche contaminada. La infección permanece en forma indefinida en la glándula mamaria de la novilla. EL *Streptococcus agalactiae* puede ser erradicado del hato con un tratamiento apropiado combinado con buenas prácticas de manejo. Aún así, se puede llegar a diseminar fácilmente en el hato luego de la compra de un animal infectado. (<http://www.infocarne.com/bovino/mastitis.asp>. 2011).

Staphylococcus aureus

El *Staphylococcus aureus* vive dentro o fuera de la ubre, en la piel del pezón y puede causar tanto mastitis clínica como subclínica. Generalmente se disemina de la misma forma que el *Streptococcus agalactiae*. La infección tiende a

Producir cicatrices, que resultan en sacos de infección encerradas en la ubre que son difíciles de alcanzar por los antibióticos. Tales sacos pueden romperse y abrirse a otras partes de la glándula más tarde.

Cuadro 1. Fuentes más comunes (de la de mayor a menor prevalencia) y formas de diseminación de las bacterias más comunes productoras de mastitis.

Tipo de bacteria	Porcentaje de todas las infecciones	Causa primaria	Principales formas de difusión
Streptococcus agalactiae	➤ 40 %	Ubre infectada	De cuarto a cuarto, vaca a vaca durante el ordeño
Staphylococcus aureus	30 – 40 %	Ubre infectada, pezón lesionado	De acuarto a cuarto, vaca a vaca durante el ordeño
Streptococo ambiental²	5 – 10 %	Cama, material fecal	Medio ambiente de la vaca
Coliformes	< 1 %	Material fecal	Medio ambiente de la vaca

Fuente. (<http://www.infocarne.com/bovino/mastitis.asp>. 2011).

Streptococcus uberis* y *Streptococcus dysgalactiae

Estos organismos se encuentran en la cama (especialmente camas orgánicas: paja, aserrín, etc.), aguas estancadas y tierra. Pueden encontrarse también en la piel de la vaca (pezón y abdomen) y en los órganos reproductores. Estos organismos son generalmente transferidos desde el medio ambiente al pezón entre los ordeños, pero algunas transferencias pueden tener lugar durante el ordeño. Estos organismos no pueden ser eliminados del hato debido a que son parte normal del medio ambiente. El grado de infección de estas bacterias

tiende a incrementarse cuando las condiciones favorecen su crecimiento, por ejemplo, durante los meses húmedos del año. El *Streptococcus uberis* y *Streptococcus dysgalactiae* son responsables también por la mayoría de las mastitis que se presentan ya sea al comienzo o al final del período de seca. Además de estas dos especies de bacterias, existen muchos otros estreptococos ambientales (*Strep. bovis*, *Strep. fecalis*) que pueden causar mastitis.

Bacterias coliformes

Las bacterias coliformes son habitantes normales del suelo e intestino de las vacas. Se acumulan y multiplican en la materia fecal y en la cama. Los coliformes pueden causar mastitis solamente si las partículas contaminadas del medio ambiente entran en contacto con la ubre. A diferencia de las bacterias descritas previamente, los coliformes no se adhieren a los conductos y al alvéolo de la ubre, en lugar se multiplican rápidamente en la leche y producen toxinas que son absorbidas dentro del torrente circulatorio. Como resultado, las infecciones por coliformes conducen a mastitis clínicas agudas. La temperatura corporal de la vaca puede elevarse a 40C y el cuarto infectado se inflamará y se volverá sensible al tacto. Los mecanismos de defensa de la vaca pueden eliminar las bacterias de la ubre, pero las toxinas permanecen y la vaca puede llegar a morir. Las vacas libres de otras bacterias causantes de mastitis (*Streptococcus agalactiae* y *Streptococcus aureus*) parecen ser más susceptibles a las bacterias coliformes.
.(<http://www.infocarne.com/bovino/mastitis.asp>. 2011).

I.9.2. Detección de la mastitis

Examen físico

El examen de la ubre servirá para detectar las inflamaciones agudas (calor, dolor, inflamación y enrojecimiento) y las secreciones que hubiesen cambiado abruptamente. El examen de la ubre vacía luego del ordeño puede detectar también los casos más leves, durezas y cuartos que se encuentren atrofiados

(encogidos) o diferencias de tamaño como resultado de cicatrices que se desarrolla luego de la mastitis.

Prueba de la taza

La rutina de examinar la leche antes del ordeño expulsando la primera fracción de leche dentro de una taza que tenga fondo oscuro asistirá en la detección de los casos más severos o avanzados en los que unos pocos coágulos, descamaciones o separación (aguado) de la leche se presentan. Esto permite que la leche de las vacas sospechosas no sea enviada al tanque masivo de leche. Es importante recordar que la leche afectada se carga de bacterias de manera que la taza debe de ser lavada y desinfectada para evitar que sea un medio de transferencia de bacterias a todo aquello con lo que tome contacto, incluyendo las manos del ordeñador. Las manos del ordeñador deben de ser substituidas por la taza debido a que las otras ubres que el ordeñador toca es probable que se infecten.

Prueba de Mastitis de California

La Prueba de Mastitis de California (CMT) es generalmente realizado en una paleta blanca que posee una taza chata correspondiente a cada cuarto que se examina en la vaca. Unas gotas de una solución de detergente especial se colocan en cada taza junto con un chorro de leche correspondiente de cada cuarto. La paleta es rotada cuidadosamente para mezclar los dos líquidos y luego de unos segundos la paleta se inclina para chequear por la formación de gelatina a medida que el líquido corre a cada lado de la taza. Un sistema de puntaje visual se utiliza para estimar el conteo celular aproximado. El CMT es útil para detectar casos moderados a severos de mastitis subclínicas y para determinar que cuarto de la vaca se encuentra más afectado. Aún así, el CMT no puede ser utilizado como una forma de detectar vacas para ser tratadas, ya que todo lo que detecta es una respuesta celular a la inflamación.

Cuadro 2. Puntajes de la Prueba de Mastitis de California (CMT) y conteos celulares

Puntaje	Formación de gelatina	Conteo estimado de células somáticas
0	Ninguna	100.000
Trazas	Ligera	300.000
1	Ligera-Moderada	900.000
2	Moderada	2.700.000
3	Pesada	8.100.000

Fuente: (UGRJ 2011).

PRUEBAS DE LABORATORIO

Cultivo bacteriano

La recolección de muestras de cuartos individuales de casos clínicos y el cultivo en el laboratorio de bacteriología de los organismos presentes, es la forma más confiable de determinar el tratamiento con antibióticos más apropiado. Las muestras pueden ser utilizadas para rastrear cualquier tipo de resistencia a antibióticos que se haya presentado. Las muestras de todas las vacas al secado pueden ayudar a armar un perfil bacteriológico del hato y asegurar un buen tratamiento de secado para eliminar las infecciones antes de la próxima lactancia. Algunas veces es difícil cultivar organismos vivos de cuartos afectados de forma aguda debido al efecto de la respuesta inflamatoria al controlar la bacteria. Si se intentan varias veces cultivar organismos con

resultado negativo, se debe considerar Mycoplasma, ya que no se detecta en un medio de cultivo usual.

Al coleccionar las muestras de leche para cultivo, es importante evitar la contaminación desde el exterior del pezón. Lave y seque el pezón, desinfecte la punta del mismo con alcohol y descarte varios chorros de leche antes de coleccionar la muestra dentro de un envase estéril. Refrigere (no congele) el recipiente hasta que llegue al laboratorio.

Conteo de células somáticas

El control de células somáticas en el tanque masivo de leche del hato, generalmente determinado por el contador Coulter, provee de un indicador sobre la marcha del progreso realizado para controlar la mastitis en el hato. Los conteos masivos en el tanque no pueden ser utilizados para identificar las necesidades de atención de cada vaca individualmente. (UGRJ 2011).

1.9.3. Prevención de la mastitis

Debido a que la mastitis puede causar pérdidas económicas severas, existe un incentivo significativo para prevenirla. La meta general debe ser la de reducir la presencia de organismos de la mastitis en todo el hato. Esto significa reducir la frecuencia de nuevas infecciones y reducir la duración de cada infección. Se deben realizar esfuerzos dirigidos a aumentar las barreras naturales de defensa. La información anteriormente mencionada, debería proveer un entendimiento de como la mastitis se disemina y la siguiente lista resume los pasos que pueden ser incorporados dentro de un manejo de rutina para interrumpir la cadena de transmisión. Es importante recordar lo siguiente de manera de prevenir la mastitis:

Higiene del ordeño

- Lave y seque los pezones con un trapo limpio.
- No vuelva a utilizar trapos sucios ya que esto puede diseminar organismos entre vacas.

- Utilice un germicida suave en el agua, como la clorexidina.
- Mezcle el germicida cuidadosamente a la concentración recomendada. Si se utiliza en una alta concentración, el germicida puede irritar los pezones y hacerlos más propensos a infecciones debido a que la superficie de la piel irritada es más fácil que sea colonizada por bacterias.
- Asegúrese que los pezones se encuentran secos para prevenir que la solución germicida penetre a la leche.
- Haga que la limpieza de los pezones sea parte de la rutina de estímulo para la bajada de la leche. Ordeño inmediatamente después que la leche ha bajado.
- Controle los primeros chorros de leche por cualquier cambio en consistencia, coágulos o descamaciones.
- Recuerde que las manos del ordeñador pueden transferir organismos entre los animales.
- Si ordeña a mano, lávese las manos.

Ordeño

- Ordeño completamente cada cuarto pero no sobre ordeño.

La meta general debe ser la de reducir la presencia de los organismos de la mastitis en todo el hato.

Ajustado correcto de la maquina de ordeño

- Utilice una buena rutina de mantenimiento de la máquina de ordeñar para asegurar un vacío estable y correctamente ajustado.
- Evite el desprendimiento o ruido de las pezoneras.
- Corte el vacío antes de remover las pezoneras.
- Enjuague la máquina entre vacas y desinfecte la máquina todos los días.

Higiene luego del ordeño

- Utilice el sellado de pezones para matar las bacterias antes de que ellas invadan el canal del pezón luego del ordeño.

- Asegúrese que la pezonera se encuentre limpia y que no sirva como reservorio de bacterias que se multiplican.

Manejo al secado

- Utilice tratamientos con antibióticos intramamarios luego del último ordeño para matar cualquier tipo residual de bacterias.

Mejoramiento del medio ambiente de la vaca

- Remueva la materia fecal frecuentemente.
- Provea de un buen drenaje.
- Provea de una cama limpia y seca.

Manejo de los casos clínicos

- Separe los animales afectados y ordéñelos al último.
- Corte las infecciones lo más pronto posible para reducir la contaminación de otros animales utilizando tratamientos con antibióticos.
- Elimine los animales que se encuentran infectados crónicamente y aquellos que poseen un daño severo en su ubre.
- Cultive y monitor la sensibilidad a los antibióticos de los organismos presentes.
- Evite que los animales crónicamente infectados sean un reservorio de infecciones para el resto del hato.

Sea perseverante

Un programa de prevención tomará tiempo para ser efectivo y debe de ser mantenido. Es importante que cada uno que se encuentre involucrado en el manejo de las vacas durante el ordeño comprenda los principios del programa de prevención. Un ordeñador descuidado puede desmerecer los esfuerzos del resto. (UGRJ. 2011).

I.10. Factores de Riesgo de Mastitis

El medio ambiente de la vaca: Las bacterias ambientales, como el nombre lo indica, provienen del medio ambiente de la vaca (pesebre, suelo, estiércol, etc.) y por lo tanto para evitar este tipo de mastitis, tienen gran influencia las prácticas de manejo. Esta es la razón por la cual es prácticamente imposible eliminarlas completamente, ya que están naturalmente en donde vive el animal y pueden ser solo controladas hasta cierto punto mejorando la limpieza tanto de las vacas como de su medio ambiente. Las bacterias ambientales más comunes son los coliformes (*E. coli*, *Klebsiella spp.* y *Enterobacter*) provenientes del estiércol y la tierra y los estreptococos ambientales (*S. uberis* y *S. dysgalactiae*) que provienen del medio ambiente pero también de las ubres infectadas. El hecho de que este último grupo también esté presente en la ubre aumenta la posibilidad de que sean contagiados. Las bacterias ambientales se multiplican bajo condiciones de humedad en presencia del sustrato adecuado (estiércol). Cuando la vaca yace sobre un pesebre sucio, vadea lodazales, o aún cuando se salpica la ubre con agua contaminada, estas bacterias pueden colonizar la piel de la ubre y eventualmente penetrar a través del canal del pezón durante el ordeño. (García. 2011).

La maquina de ordeñar: Es uno de los factores más importantes que influyen entre las causas predisponentes a la mastitis. La falta de higiene de los ordeñadores, manos y ropa sucia, utilización de agua de mala calidad, no potable, en el sistema de lavado de los implementos y equipo de ordeña, falta de lavado y desinfección de la glándula en el preordeño, la no desinfección del pezón postordeña, la presencia de moscas y animales en la sala de ordeña, son algunas de las deficiencias más importantes en este rubro.

El buen funcionamiento y mantención de los equipos de ordeña es requisito esencial para mantener la ubre en buen estado de salud. En primer lugar, la pezonera puede transformarse en un vehículo de primer orden en la transmisión de gérmenes de vaca en vaca, debido fundamentalmente a la falta de un buen lavado y desinfección del equipo. En segundo lugar la máquina puede ser responsable de producir daño en los pezones, ya sea en forma de erosiones, hemorragias superficiales, hematomas, etc. que son terreno apto

para la proliferación microbiana. Las fluctuaciones de vacío juegan un papel fundamental. Un número inadecuado de pulsaciones de los equipos igualmente puede causar grave daño a la glándula. La máquina de ordeña puede ayudar a la penetración' de gérmenes por el conducto del pezón por efecto mecánico durante la ordeña, como igualmente por la succión de la capa de queratina del conductor del pezón por un sobreordeño prolongado. Entre las principales deficiencias comprobadas están los niveles de vacío, diámetro deficiente de las cañerías de conducción de leche; sobreordeño y alto tiempo de reflujó; este último tiene mucha importancia en la transmisión de agentes patógenos entre cuartos de una misma glándula. (<http://www.monografiasveterinaria.uchile.2011>).

Sistema de ordeño: La máquina de ordeño también puede afectar la tasa de infecciones mastíticas contagiosas nuevas: a) El papel de la máquina como transportadora de bacterias a vacas no infectadas puede minimizarse segregando y ordeñando al último las vacas que se conoce están infectadas o con alto nivel de SCC.

b) Las bacterias pueden ser transferidas durante el ordeño de un cuarto infectado a otro no infectado de la misma vaca a través del colector. Infecciones cruzadas pueden ocurrir hasta en el 40 % de las nuevas infecciones en algunos hatos. El apropiado diseño y funcionamiento del equipo de ordeño previene el movimiento de aire y gotas de leche de un cuarto a otro, reduciendo estas infecciones.

c) Una reducción abrupta en el vacío del ordeño puede causar movimiento de aire hacia la punta del pezón y gotas de leche pueden impactar en la punta del pezón. Si las gotas están contaminadas con bacterias los impactos pueden forzar a las bacterias hacia el ducto del pezón, incrementando la tasa de nuevas infecciones. Las investigaciones han demostrado que altas tasas de nuevas infecciones están asociadas con fluctuaciones de vacío solamente cuando van acompañadas con resbalamiento de las pezoneras, condición que se conoce genera impactos en la punta del pezón.

d) Aunque ha sido difícil demostrar experimentalmente que la máquina de ordeño puede dañar la punta del pezón lo suficiente para incrementar la

probabilidad de infecciones, los ordeñadores deben estar siempre conscientes de esta posibilidad. ([Http://www.extension.org](http://www.extension.org). 2010).

Características de la vaca: Algunos rasgos anatómicos pueden predisponer a las vacas para infecciones de organismos productores de mastitis. Una vaca con una ubre pendiente es muy probable que experimente lesiones mecánicas que pueden causar daño en el tejido e incrementar las probabilidades de infección. Esto incluye pisoteo de los pezones, cortes y hematomas. Virtualmente todas las mastitis son causadas inicialmente por microorganismos que entran el canal del pezón. Por lo tanto las barreras físicas del pezón son la primera defensa contra mastitis. Un canal del pezón muy amplio o suelto es probable que reciba bacterias. Las vacas que se ordeñan más rápido son más propensas a infecciones. Con cada lactancia, el canal del pezón tiende a ser más largo y suelto. Además, altas producciones de leche tienden a dilatar el canal del pezón. Estas son dos razones por las que los nuevos casos de mastitis son más comunes en vacas viejas. Una buena condición de la piel de los pezones ayuda a prevenir la penetración de la superficie por medio de las bacterias. Cualquier golpe o penetración en la piel del pezón hace que sea más fácil que las bacterias se establezcan por sí mismas. Otras enfermedades, incluyendo desórdenes metabólicos tales como quetosis, pueden reducir la capacidad de defensa de la vaca en contra de infecciones iniciales y por lo tanto predisponerlas para el establecimiento de infecciones por medio de organismos causantes de mastitis. (UGRJ 2011).

2. Mecanismos de Defensas Contra la Mastitis

Comprender mejor los mecanismos de defensa de la ubre le permite al productor tomar mejores decisiones de manejo que conduzcan a la prevención de nuevas infecciones de mastitis.

Defensa estructural del pezón: Los tejidos que rodean el canal del pezón forman la barrera principal contra las bacterias causantes de mastitis. El esfínter mantiene firmemente cerrado al canal entre los ordeños y evita la penetración de las bacterias. El canal permanece dilatado hasta 2 horas

después del ordeño. Alimentar a las vacas durante este lapso las mantiene paradas, y le da tiempo al esfínter para cerrarse. La queratina es una sustancia gomosa segregada por el epitelio que rodea el canal del pezón. Tiene la función de bloquear parcialmente al orificio del pezón y servir de barrera física.

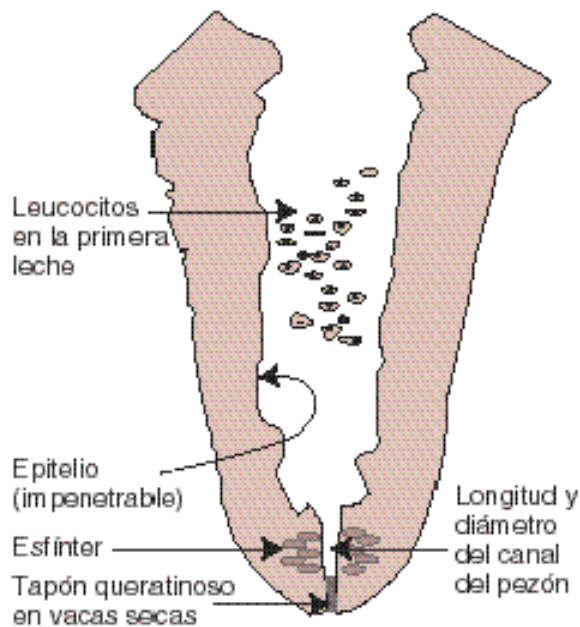


Figura 6. Primera línea de defensa contra invasiones bacterianas

Fuente: (UGRJ 2011).

Para conservar sanos a los pezones es necesario respetar las recomendaciones para la maquina de ordeño en cuanto a funcionamiento y operación, en los siguientes puntos:

- Nivel de vacío y relación de pulsación.
- Duración del ordeño
- Retirado de las pezoneras.

También es importante tener conciencia de los tejidos protectores de la punta del pezón cuando se aplica una terapia. Las bacterias que viven en el tapón de queratina pueden necesitar ayuda mecánica para penetrar el cuato, y la inserción de la cánula las arrastra hacia arriba. La inserción completa de la cánula empuja la queratina contra la pared interna del pezón, ensanchando la abertura y estirando el esfínter, lo que incrementa las posibilidades de penetración de las bacterias.

El uso de cánulas mas cortas disminuye las infecciones nuevas con las principales bacterias causantes de mastitis con respecto a las cánulas convencionales. La recomendación del uso de cánulas de inserción parcial para el tratamiento con antibióticos, no resta importancia a los procedimientos sanitarios de desinfección de la punta del pezón previos al tratamiento.

Células somáticas: Una vez que las bacterias atravesaron el canal del pezón, los glóbulos blancos o leucocitos en la leche son un mecanismo de defensa importante. Estas células constituyen el recuento de células somáticas (RCS). Los tipos de leucocitos son:

- Neutrófilos
- Macrófagos
- Linfocitos

En cuartos mastíticos el RCS pueden ascender a 1 millón/ml. Esto se debe principalmente a los neutrófilos que migran desde la sangre hacia la leche para fagocitar y matar a las bacterias. Para la defensa local contra la mastitis es necesario el renuevo permanente de neutrófilos desde la sangre hacia leche.

Anticuerpos: Los anticuerpos son defensas químicas de la leche para combatir las bacterias causantes de mastitis, que pueden aumentarse por vacunación.

La función principal de estos anticuerpos es identificar a las bacterias para que los neutrófilos las reconozcan y fagociten: este proceso se conoce como opsonización. Los anticuerpos también sirven para inactivar los venenos producidos por las bacterias en la ubre.

La vacunación ha sido utilizada para aumentar la concentración de anticuerpos en sangre y leche contra bacterias específicas de mastitis, otorgando inmunidad por inhibición de la multiplicación bacteriana e impedimento de la producción de toxinas.

Suplementación en la dieta para reducir la incidencia de mastitis: La dieta influye sobre la resistencia de la ubre a la infección porque determinados nutrientes afectan a los mecanismos de defensa, como son: función de las

células somáticas, transporte de anticuerpos hacia la leche y salud del tejido mamario. La suplementación con selenio y vitamina E, 60 días antes del parto y durante toda la lactancia, reduce las nuevas infecciones al parto y la duración de la infección. En forma similar, se reduce la mastitis clínica y el RCS. Las recomendaciones corrientes para vacas holstein típicas, confinadas, y en una zona deficiente en selenio son: 3mg de selenio/día durante el periodo de seca y 6 mg de selenio/día durante la lactancia. Las recomendaciones para vitamina E son: suplementar la dieta con 1000 unidades/día durante el periodo de seca, y 400 a 600 unidades/día durante la lactancia.

También esta asociada con una mayor incidencia de mastitis la deficiencia en vitamina A y beta-carotenos. Ambos influyen significativamente sobre la resistencia de la vaca a la enfermedad. Mejoran, por ejemplo, la actividad de los leucocitos encargados de matar a las bacterias. Vacas suplementadas en la dieta con estos dos componentes tienen menos infecciones nuevas al principio del periodo de seca y muestran menos RCS durante el comienzo de la lactación, con respecto a las vacas sin suplementar. (Philpot N. W. y Nickerson 2002).

2.1. Recuento Celular Somáticos y su Relación con la Mastitis

Que son las células somáticas?

Las células que se mueven hacia adentro del alvéolo como una respuesta a la infección se denominan "células somáticas". Ellas incluyen varios tipos de leucocitos o células blancas de la sangre.

La presencia de un incremento del número de células somáticas es un indicador de inflamación, aún cuando no ha sido detectada al observar la leche de la vaca, (ej. mastitis subclínica). Por lo tanto el número de células somáticas se utiliza como un indicador del grado de inflamación. Algunas células somáticas se encuentran presentes en ubres normalmente sanas. En vacas normales pueden existir fluctuaciones estacionales en el número de células. Bajos números de células no son por lo tanto considerados como un indicador de mastitis, altos números pueden ser indicativos de mastitis subclínicas. La

mayoría de los hatos bien manejados poseen conteos de células somáticas por debajo de las 500.000 por mililitro, cuando se miden en el tanque de leche. Las células somáticas pueden medirse con diferentes métodos que varían en complejidad, costo y exactitud.

Cuadro 3. Conteo de células por mililitro

Conteo de células por mililitro	Implicaciones en la salud de la ubre
<200,000	Niveles normales no indicativos de mastitis
200,000-500,000	Puede mejorarse, sospecha de unas pocas vacas afectadas subclínicamente en el hato
500,000-1,000,000	Mastitis subclínica
>1,000,000	Casos masivos de mastitis subclínica
>1,500,000	Por lo menos la mitad de los cuartos en el hato es probable que se encuentren infectados y la producción de leche puede bajar en un 30%

Fuente: (UGRJ 2011).

Costo de la mastitis

La mastitis por sí misma es la enfermedad más costosa del ganado lechero. En muchos lugares del mundo produce hasta el doble de las pérdidas asociadas con la infertilidad y enfermedades reproductivas. Debido a que algo de tejido secretor se pierde cada vez que una infección ataca el tejido mamario, aún las mastitis subclínicas pueden resultar en una pérdida de producción. Debido a

que las infecciones subclínicas son más comunes y generalmente pasan desapercibidas por un largo período de tiempo, pueden producir más pérdidas económicas que los pocos casos de mastitis clínicas.

Cuadro 4. Métodos de medición directa de conteos de células somáticas en la leche

Prueba	Fundamento	Limitaciones y desventajas
Conteo microscópico directo de células somáticas	Las células son contadas en un portaobjeto bajo el microscopio.	No es aplicable para un gran número de muestras.
Filtro de ADN en membrana	Las células son atrapadas en un filtro de membrana y el contenido de ADN se mide por una reacción.	No es situable para el control de grandes cantidades de muestras
Contador Coulter	Utiliza un contador electrónico que puede ser calibrado para reconocer y contar las células.	Es el método más ampliamente aplicado
Prueba de Mastitis de Wisconsin (WMT)	Cuando la leche se mezcla con detergente, el ADN se "desenrosca" y se vuelve viscoso. Cuando más células encuentran presentes, existe más ADN y la leche se vuelve viscosa. La velocidad con que drena por un pequeño agujero la cantidad de leche que queda en el tubo se mide como el conteo de células.	Es un método indirecto
Prueba de Mastitis de California (CMT)	Este es una adaptación de la Prueba de Mastitis de Wisconsin, en el que el detergente se mezcla con una paleta (cuatro platos planos, uno por cada cuarto) y al grado de formación de gel se le otorga un puntaje por medio de	Solamente da una gruesa estimación pero tiene la ventaja de ser aplicable al lado de la vaca.

	estimación visual.	
--	--------------------	--

Fuente: (UGRJ 2011).

2.2. Control de la Calidad de la Leche

2.2.1. Contaminantes de la leche

Las cualidades nutritivas de la leche y sus derivados la sitúan entre los alimentos básicos por excelencia. Su consumo no está exento de riesgos para el consumidor ya que puede alterarse en cada uno de los múltiples pasos que van desde su secreción hasta su consumo. Los principales riesgos son microbiológicos y químicos.

Microbiológicos

Debido al elevado valor nutritivo de la leche, esta es un medio muy apropiado para el desarrollo de microorganismos. Se trata de un factor que se debe tener en cuenta desde tres puntos de vista:

Tecnológico: Desde este punto de vista es interesante que la leche cuando llega a la central lechera lo haga en condiciones adecuadas para la elaboración de los productos lácteos.

Económico: Este es un factor que afecta al productor ya que si produce leches con mala calidad microbiana éstas serán rechazadas en la central lechera.

Sanitario: En este punto es donde está el factor realmente importante ya que la leche en mal estado puede constituir un vehículo de transmisión de enfermedades zoonóticas causadas por los microorganismos patógenos o sus toxinas, siendo las vacas o los ordeñadores y personas que manipulan la leche la fuente de contaminación más importante. En otras ocasiones la contaminación viene producida por falta de higiene, poca limpieza de las vacas, del medio ambiente, de los sistemas de ordeño, conducciones de leche, ollas o sistemas de refrigeración. (Gonzales, F.R. y Bibiana Juan Godoy. 2011).

Substancias químicas en la leche

Tanto el productor de leche como el consumidor se enfrentan a unos riesgos químicos que son de naturaleza muy heterogénea. La contaminación que presente la leche cuando llegue al consumidor puede tener procedencias muy distintas, ya sea por contaminación de los alimentos y el agua que ingiere la vaca o bien por el uso de materiales inadecuados durante la obtención, manipulación, almacenaje y transporte de la leche. En cualquier caso, la contaminación química se va a producir por una manipulación inadecuada o por un empleo de materias primas contaminadas. En consecuencia, puede ser fácilmente controlable e incluso eliminable.

Contaminación por pesticidas y insecticidas órgano-fosforados: Con el nombre de pesticidas se designan un conjunto de preparados químicos que se utilizan en la lucha contra plagas o parásitos en la producción agropecuaria. Éstos pueden llegar a la leche por varias vías si bien el camino más común es la ingesta de forrajes con restos de estos productos o la utilización de recipientes contaminados. Los compuestos órgano-fosforados son mucho menos persistentes en el organismo animal en grandes cantidades. Además su rápida degradación en el medio ambiente previene la formación de residuos significativos en la leche.

Herbicidas y fungicidas: La contaminación de la leche por herbicidas es un hecho raro. El motivo es que son degradados por las plantas y, cuando se agregan al suelo, no es frecuente que puedan llegar a la parte aérea de la planta. El uso de fungicidas está más difundido sobre cosechas de cereales o desperdicios de cosechas que luego van a ser consumidos por los animales, lo que los convierte en sustancias más susceptibles de aparecer en la leche.

Antibióticos y quimioteràpicos: El empleo de determinados quimioteràpicos en medicina veterinaria ha supuesto uno de los grandes logros en la lucha contra muchas enfermedades infecciosas del ganado vacuno lechero, entre los que se incluye la mamitis, pero también es cierto que cuando se utilizan o manejan de forma inadecuada, unas veces por negligencia y otras por desconocimiento, pueden dar origen a una contaminación por residuos en la leche y productos lácteos, con sus repercusiones en la salud.

Detergentes y desinfectantes: Los detergentes y desinfectantes se utilizan en la industria lechera con la intención de eliminar y evitar la proliferación los microorganismos que posteriormente puedan llegar a la leche. El riesgo aparece cuando estos productos no se eliminan de forma adecuada, mediante aclarados suficientes y se permite así su contacto con la leche. Además de efectos tóxicos los detergentes y desinfectantes pueden comunicar, en algunos casos pueden dar olores y sabores extraños a la leche, así como interferir algunos procesos de fermentación. Los efectos tóxicos de los detergentes y desinfectantes varían en función de su naturaleza química siendo los más peligrosos los derivados del cloro y del yodo.

Contaminación por micotoxinas: Las micotoxinas, producidas por el metabolismo de determinados mohos, son sustancias muy tóxicas y carcinogénicas para el hombre y los animales. En los últimos años se ha desarrollado una intensa investigación para su detección y prevención. No se han estudiado demasiado y, a pesar de que existen gran variedad de ellos, sólo se conocen bien las denominadas “aflatoxinas” debido a su gran toxicidad. La formación de aflatoxinas está asociada con los mohos que los producen. En general se asume como únicos productores de aflatoxinas algunas especies del género *Aspergillus*. Por tanto sólo serán de interés para la industria láctea aquellos mohos susceptibles de producir micotoxinas y concretamente aflatoxinas. Las micotoxinas pueden llegar a la leche por la alimentación del animal o bien en el ordeño. La aflatoxina B1 considerada, sin duda las más peligrosas, es un hepatocarcinógeno muy potente. (Gonzales, F.R. y Bibiana Juan Godoy. 2011)

2.2.2. Bacterias en la leche

En general se puede resumir la importancia del estudio microbiológico de la leche basado en esos tres aspectos:

- Los microorganismos producen cambios deseables en las características físico químicas de la leche durante la elaboración de diversos productos lácteos.
- Los productos lácteos y la leche pueden contaminarse con microorganismos patógenos o sus toxinas y provocar enfermedad en el consumidor.
- Los microorganismos pueden causar alteraciones de la leche y productos lácteos haciéndolos inadecuados para el consumo.

En la leche cruda pueden encontrarse microorganismos de los diferentes grupos: bacterias, hongos (mohos y levaduras) y virus, los cuales serán descritos brevemente a continuación, de acuerdo a su importancia en la industria láctea.

Contaminación de la Leche. Los diferentes microorganismos alcanzan la leche por dos vías principales: la vía mamaria y el medio externo.

Mamaria: los microorganismos que pueden alcanzar la ubre, igualmente pueden llegar a contaminar la leche antes o después del ordeño. Estos microorganismos pueden alcanzar la leche por vía mamaria ascendente o mamaria descendente. Por vía ascendente lo hacen bacterias que se adhieren a la piel de la ubre y posterior al ordeño entran a través del esfínter del pezón (*Staphilococcus aureus*, *Streptococcus*, *Coliformes*). La vía descendente o hematógena la utilizan los microorganismos que pueden causar enfermedad sistémica o tienen la propiedad de movilizarse por la sangre y a través de los capilares mamaros llegar a infectar la ubre (*Salmonellas*, *Brucellas*, *Mycobacterium tuberculosos*).

Medio externo: la contaminación de la leche puede ocurrir una vez que esta ha sido extraída de la glándula mamaria. Los utensilios, tanques de almacenamientos, transportes e incluso el personal que manipula la leche, son fuentes de contaminación de microorganismos que utilizan esta vía, que en algunos casos son las más abundantes, causantes de grandes pérdidas en la calidad del producto.

2.2.3. Fuentes de contaminación de la leche

Las Principales fuentes de contaminación de la leche son:

El animal: teóricamente la leche al salir del pezón debería ser estéril, pero siempre contiene de 100 a 10.000 bacterias/ml, una baja carga microbiana que puede no llegar a multiplicarse si la leche es manipulada adecuadamente. Los microorganismos pueden entrar por vía mamaria ascendente a través del esfínter del pezón, es por ello que cualquier lesión que afecte la integridad del mismo, facilitara un aumento en la contaminación. La leche puede también contaminarse al salir por medio de pelos o sucio que se desprenden de los animales. La ubre está en contacto con el suelo, heno, y cualquier superficie donde las vacas se echen, de allí que los pezones sean considerados como una fuente importante de esporas bacterianas. En animales enfermos, (vacas con mastitis) aumenta el número de microorganismos en leche.

Aire: el aire representa uno de los medios más hostiles para la supervivencia de los microorganismos debido a la constante exposición al oxígeno, cambios de temperatura y humedad relativa, radiación solar, etc. Es por ello que solo aquellos microorganismos resistentes podrán ser capaces de permanecer en el aire y llegar a contaminar los alimentos. Los microorganismos Gram negativos mueren rápidamente mientras que los Gram positivos y aquellos esporulados pueden persistir por largo tiempo. En el aire se pueden encontrar *Micrococcus*, *Streptomyces* y esporas de mohos como *Penicillium* y *Aspergillus*. Las levaduras raramente se encuentran en suspensiones aéreas.

Agua: el agua utilizada para la limpieza de los equipos y utensilios de ordeño, la higiene del animal y del personal, debe ser lo más limpia posible. El agua puede ser una fuente importante de microorganismos psicrófilos (*Pseudomonas*) y por contaminación de ésta, de bacterias coliformes.

Suelo: el suelo es la principal fuente de microorganismos termodúricos y termófilos. La leche nunca entra en contacto con el suelo pero si los animales, utensilios y personal, de manera que es a través de ellos que los microorganismos telúricos (*Clostridium*) pueden alcanzar a contaminar la leche.

El ordeñador: el ordeñador puede llegar a jugar un papel importante en la contaminación de la leche, sobre todo cuando el ordeño es manual. En nuestro medio es frecuente observar como el personal encargado del ordeño no se lava las manos y peor aún se las humedece en la misma leche para lograr lubricación que facilite el ordeño. Se ha señalado al ordeñador como responsable de la contaminación de la leche con microorganismos patógenos (*S. Aureus*, *Leptospiras*, *E. coli*, *M. tuberculosis*, *Streptococcus*, etc.). Las heridas infectadas en manos y brazos pueden ser fuentes de algunos de estos microorganismos.

Estiércol: el estiércol es la fuente principal de microorganismos coliformes. Estos pueden alcanzar la leche a través del animal o del ordeñador así como también por medio de los utensilios mal higienizados.

Utensilios y Transporte: el contacto de la leche con el material de ordeño y su permanencia en los tanques y transporte puede multiplicar por un factor de 2 a 50 la flora microbiana presente. De allí que la higiene adecuada de estos, por medio de agentes desinfectantes, afecta significativamente la calidad sanitaria de la leche. La flora microbiana proveniente de esta fuente puede ser diversa, pero la más frecuente es flora termorresistente, razón más que suficiente para exigir al máximo la higiene.

(<http://www.inia.gob.pe/boletin/boletin0023/contaminacion%20de%20la%20leche.htm>. 2011).

2.2.4. Generalidades para la obtención de leche de buena calidad

La leche debe ser de excelente calidad, ya sea para el consumo directo de la leche líquida como para la fabricación de derivados lácteos; esto significa que,

además de un buen contenido de nutrientes, debe tener unas características especiales que aseguren al consumidor un producto fresco, alimenticio y saludable.

La temperatura de la leche recién salida de la vaca es de 37° C, pero debe ser enfriada rápidamente hasta los 5° C o menos. Debe tener un color blanco crema normal, no tener pintas de sangre u otro color. El olor debe también ser normal a leche recién ordeñada, que no tenga olor a agroquímicos ni a antibióticos. Así mismo, el sabor debe ser agradable. Para producir una leche de buena calidad, se deben tener en cuenta los cuatro principios básicos de toda explotación pecuaria eficiente, o sea: animales de buena calidad, alimentación adecuada, buen manejo y estricta sanidad. Los dos primeros influyen directamente en la calidad nutricional o composición; los otros dos en la calidad higiénica. El buen manejo es el que más incide en la obtención de leche de buena calidad, sobretodo en lo que a calidad higiénica se refiere. Cubre todas las fases del ordeño, desde antes de empezar, o sea los labores previas al ordeño, el ordeño en sí y las labores después del ordeño.

Todas las hembras bovinas producen leche, pero hay unas razas y cruzamientos que sobresalen por su producción más alta y por su más alta calidad. Para escoger la raza más apropiada para nuestras granjas, el productor se debe fijar en las condiciones agroclimáticas de la región y en el tipo de explotación que esté desarrollando.

La sanidad en el hato es determinante para obtener una leche de buenas características higiénicas. Esta debe ser más preventiva que curativa. Las enfermedades que más afectan la calidad de la leche son la mastitis, las fiebres de varios orígenes, las inflamaciones, abscesos y heridas de los pezones. En caso de que se presenten enfermedades, se deben aplicar rápidamente los tratamientos indicados, preferiblemente por un Médico Veterinario. Se debe tener la precaución de descartar o no mezclar la leche con la producida por animales sanos. Revisar las indicaciones de las drogas, principalmente de los Antibióticos y antimastíticos sobre tiempo de retiro y cumplir éste estrictamente.

(http://www.sag.gob.hn/files/Infoagro/Cadenas%20Agro/Bovina/InfoTecnica/Ficha_Tecnica_Leche.pdf. 2011).

2.3.- Consideraciones Relacionadas con Calidad de la Leche

Pese a que muchos productores han crecido en cuanto a tecnología en lo que representa el trabajo de ordeño, nunca deja de ser importante recordar que la higiene es un aspecto muy importante para la conservación de las propiedades nutricionales y la calidad de la leche. Los cuidados que se deben tener en cuenta son la limpieza del animal, del operador y de todos los equipos y recipientes que entren en contacto con la leche. Los animales deben ser sanos, estar debidamente vacunados, y los alimentos que se les suministran deben ser adecuados.

Algunos de los aspectos que se deben cuidar en el tambo lechero para obtener productos de alta calidad son la salud y la alimentación de los animales, la disposición de suficiente agua potable, una adecuada infraestructura y, finalmente, el manejo adecuado de la leche desde su extracción hasta la mesa del consumidor. Para realizar un ordeño higiénico, el local y los animales deben estar limpios, así como también todos los elementos que entran en contacto con la leche, como los recipientes y utensilios. El ordeñador debe estar sano y bien bañado.

Lo más importante en la sala de ordeño es el piso, que debe ser lavable y antideslizante. Todas las medidas higiénicas, de limpieza, desinfecciones y sanitaciones no estarán de más en una sala de ordeño porque se está manejando un alimento muy nutritivo y delicado. (Gill, 2011).

2.3.1. Condiciones ambientales generales para la explotación lechera

En toda explotación lechera hay que tener en cuenta las posibles fuentes de contaminación del medio ambiente. El agua y otros elementos del medio como por ejemplo, las plagas (insectos y roedores), las sustancias químicas y los ambientes internos y externos donde se alojan y ordeñan los animales, deben

manejarse de tal manera que se reduzca al mínimo la posibilidad de transmisión directa o indirecta de peligros a la leche.

Deben considerarse los aspectos legales vigentes en cada país, vinculados al Medio ambiente. El corral, la sala para el ordeño y cuarto para el almacenamiento de la leche y los equipos relacionados, así como otras bodegas y sus alrededores, deben estar limpios, libres de acumulaciones de estiércol, lodo, moscas y otros insectos, animales, aves, aguas residuales, basuras, entre otros, que puedan causar enfermedades o problemas de contaminación a la leche. Los caños o desagües deben mantenerse bien drenados, evitando el estancamiento de agua y desechos. Mantener en buen estado y asegurar colindancias, cercas, portones, portillos y puertas falsas. En resumen, los productores deben asegurarse de que la apariencia general de la explotación lechera sea la adecuada para un establecimiento en el que se obtienen alimentos de alta calidad.

2.3.2. Diseño, construcción y mantenimiento de las instalaciones

El diseño, la construcción y la ubicación de las instalaciones de las explotaciones lecheras deben permitir las condiciones óptimas de higiene y desinfección para garantizar:

- La prevención de contaminación de la leche.
- El mantenimiento, limpieza y desinfección apropiados.
- La prevención de peligros a los trabajadores y los animales.
- Facilitar el control de las plagas y enfermedades.
- Disponer de baños y servicios sanitarios en las inmediaciones.
- Disponer de lavamanos y jabón desinfectante para poder facilitar la higiene del personal.
- Contar con agua potable, para el aseo del personal, para lo cual puede clorar o darle otro tratamiento para potabilizarla.

Ubicación de las instalaciones de lechería: En la ubicación de las instalaciones de lechería, se deben valorar las posibles fuentes de contaminación y peligros, así como la eficacia de cualquier medida razonable

que haya que adoptarse para proteger los animales y su producción. El establecimiento debe ubicarse en un lugar libre de amenazas de contaminación de la leche.

En particular, las lecherías deben ubicarse fuera de zonas:

- Cuyo medio ambiente esté contaminado.
- Con actividades industriales que constituyan una amenaza grave para los animales, los trabajadores y la leche.
- Expuestas a inundaciones, a menos que se encuentren debidamente protegidas.
- Expuestas a infestaciones de plagas y roedores.
- En las que se dificulte el retiro eficaz de los desechos sólidos y líquidos.

Si existe en la finca la crianza o explotación de otras especies animales, éstas deberán estar separadas físicamente, de tal forma que se evite la contaminación de la leche, instalaciones y los bovinos.

Protección de la finca: La finca deberá estar cercada perimetralmente, el o los accesos con portones, portillos o puertas falsas con el fin de controlar el ingreso a la misma.

En las entradas a la finca, debe existir un rótulo que indicará:

- Nombre de la finca;
- Prohibición de entrada a particulares;
- Número de identificación o registro del Ministerio o Secretaría de Agricultura y Ganadería.

Corrales de espera

- El diseño, la distribución y la disponibilidad de los corrales no deben perjudicar la salud de los animales.
- Deben mantenerse limpios y libres de acumulaciones de estiércol, lodo y sustancias o desechos orgánicos que puedan contaminar el ambiente; evitando anidaciones de moscas u otros insectos y roedores.
- Deben estar diseñados de forma que los animales enfermos o bajo tratamiento cuya leche no sea apta para consumo humano puedan separarse.
- Es recomendable tener piso cementado de fácil limpieza con un desnivel no más del uno por ciento (1%) hacia el drenaje que permita evacuar excrementos y aguas de lavado.

Salas de ordeño: Las salas de ordeño, deberán cumplir con las siguientes características:

- Mantenerse libres de animales de otras especies, tales como cerdos, gatos, perros, todo tipo de aves, incluidas las aves de corral, y otros; cuya presencia podría traer como consecuencia la contaminación de la leche.
- Los pisos y paredes deben ser de materiales de fácil limpieza y estar en buenas condiciones. Los pisos deben facilitar el drenaje adecuado y ser antideslizantes.
- Los techos deben estar en buenas condiciones estructurales e higiénicas.
- Ser bien ventiladas, con luz adecuada y suficiente.
- Las lámparas o focos de iluminación deben contar con protectores, cuando aplique, para evitar cualquier peligro físico, en el caso que se quiebre o desprenda una lámpara o foco. Además deben mantenerse limpios.
- Mantener los alrededores de las instalaciones limpias de vegetación, libres de desechos orgánicos, de máquinas y equipos que no se utilizan.
- Facilidad de acceso a lavamanos, provisto con jabón desinfectante, toallas desechables y colector de papeles

- Contar con fuente de agua potable para la higiene de instalaciones y equipos
- En caso de existir comederos y bebederos, deben estar limpios y en buen estado.

Cuarto para el almacenamiento de la leche y los equipos relacionados para el ordeño

- Deben estar diseñados y fabricados con material sanitario de manera tal que puedan limpiarse, desinfectarse y mantenerse de forma ordenada y que evite la posible contaminación.
- Independiente de otras áreas y ser de uso exclusivo (no almacenar alimentos, químicos, entre otros) para este fin y el almacenamiento de equipos y utensilios utilizados para el ordeño.
- Protegido contra insectos, roedores y aves.
- Tener acceso a un lavamanos, equipado con jabón y toallas para secado de manos.
- Los pisos deben ser impermeables y de fácil limpieza, con declive mínimo de 1 %, para evitar acumulación de agua y residuos de leche.
- Paredes lisas de material impermeable, preferiblemente pintadas con un color claro, cuando los materiales del que son construidas así lo requieran.
- La unión de pisos y paredes debe ser cóncava para evitar la acumulación de suciedades.
- El cielo o techo debe estar en buen estado de conservación, pintado con un color preferiblemente claro y libre de suciedades o cualquier tipo de contaminación.
- En el caso de iluminación artificial, ésta deberá estar protegida por cobertores resistentes a las rupturas, cuando se encuentre sobre los tanques de enfriamiento.
- En caso de existir aberturas de ventilación, éstas deben estar protegidas para prevenir las entradas de plagas.

- El área para almacenar leche debe estar separada físicamente de las utilizadas para almacenar insumos.

2.3.3. Equipos, utensilios de ordeño y enfriamiento

El equipo y los utensilios deben estar fabricados con materiales que no tengan efectos tóxicos, ni transmitan contaminantes a la leche. Cuando estén destinados a entrar en contacto con la leche deben ser fáciles de limpiar y desinfectar, resistentes a la corrosión e incapaces de transferir sustancias extrañas a la leche en cantidades que impliquen un riesgo para la salud del consumidor.

Los recipientes de leche (bidones, tarros, garrafones, tambos y baldes) deben ser de una sola pieza y preferiblemente, de acero inoxidable, para asegurar un buen lavado y desinfección, que no queden residuos y que no transmiten malos olores a la leche. No se debe usar baldes o recipientes de plástico, porque se rayan con facilidad (los rayones son lugares donde los microbios se reproducen) y hacen más difícil su limpieza y desinfección.

No se debe utilizar recipientes de leche (bidones, tarros, garrafones, tambos y baldes) que tengan soldaduras, porque es donde se multiplican los microbios y dificultan su limpieza y desinfección. Se recomienda utilizar preferentemente utensilios de acero inoxidable, aluminio o acero tratado y evitar el uso de utensilios plásticos y de madera. Además el equipo utilizado para enfriar y almacenar leche debe estar diseñado de modo que se alcancen las temperaturas que se requieren con la rapidez necesaria para asegurar la calidad higiénica de la misma, y se mantengan con eficacia. Este equipo debe tener también un diseño que permita vigilar, controlar y registrar las temperaturas. El enfriamiento es el único método permitido para conservar la leche

Cuando la leche destinada a procesamiento no se recoge ni utiliza dentro de las dos horas que siguen al ordeño, la misma deberá enfriarse a una temperatura igual o inferior a 6 °C si se recoge diariamente; o a una temperatura igual o inferior a 4 °C si no se recoge diariamente. Temperaturas diferentes de las mencionadas pueden ser aceptables si tales desviaciones no determinan un riesgo mayor de peligros microbiológicos, han sido aceptadas por el procesador que recibe la leche y las ha aprobado la autoridad competente. Debe existir un proceso de verificación y mantenimiento periódico para cerciorarse que los equipos, utensilios de ordeño y enfriamiento se mantengan en buenas condiciones de funcionamiento.

Los equipos y utensilios para el ordeño, almacenamiento, transporte y entrega deben ser de uso exclusivo y estar diseñados de tal manera que se garantice su drenaje completo. Además, deben estar contruidos de forma a fin de evitar la contaminación de la leche.

Los equipos y utensilios para el ordeño, almacenamiento, transporte y entrega o las partes de los mismos, deben estar suficientemente protegidos o diseñados de tal forma que impidan el acceso de insectos, roedores y el polvo, con el fin de evitar la contaminación de la leche. Los equipos, utensilios para el ordeño y almacenamiento deben tener procedimientos de calibración, mantenimiento preventivo y acciones correctivas y deben mantenerse los registros apropiados. El equipo de ordeño debe ser revisado por lo menos dos veces al año.

2.3.4. Procedimiento e higiene del ordeño

Para reducir al mínimo la contaminación durante el ordeño es necesario aplicar prácticas de higiene eficaces con respecto a la piel del animal, el equipo de ordeño (si se utiliza), el manipulador y el ambiente en general.

El ordeño debe realizarse en condiciones higiénicas, que incluirán:

- Buen trato a las vacas durante el arreo y período previo al ordeño.

- Realizarse dentro de una sala de ordeño, limpia y sin perturbaciones.
- Asegurarse de que las personas que realizan el ordeño sigan las reglas básicas de higiene:
 - ✓ Usar ropa limpia y apropiada.
 - ✓ Mantener las manos y brazos limpios, especialmente durante el ordeño.
 - ✓ Cubrir cortes o heridas.
 - ✓ No tener ninguna enfermedad contagiosa.
- En caso de utilizar agua para lavar y masajear los pezones, ésta debe ser potable; (en algunos establecimientos, se puede utilizar el presellado de los pezones) en ambos casos, secar posteriormente los pezones con toallas individuales.
- El empleo de recipientes/equipos de ordeño, limpios y desinfectados.
- Evitar que operaciones tales como la alimentación contaminen el equipo, la leche y el entorno.
- Los animales con síntomas clínicos de enfermedad deben ser separados y ser los últimos ordeñados, o bien se ordeñarán con un equipo distinto o a mano, y su leche no se utilizará para el consumo humano.
- Los animales sometidos a la aplicación de medicamentos que se eliminan por la leche deben ser separados y ser los últimos ordeñados, hasta cumplir el período de retiro especificado para el medicamento o que cumpla con la legislación establecida.

Si el ordeño es mecánico:

- Cuando se requiera, lavar los pezones con agua potable, desinfectarlos y limpiarlos con toallas desechables de papel antes del ordeño.

- Al momento de colocar las pezoneras, evitar la entrada innecesaria de aire, ajustarlas en caso de ser necesario y vigilar constantemente la presión de vacío en el vacuómetro.
- Al final del ordeño, cerrar el vacío y retirar suavemente las pezoneras.
- Cuando proceda inmediatamente sellar o rociar los pezones con un desinfectante seguro y efectivo.
- No sobre ordeñar para evitar cualquier daño al tejido de los pezones/ ubre.

2.3.5. Higiene del personal

El personal directamente encargado del ordeño y manejo de la leche debe mantener buenos hábitos de aseo personal como:

- Baño diario;
- No fumar durante el ordeño;
- No escupir, estornudar o toser sobre la ubre, la leche, utensilios y equipos que tienen contacto directo con la leche;
- No tocarse la nariz, boca, oídos, cabello, ni otras áreas desnudas del cuerpo que puedan ser causa de contaminación, en caso de hacerlo debe lavarse las manos;
- Uso de indumentaria adecuada y limpia.

Las personas que trabajan directamente en el ordeño, manejo de la leche y los animales no deben ser portadoras de enfermedades infectocontagiosas y zoonóticas para garantizar la no contaminación del producto y los animales. Quienes manipulan la leche deben someterse a examen médico si así lo aconsejan motivos clínicos o epidemiológicos. Tener tarjeta de pulmones y tarjeta de salud. Los controles de salud de los empleados deben realizarse de acuerdo con lo estipulado en la legislación nacional vigente.

Es necesario lavarse las manos y antebrazos (hasta el codo) con frecuencia, y en todos los casos antes de iniciar las operaciones de ordeño o manipulación

de leche. Cualquier lesión en las manos o antebrazos debe cubrirse con un vendaje impermeable y las personas con dichas lesiones no deben realizar el ordeño.

2.3.6. Capacitación al personal de ordeño o manipuladores de la leche

Los productores de leche y el personal que participa en la recolección y transporte la misma deben recibir capacitación necesaria y tener conocimientos técnicos apropiados sobre los siguientes temas:

- Sanidad animal y empleo de medicamentos veterinarios.
- Elaboración y empleo de alimento para animales.
- Manejo del hato.
- Ordeño higiénico.
- Almacenamiento, manipulación, recolección y transporte de la leche (limpieza de los recipientes de almacenamiento, requisitos de temperatura, procedimientos de muestreo.
- Peligros microbiológicos, químicos y físicos y medidas de control de los mismos.
- Consecuencias o riesgos de prácticas de higiene personal inadecuadas.

2.3.7. Limpieza y desinfección

Aplicar procedimientos adecuados de limpieza y desinfección del material, los locales y las inmediaciones de la explotación, respetando las instrucciones de los fabricantes para el uso de detergentes y desinfectantes (preparación de las superficies, dilución, tiempo de contacto).

Verificar la eficiencia de los procedimientos establecidos (con autocontroles visuales o con análisis bacteriológicos) y aplicar las medidas correctivas apropiadas. El enjuague del equipo y las cisternas de almacenamiento después de la limpieza y desinfección debe eliminar todo residuo de detergente y desinfectante. Deben limpiarse adecuadamente todas las superficies de las

tuberías y equipos que entran en contacto con la leche, incluidas las zonas difíciles de limpiar.

1.3.8. Control de plagas y roedores

Deben combatirse las plagas y roedores de forma que no constituyan un riesgo para la inocuidad de la leche. Una aplicación impropia de los productos químicos utilizados para combatir estas plagas podría dar como resultado la introducción de agentes químicos peligrosos en el entorno de producción. Se debe implementar un programa para el control de roedores, insectos y otras plagas.

Antes de emplear plaguicidas o rodenticidas deberá hacerse todo lo posible para reducir al mínimo la presencia de plagas y roedores. Aunque los establos y salas de ordeño atraen tales plagas, buenas medidas preventivas como una construcción y mantenimiento adecuado y la limpieza y remoción de desechos fecales, pueden reducir al mínimo la presencia de plagas. Los depósitos de alimentos deben ubicarse en un lugar adecuado que proporcione protección contra las plagas y roedores.

Los productos químicos para el control de plagas y roedores deben estar aprobados oficialmente para el uso en explotaciones lecheras y emplearse de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Cualquier sustancia química para el control de plagas y roedores deberá almacenarse de forma que no contamine el entorno del ordeño y bajo llave.

No deben almacenarse en locales húmedos ni cerca de los depósitos de alimentos para consumo animal. Es preferible utilizar cebos sólidos siempre que sea posible. No debe aplicarse ningún plaguicida durante las operaciones de ordeño y manejo de la leche. Se deben inspeccionar periódicamente las instalaciones y las zonas circundantes, para detectar posibles evidencias de infestaciones. (OIRSA, 2007).

II.OBJETIVO

Elaborar un documento que informe a estudiantes y profesionales de la medicina veterinaria así como a productores dedicados a esta rama de la ganadería, sobre los principios básicos de las buenas prácticas en la producción de leche, en donde se contemplen todos aquellos aspectos como es el bienestar animal, la alimentación, suministro de agua, confort, salud animal, higiene, manejo de la leche y medio ambiente, entre otros, que permitan obtener un producto de calidad e inocuo para el consumidor

III.CONCLUSIONES

Es de vital importancia que quienes se dediquen a la cadena productiva de la leche, conozcan los principios básicos para la producción, procesamiento y comercialización de la leche de calidad sanitaria y nutrimentalmente para el consumidor.

El monitoreo de los animales como también los programas de higiene y sanidad permiten en las explotaciones lecheras llevar un estricto control para la obtención de leche de buena calidad.

El envío de un producto o subproducto de la leche de buena calidad al mercado garantiza la salud del consumidor y el desarrollo de una sociedad sana.

IV.BIBLIOGRAFIA

Alimentación sana. (2011). Las propiedades de la leche. <http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/novedades/leche%202.htm> (25/02/2011).

Callejo, R.A. (2011). Breve introducción a la anatomía de la ubre y a la fisiología del ordeño. http://ocw.upm.es/produccion-animal/ordeno-mecanico/Tema_1._Anatomia_y_Fisiologia/breve-introduccion-a-la-anatomia-de-la-ubre-y-a-la-fisiologia-del-ordeno.

Carrion G. M. (2004). Principios básicos para el mejoramiento de la calidad de la leche en explotaciones bovinas lecheras. Departamento de Recursos Naturales del CIDIR Jiquilpan, Michoacán del IPN.

Desarrollo de la glándula mamaria. <http://html.rincondelvago.com/glandula-mamaria.html> 05/02/2011. Extractado de Producción Higiénica de la leche y su tratamiento a nivel de productor. RDDTC TR -LA/LA/77/29-S.

Farías, M. J. (2010). Manejo reproductivo en bovinos productores de leche. Seminario. Manejo Reproductivo y Biotecnología Reproductivas en Animales Domésticos. Academia de Reproducción. FMVZ - UMSNH.

Farías, M. J; Ávila T. S. y Gutiérrez, CH. AJ. (2010). Producción de leche con ganado bovino. Segunda edición. Edt. Manual moderno. México.

Fuente: <http://albeitar.portalveterinaria.com>. Salud de la ubre en el ordeño automatico. 18 DE FEBRERO DE 2011. C:\Documents and Settings\Administrador\Mis documentos\Salud de la ubre en el ordeño automático.mht.

Garcia, A. Ph. D. (2011). Mastitis Contagiosa vs. Ambiental. [http://www.extension.org/pages/Mastitis Contagiosa vs. Ambiental](http://www.extension.org/pages/Mastitis_Contagiosa_vs._Ambiental).

Gonzales, F.R. Observatorio de la seguridad alimentaria. Universidad Autónoma de Barcelona y Bibiana Juan Godoy. Centro Especial de Investigación. Planta de Tecnología de los Alimentos. Universidad Autónoma de Barcelona. Leche de vaca. <http://www.adinte.net/castelseras/Recetas/alimento/lechevac.htm>.

Gill. H. Técnico Cooperativa Friesland y del Proyecto/Procole. (04/11/2011). Suplemento Rural. <http://archivo.abc.com.py/suplementos/rural/articulos.php?pid=472888>.

Hazards, T.S. Y Mary France christen I. (2006). Composición y calidad de la leche. <http://es.scribd.com/doc/36502449/Calidad-en-La-Leche> .

[http://www.extension.org/pages/Una Mirada Pr%C3%A1ctica a la Mastitis C](http://www.extension.org/pages/Una_Mirada_Pr%C3%A1ctica_a_la_Mastitis_Contagiosa)
[ontagiosa](http://www.extension.org/pages/Una_Mirada_Pr%C3%A1ctica_a_la_Mastitis_Contagiosa). Una mirada practica a la mastitis contagiosa.

[http://www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/BibliotecaVirtual/MANUALEX](http://www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/BibliotecaVirtual/MANUALEX_PLOTACIONESLECHERAS.pdf)
[PLOTACIONESLECHERAS.pdf](http://www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/BibliotecaVirtual/MANUALEX_PLOTACIONESLECHERAS.pdf). (Mayo 2007) Buenas prácticas en explotaciones lecheras para Centroamérica, Panamá y Belice. Organismo internacional regional de sanidad agropecuario.

La mastitis. La enfermedad y su transmisión. (03/02/2011). <http://www.infocarne.com/bovino/mastitis.asp>.

Leche generalidades. (2011).
http://www.sag.gob.hn/files/Infoagro/Cadenas%20Agro/Bovina/InfoTecnica/Ficha_Tecnica_Leche.pdf.

Microbiología de la leche cruda bacterias en la leche. (23/05/2011).
<http://www.inia.gob.pe/boletin/boletin0023/contaminacion%20de%20la%20leche.htm>.

Molina, F. JF. (2001). Historia de la leche. C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\archivos de calidad de leche\Historia de la Leche.mht. La Industria Lechera en Puerto Rico, 2001.

Mastitis bovina con especial énfasis en la realidad nacional. (2011).
http://www.monografiasveterinaria.uchile.cl/CDA/mon_vet_simple/0,1420,SCID%253D7805%2526ISID%253D414%2526PRT%253D7798,00.html.

03/04/2011. Monografías de medicina veterinaria, vol.4, nº2, diciembre 1982.

Philpot N. W. y Nickerson S C. (2002). Ganado la Lucha Contra la Mastitis.

UGRJ.(2011).http://www.ugrj.org.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=485&Itemid=138 .16/03/2011. Esta publicación está autorizada por el Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera de la Universidad de Wisconsin Madison.

.