

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS



Factores que intervienen en el manejo de la calidad de la leche cruda.

Por:

JUAN JOSÉ PANTOJA CORTÉS

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México
Junio 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

Factores que intervienen en el manejo de la calidad de la leche cruda.

Por:

JUAN JOSÉ PANTOJA CORTÉS

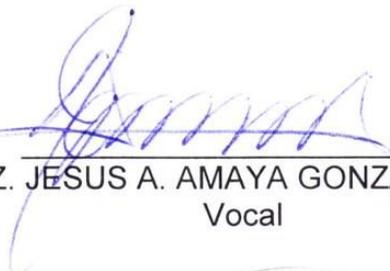
MONOGRAFÍA

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial
para obtener el título de:

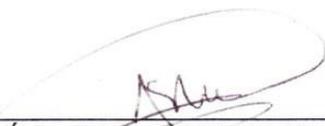
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA


M.V.Z. RODRIGO I. SIMÓN ALONSO
Presidente

Aprobada por:


M.V.Z. JESUS A. AMAYA GONZÁLEZ.
Vocal


ING. MARTÍN CASTILLO RAMÍREZ
Vocal


M.C. JOSÉ L. FCO. SANDOVAL ELÍAS
Vocal Suplente


MC. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
Junio 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

Factores que intervienen en el manejo de la calidad de la leche cruda.

Por:

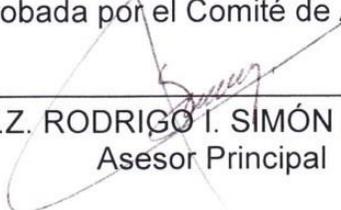
JUAN JOSÉ PANTOJA CORTÉS

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:


M.V.Z. RODRIGO I. SIMÓN ALONSO.
Asesor Principal


MC. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
Mayo 2018

AGRADECIMIENTOS.

A mi madre, Blanca Estela Cortés Alvarado por haberme dado la vida y apoyarme incondicionalmente para obtener un logro tan grande como es el convertirme en un profesionista.

A mi familia, Alma Graciela Cortés Alvarado, Laura Isabel Martínez Alvarado y Genoveva Alvarado Rivas por ser parte de mi familia y darme su ayuda incondicional.

A mi Alma Terra Mater, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por aceptarme ser parte de ella y darme una formación como profesionista.

Al MVZ. Rodrigo Isidro Simón Alonso, por su asesoría, colaboración, orientación y su tiempo que me fue brindado, y mas que eso su amistad.

A todos mis maestros, por brindarme su conocimiento, su amistad y consejos, a todos ellos muchas gracias.

A mi trabajo, Lala Transportes S.A. de C. V. por brindarme el apoyo para concluir mis estudios y convertirme en un profesionista.

DEDICATORIAS.

A mi madre, Blanca Estela Cortés Alvarado por su confianza y el apoyo que me brindó por todo este tiempo.

A toda mi familia, gracias a todos por sus consejos, toda su ayuda y su apoyo, mil gracias a todos los que estuvieron y siguen estando conmigo.

Al Ing. Alma del Carmen López Roque, una persona a quien quiero mucho y por darme su ayuda incondicional en cualquier momento y empujarme siempre en ir para adelante.

RESUMEN

La ganadería lechera sostiene las mejores condiciones en cuanto a la evolución favorable y constante de la calidad de la leche, los ganaderos lecheros de la Comarca Lagunera han invertido en la última década, sus mejores esfuerzos y sus mejores recursos humanos y económicos, el resultado es el logro de una producción de leche fresca de la más alta calidad que satisface ampliamente las necesidades del consumidor.

Este importante proceso se ha logrado que los beneficios de la calidad impacten favorablemente en toda la cadena productiva. En los establos; con un mayor y mejor conocimiento técnico y científico sobre los componentes de la leche producida, permitiendo al productor y a su equipo de trabajo mejorar y mantener el nivel de salud del hato. En las plantas comercializadoras; al recibir una materia prima de mayor calidad, ofreciendo la oportunidad de servir y satisfacer a los consumidores.

Palabras clave: Leche, Calidad, Componentes, Pruebas, Problemas.

ÍNDICE.

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIAS.....	ii
RESUMEN.....	iii
INTRODUCCIÓN.....	1
LA IMPORTANCIA DE LA ACTIVIDAD LECHERA.....	2
La leche y su gran aportación en la alimentación humana.....	2
Composición nutricional de la leche.....	2
Agua.....	3
Proteínas.....	3
Grasa.....	4
Lactosa.....	4
Minerales.....	4
Vitaminas.....	5
FISIOLOGIA DE LA LACTACION EN LA VACA.....	6
Desarrollo de la glándula mamaria.....	6
Mamogénesis.....	7
Lactogénesis y galactopoiesis.....	8
Involución.....	8
Eyección de leche y oxitocina.....	8
CONTROL DE CALIDAD DE LA LECHE.....	9
Calidad de leche.....	9
FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA CALIDAD DE LA LECHE.....	11
SALUD DE LA GLÁNDULA MAMARIA.....	13
Mastitis.....	13
Métodos de detección de la mastitis.....	15
Observación y palpación de la ubre.....	15
Pruebas físicas.....	15

Pruebas biológicas.....	17
RUTINA DE ORDEÑO.	22
Preparación de los animales.	22
Observaciones previas.....	23
Presellado de los pezones.....	24
Retirada de los primeros chorros de leche (Despunte).....	24
Limpieza de los pezones. Principios básicos.	25
Colocación de pezoneras.....	26
Remoción de pezoneras.	27
Sellado de pezones.....	27
HIGIENE DE LA ORDEÑA.	28
Higiene del ganado.....	29
Higiene del ordeñador.....	30
LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DEL EQUIPO DE ORDEÑO.	31
1. Suciedad.....	32
2. Agua.....	33
3. Energía.	34
4. Tiempo.	34
5. Drenaje.....	35
6. Mantenimiento de la maquina.	35
FASES DEL LAVADO DEL EQUIPO DE ORDEÑO.	36
DETECCIÓN DE PROBLEMAS DE LIMPIEZA.....	37
Análisis de la calidad de la leche en el tanque frío.....	37
Conteo estándar en placa (SPC).....	37
Conteo de coliformes (CC).	38
Conteo de pasteurizado en laboratorio (LPC).	38
ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE.	39
CONTROL DE INHIBIDORES EN LA LECHE.	40
Técnicas de detección de inhibidores en la leche.....	43
MEDIDAS PREVENTIVAS PARA EL CONTROL DE BRUCELLA EN LA LECHE.	46

BRUCELOSIS.....	46
Causa de la enfermedad.....	46
Como llega la enfermedad al establo.....	46
Como se transmite la enfermedad.....	47
Signos de la enfermedad.....	47
Perdidas económicas.....	49
Diagnostico de la enfermedad.....	49
Prevencion de la brucelosis.....	51
CONCLUSIONES.....	52
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	53

INTRODUCCIÓN.

La leche es el único material producido por la naturaleza para funcionar exclusivamente como fuente de alimento, ya que, constituye una fuente nutritiva, no superada por ningún otro conocido por el ser humano. La confirmación de esta imagen nutritiva está en el uso extensivo que tiene la leche y sus derivados, como parte de la dieta diaria en los países altamente desarrollados.

Si bien son incuestionables las cualidades nutritivas de la leche y los productos lácteos, no es menos cierto que, desde su síntesis en la glándula mamaria hasta su llegada al consumidor, están sometidos a gran número de riesgos que hacen peligrar la calidad original.

Estamos conscientes que para lograr, sostener y difundir esta gran cruzada nacional sobre calidad de la leche, en la que están inmersos los productores de La Laguna, se le debe seguir dando una importancia vital a la preparación, adiestramiento, instrucción y capacitación de todos los recursos humanos que como técnicos, empleados y trabajadores participan desde la unidad productiva que es el establo, hasta el área agroindustrial transformadora del vital líquido, en numerosos productos y subproductos lácteos.

LA IMPORTANCIA DE LA ACTIVIDAD LECHERA

La leche y su gran aportación en la alimentación humana.

La leche es la secreción natural de las glándulas mamarias de las vacas sanas y bien alimentadas. Se excluye el producto obtenido 15 días antes del parto y 5 días después del mismo por el contenido de calostro. (INEGI-SAGAR, 1996).

Desde el punto de vista legal, el Ministerio de Salud mediante el decreto 2437 del 30 de Agosto de 1983, y según el Artículo 2 del capítulo 1, define que “la leche es el producto de la secreción normal de la glándula mamaria de animales bovinos sanos, obtenida por uno o varios ordeños diarios, higiénicos, completos e ininterrumpidos. (Ministerio de Salud, 1983)

La leche y sus derivados juegan un papel fundamental en la alimentación humana. El hombre usa la leche de varios animales para su propia alimentación. Con el término leche se distingue la leche de vaca; si se trata de otros animales se especifica, como leche de cabra. La elaboración de la leche, se enfoca a la producción de leche limpia y sana, así como a su transformación en diferentes productos comestibles de larga duración. (INEGI-SAGAR, 1996).

Composición nutricional de la leche.

La leche es una compleja mezcla de distintas sustancias, presentes en suspensión o emulsión y otras en forma de solución verdadera y presenta sustancias definidas: agua, grasa, proteína, lactosa, vitaminas, minerales; a las cuales se les denomina Sólidos Totales. Los ST varían por múltiples factores como lo son: raza, tipo de alimentación, medio ambiente y el estado sanitario de la vaca entre otros (Tabla 1). (Lerche, 1969)

Nutriente (gr.)	Vaca	Mujer
Agua	88	87.5
Energía (kcal)	61	7.0
Proteína	3.2	1.0
Grasa	3.4	4.4
Lactosa	4.7	6.9
Minerales	0.72	0.20

Tabla 1. (Lerche, 1969)

Agua.

Es la fase dispersante, en la cual los glóbulos grasos y demás componentes de mayor tamaño se encuentran emulsionados o suspendidos. El peso específico de la leche oscila entre 1.027 y 1.035, con una media de 1.032. El punto de congelación se encuentra por término medio entre -0.54°C y -0.55°C ; la técnica de su determinación se llama crioscopia y ha sido adoptada también en el examen de la leche para determinar posibles adulteraciones por adición de agua. (Lerche, 1969)

Proteínas.

La proteína contenida en la leche es del 3.5%. Esta proteína láctea es una mezcla de numerosas fracciones proteicas diferentes y de pesos moleculares distintos. Las proteínas se clasifican en dos grandes grupos: caseínas (80%) y proteínas séricas (20%). (Lerche, 1969)

Grasa.

La grasa láctea se sintetiza en su inmensa mayoría en las células secretoras de la glándula mamaria y constituye cerca del 3% de la leche. La grasa de la leche puede sufrir alteraciones causadas por la acción de la luz, del oxígeno y enzimas. Los procesos hidrolíticos oxidativos conducen a la formación de peróxidos, aldehídos, cetonas y ácidos grasos libres, originándose así alteraciones del sabor que se hace sebáceo o rancio. (Lerche, 1969)

El contenido de grasa puede variar por factores como la raza y las prácticas de debidas a la alimentación además, se mantiene constante en los diversos periodos de lactación, tan solo en el calostro parece disminuir su porcentaje. Se ve afectada si por el estado sanitario de la ubre presentando disminuciones significativas cuando se presentan procesos inflamatorios o infecciosos. (Lerche, 1969)

Lactosa.

La lactosa da el sabor dulce a la leche, esta compuesta de glucosa y galactosa. Las bacterias lácticas pueden transformar la lactosa en ácido láctico, ésta acidificación no es deseable en el caso de leche para consumo, pero en la obtención de productos como yogurt, mantequilla y queso, la fermentación de la lactosa en ácido láctico ejerce una acción conservadora. (Aguilar, 1994).

Minerales.

Las sales minerales o cenizas de la leche son cloruros, fosfatos, sulfatos, carbonatos y nitratos. Los minerales principales son calcio, sodio, potasio, magnesio y hierro. El contenido de las sales cálcicas es importante en la alimentación, porque éstas favorecen el crecimiento de los huesos. Además, las sales de calcio tienen una gran influencia en la coagulación de la leche cuando se elabora queso. (Meyer, 1997).

Vitaminas.

La leche contiene vitaminas como la A, D, E, K, B1, B2, B6, B12, C, carotenos, nicotinamida, biotina, ácido fólico, su concentración esta sujeto a grandes oscilaciones. (Lerche, 1969)

La leche por ser un alimento muy completo, es un medio ideal para el crecimiento de microorganismos, los cuales, si no son eliminados, pueden convertirse en un riesgo para los consumidores. Así mismo la leche puede ser un vehículo de enfermedades que pueden afectar a los consumidores, si no se realizan los controles de calidad necesarios en los procesos de industrialización que parten en la granja y culminan en el consumidor final. (CMR, 2005)

FISIOLOGIA DE LA LACTACION EN LA VACA.

La fisiología de la lactación abarca el desarrollo de la glándula mamaria desde la etapa fetal hasta la edad adulta, el desarrollo futuro durante la preñez y el inicio de la lactancia con los consecuentes sucesos adaptivos metabólicos y de comportamiento. (Stefanon, 2002)

El inicio de la lactancia es acompañado por aumento del volumen sanguíneo, producción cardíaca, flujo sanguíneo mamario y flujo sanguíneo a través del flujo hepático y gastrointestinal que proveen a la glándula mamaria con nutrientes y hormonas para la síntesis de la leche. El reflejo de eyección se activa con la presencia de leche en la glándula y la oxitocina que actúa en la concentración de las células mioepiteliales. Una mayor eficiencia en la respuesta de la oxitocina se obtiene si la vaca es alimentada durante el ordeño. (Stefanon, 2002)

Desarrollo de la glándula mamaria.

El desarrollo de la glándula mamaria se inicia en el feto en todas las especies mamíferas. En el feto bovino, desde el ectodermo, las líneas mamarias son visibles desde el día 35. Alrededor del tercer mes los canales mamarios, conductos excretorios y se forman los alveolos. El sistema excretorio es completado al final del segundo trimestre de la vida fetal. (Glauber, 2007)

Al comienzo del tercer mes la glándula mamaria comienza a crecer 2-4 veces más rápido que el resto del cuerpo hasta la pubertad (crecimiento alométrico). Previo a la pubertad el tejido mamario es influenciado por factores de crecimiento y hormonas. (Glauber, 2007)

A edad adulta el ciclo de la lactación puede dividirse en periodos consecutivos: mamogénesis, lactogénesis, galactopoyesis e involución. Cada fase caracterizada por un estricto control hormonal. Tres categorías de hormonas están involucradas:

1. Hormonas reproductivas. (estrógenos, progesterona, lactogeno-placentaria, prolactina y oxitocina) que actúan sobre la glándula mamaria.
2. Hormonas del metabolismo. (hormona de crecimiento, corticosteroides, tiroides, insulina) que funcionan en distintas partes del cuerpo y a menudo en glándula.
3. Hormonas de producción local. (HG, prolactina, paratoroidea-peptidica PTHrp, leptina)
(Glauber, 2007)

Mamogénesis.

Hormonas del metabolismo, factores de crecimiento y prolactina son necesarios para el normal desarrollo de la glándula mamaria con especial referencia a las hormonas sexuales esteroideas. A través de la gestación, la proliferación del epitelio mamario es dependiente de estrógenos y progesterona. La mamogénesis no ocurre en ausencia de prolactina y hormona de crecimiento. (Glauber, 2007)

Lactogénesis y galactopoyesis.

La producción de leche es controlada por las hormonas lactogénicas Prolactina y Hormona de crecimiento durante la lactogénesis y lactopoyesis. La acción de la prolactina es a través del epitelio mamario en forma directa o factores de transcripción, semejante a la HC que actúa en forma directa en la glándula o indirectamente con producción de IGF-I (factor de crecimiento insulina) local o producida en el hígado. (Glauber, 2007)

Involución.

Se refiere a la regresión gradual de la glándula mamaria después de cumplir su función durante la lactación fisiológica. El curso de eventos durante este estadio es importante dado que tiene impacto sobre la futura lactancia. Igual que en otros periodos de la lactancia, esta bajo control endocrino. La pérdida de células epiteliales por apoptosis esta relacionado con la disminución de nivel de prolactina, HC y IGF-I. (Glauber, 2007)

Las vacas en lactancia son secadas comúnmente entre 8-9 semanas previas al parto programado. Hay vacas que actualmente se secan con producciones de 30 litros o más. Existe información respecto a stress metabólico asociado con manejo del secado y su relación con los problemas sanitarios alrededor del parto y la etapa de transición. (Glauber, 2007)

Eyección de leche y oxitocina.

La leche sintetizada es almacenada en el comportamiento alveolar y las cavidades cisternales de la glándula mamaria. La leche alveolar es transportada por las cavidades cisternales. La eyección de leche es un eslabón en el reflejo neuroendocrino. (Glauber, 2007)

El reflejo de eyección de leche es altamente sensible y puede inhibirse durante situaciones estresantes o falta de confort en la hembra lactante.

Estudios han demostrado el valor de un buen estímulo en la rutina de ordeño y el compromiso de la oxitocina. (Glauber, 2007)

Bajo condiciones normales de producción se reconoce a la oxitocina como la principal hormona del reflejo neuroendocrino comprometido en la bajada de la leche. En animales monogástricos, ha sido demostrado que las neuronas oxitocinérgicas se proyectan a diversas regiones del cerebro por lo cual la hormona puede tener acción en el control de la bajada de la leche y contracciones uterinas. La oxitocina se relaciona en forma positiva con el comportamiento maternal, sexual e interacciones sociales en general. (Glauber, 2007)

CONTROL DE CALIDAD DE LA LECHE.

Calidad de leche.

La calidad de la leche cruda se establece con base a parámetros higiénicos, sanitarios y composicionales. La calidad higiénica resulta de especial importancia, por tratarse del contenido microbiano que esta presente en la leche cruda, el cual se transfiere en buena medida a los productos que se elaboran a partir de ella en la industria láctea y que inciden de manera representativa en la vida útil tanto de la materia prima como del producto terminado. (Keating, 2004)

La vigilancia y el control del estándar microbiano son necesarios en cada punto de la cadena láctea, en la obtención de la leche en los hatos lecheros, en el transporte y manipulación, en el acopio y almacenamiento e incluso en líneas de proceso. (Keating, 2004)

El desafío para quienes trabajan en el sector lechero no solo es producir mayor cantidad de leche, sino también, de alta calidad higiénica, y para ello

deben contemplarse aspectos fundamentales, como lo son, la higiene microbiológica, química y estética. Es así, que la higiene de la leche y salud pública, son dos aspectos que se conectan mediante una sola palabra, CALIDAD. (Sedesol, 2007)

La producción de leche de calidad higiénica, como todo sistema productivo, resulta sumamente complejo, más aun que otros ya que, el producto a manejar es extremadamente delicado, afectándose mucho por la manipulación. En la producción de la leche, interactúan innumerables factores y todos de una manera u otra se encuentran relacionados. (Sedesol, 2007)

Así mismo y desde un punto de vista legal la leche de vaca puede definirse de la siguiente manera: “Leche, sin otra denominación, es el producto fresco del ordeño completo de una o varias vacas sanas, bien alimentadas y en reposo, exento de calostro y que cumpla con las características físicas, microbiológicas e higiénicas establecidas”. Estas características pueden ser la densidad, el índice crioscópico, el índice de refracción, la acidez titulable, la materia grasa, sólidos no grasos, número de leucocitos, microorganismos patógenos, presencia de sustancias inhibidoras, entre otros. (Sedesol, 2007)

Cabe mencionar que la calidad de la leche cruda es influenciada por múltiples condiciones entre las que destacan los factores zootécnicos, asociados al manejo, alimentación y potencial genético de los animales así como los factores relacionados a la obtención y almacenamiento de la leche recién ordeñada. (Ortiz, 2002)

FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA CALIDAD DE LA LECHE.

La leche tiene un sabor ligeramente dulce y un aroma delicado. El sabor dulce proviene de la lactosa, mientras que el aroma proviene principalmente de la grasa. Sin embargo la leche absorbe fácilmente los olores del medio ambiente, como el olor del establo o de pintura recién aplicada. Además, ciertas clases de forrajes consumidos por las vacas proporcionan cambios en el sabor y olor a la leche. También, la acción de microorganismos puede tener efectos desagradables en olor y sabor. (FIRA, 1998).

La leche tiene un color ligeramente blanco amarillento debido a la grasa y a la caseína. Los glóbulos de la grasa y en menor grado la caseína, impiden que la luz pase a través de ella, por lo cual la leche parece blanca. El color amarillo de la leche se debe a la grasa, en el que se encuentra el caroteno. Este es un colorante natural que la vaca absorbe con la alimentación de forrajes verdes. (Meyer, 1997)

La leche hierve a 100.16°C al nivel del mar a causa de las sales y la lactosa disueltas. Estas sustancias determinan también el punto de congelación de la leche, el cual se encuentra entre -0.53 y -0.55°C , debido a que el contenido de estas sustancias no varía mucho, el punto de congelación se aprovecha para el control de fraudes en la leche. (SAGAR, 1998)

La leche constituye un magnífico sustrato para el desarrollo de microorganismos. Estos pueden proliferar rápidamente en ella y provocar transformaciones deseables o indeseables (Tabla 2).

Bacterias deseables.	Usos.
Lácticas y algunos mohos.	Se aprovechan en la obtención de productos como mantequilla de crema acida, leches fermentadas y queso.
Las propiónicas.	Estas bacterias forman agujeros grandes y proporcionan un sabor específico a los quesos de tipo Emmenthal y Gruyere.

Tabla 2. (SAGAR, 1998)

Las levaduras son los microorganismos más grandes que las bacterias y ayudan a la maduración de los quesos de pasta blanda favoreciendo el crecimiento de los mohos. Ciertas clases de mohos se aprovechan en la elaboración de quesos de vena azul como el roquefort. Algunos microorganismos secretan sustancias, las que inclusive en cantidades mínimas son mortales para otros microorganismos. Estas sustancias se llaman antibióticos y se utilizan para curar enfermedades. (Aguilar, 1994)

Adicionalmente se han encontrado más de 100 elementos nutritivos para el ser humano. En consecuencia, por su alto valor nutritivo, la leche es uno de los alimentos vitales para la alimentación humana y es uno de los productos esenciales para la población mexicana. (García, 2005)

SALUD DE LA GLÁNDULA MAMARIA.

Mastitis.

La mastitis es definida como la inflamación de la glándula mamaria y se caracteriza por causar alteraciones significativas en la composición de la leche y por el aumento en la concentración de células somáticas. La mastitis ha sido considerada mundialmente la enfermedad de mayor impacto en los establos lecheros, debido a la elevada prevalencia y los prejuicios económicos que determina. La mastitis ejerce un efecto negativo sobre la industria láctea en función del impacto que determina sobre la calidad de la leche. (Reneau, 1991)

Se caracteriza por presentar alteraciones del tejido glandular e inducir cambios físicos, químicos y bacteriológicos en la leche. (Costello, 2003)

Con base en términos usados para describir la epidemiología de los patógenos que causan la infección de la glándula mamaria, la mastitis se ha dividido en contagiosa y ambiental. Esta clasificación se soporta en los diferentes agentes infecciosos implicados en la enfermedad y en las medidas de prevención y control. (Chambers, 2002; Murphy, 200)

Las infecciones que suceden en la glándula mamaria aumentan el conteo de células somáticas (CCS). Estas células están presentes normalmente en la leche y está constituida en su gran mayoría por leucocitos sobre todo, neutrófilos y células de descamación del epitelio secretor de la glándula. El aumento de CCS esta asociado a diversas consecuencia negativas sobre la leche fluida y derivados, destacándose, las pérdidas en el rendimiento industrial, de la fabricación de productos lácteos y disminución del tiempo de anaquel. (Heeschen, 1995)

Esta enfermedad, es reconocida comúnmente por los signos clínicos, y más obviamente por anomalías en la leche y la ubre. Los signos clínicos incluyen una disminución en la producción de leche, aumento en el número de leucocitos, composición y apariencia alterada de la leche (grumos), fiebre, cuartos mamarios enrojecidos, hinchados y calientes. (Bedolla, 2004)

La presencia de mastitis puede afectar también la calidad microbiológica de la leche cruda. Inicialmente, los patógenos que la causan, aumentan el conteo total bacteriano (CTB), de la leche que se entrega a la industria. Esto es importante en establos lecheros que presentan alta prevalencia de la enfermedad causada por *Streptococcus agalactiae* y *S. uberis*, además otras bacterias que causan esta enfermedad tales como *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* pueden generar toxinas termo resistentes que representa un riesgo considerable a la salud pública. (Bramley, 1996)

El tratamiento de la mastitis conlleva serias implicaciones en salud pública debido a la presencia de residuos de antibióticos en la leche, ya que, se ha demostrado que la mayor fuente de estos residuos se debe, a la frecuente inoculación intramamaria de antibióticos utilizados durante el tratamiento de la mastitis. (Allison, 1995)

Los valores de CCS están directamente relacionados al aumento de bacterias psicrófilas en la leche. Esta relación, se deriva de que la principal fuente de estos microorganismos es la superficie externa de los pezones. Se debe destacar, que los criterios de higiene de los pezones se vuelven todavía más importantes, a medida, que se intensifican las acciones para el enfriamiento de la leche en los establos inmediatamente después de la ordeña. (Heeschen, 1995)

Métodos de detección de la mastitis.

Observación y palpación de la ubre.

En la mastitis subclínica, la ubre de la vaca permanece aparentemente sana, la leche que produce a simple vista, es una leche normal, pero una infección incipiente puede estar dañando el tejido glandular y provocando por lo tanto una alteración en la leche que esta produce. (Pérez, 2005)

La infección puede provocar la inflamación de uno, varios cuartos o de toda la glándula, aumento de temperatura en el área afectada, así como enrojecimiento de la zona y dolor, estos eventos provocan que el sistema inmune del animal actúe tratando de aliviar el problema, además de lograr la mayoría de las veces mantener la infección únicamente en el área afectada sin alterar otros órganos o sistemas del animal. (Pérez, 2005)

Cuando se encuentran todos o algunos de los signos enumerados se puede interpretar como un caso de mastitis clínica, donde además se encuentran cambios importantes en la leche que produce el tejido afectado, estos cambios pueden consistir en alteración del color, aparición de grumos, coágulos sanguinolentos, coágulos con pus, leche mas acuosa, entre otros. (Pérez, 2005)

Pruebas físicas.

Estas solo son útiles cuando la mastitis ya esta avanzada y no detectan mastitis subclínica. Dentro de estas se encuentran las siguientes: prueba de la escudilla de ordeño, prueba del paño negro, la taza probadora. (Pérez, 2005)

Prueba de la escudilla de ordeño. Para leches anormales, se recoge la leche sobre un tejido negro extendido encima de la escudilla, los grumos se hacen así muy visibles. Tal como se muestra en Fig. 1. (Charles, 1984)



Figura 1. (Charles, 1984)

Prueba del paño negro. Esta se realiza durante la reparación de la vaca para la ordeña. Consiste en la detección de grumos en la leche (tolondrón) haciendo pasar los primeros chorros a través de una malla negra o bien utilizando una cubetilla especialmente diseñada para eso (Fig. 2). Se recomienda realizar este procedimiento en todos los ordeños ya que además de detectar leche anormal, se eliminan bacterias que normalmente se encuentran en mayor cantidad en estos primeros chorros y así estimular la bajada de la leche. (Pérez, 1986)



Leche con grumos es señal de mastitis

Figura 2. (Pérez, 1986)

Taza probadora. Examine los primeros chorros de leche de cada ordeña sobre un recipiente de fondo oscuro (Fig. 3). Los coágulos, escamas, hilos, materia fibrosa, secreciones acuosas, o color anormal indican que la leche no es normal y que hay probables problemas. En las mastitis crónicas la leche no tiene apariencia visible anormal en todos los ordeños. (Carrión, 2001)



Figura 3. (Carrión, 2001)

Pruebas biológicas.

Dentro de estas se encuentran: la prueba de California para mastitis, prueba de Catalasa, prueba de Wisconsin, prueba de CAMP, y el monitoreo de células somáticas, así como el diagnóstico bacteriológico por los métodos de aislamiento, cultivo, tinción, bioquímica e identificación. (Pérez et al., 2005)

Prueba de California para Mastitis (CMT). La CMT por sus siglas en inglés, ha sido empleada durante décadas y sigue siendo la prueba más utilizada a nivel de campo para el diagnóstico de mastitis en ganado lechero. (Monrresey, 1999)

Es una prueba sencilla que es útil para detectar la mastitis subclínica por valorar groseramente el recuento de CCS de la leche. No proporciona un resultado numérico, sino más bien una indicación si el recuento es elevado o bajo, por lo que todo resultado por encima de una reacción vestigial se considera sospechoso. (Blowey, 1995)

Pasos a seguir para la realización de la prueba de California:

1. Se desecha la leche del pre ordeño (Fig. 4).
2. Se ordeña 2-3 chorros de leche de cada cuarto en cada una de las placas de la paleta (Fig. 5).
3. Se inclina la paleta de modo que se desecha la mayor parte de esta leche.
4. Se añade a la leche un volumen igual de reactivo (Fig. 6).
5. Se mezcla el reactivo y se examina en cuanto a la presencia de una reacción de gelificación (Fig. 7). Antes de continuar con la vaca siguiente se debe enjuagar la placa.



Figura 4. <http://www.nmconline.org/transl/elLecheroForestrip.pdf>



Figura5. <http://www.fmz.unam.mx/fmz/secretarias/medicina/medicina/MASTITIS.pdf>



Figura 6.

<http://milkquality.wisc.edu/wp-content/uploads/2011/09/hoja-de-informacion-de-la-prueba-de-mastitis-california-spanish.pdf>



Figura 7. <http://web.altagenetics.com>

Los resultados pueden ser interpretados en cinco clases: desde el resultado negativo en el que la leche y el reactivo siguen siendo acuosos, hasta el recuento de células mas elevado en el que la mezcla de la leche y el reactivo casi se solidifica. Esto se determina en relación a la melificación. (Pérez, 1986; Blowey, 1995; Bedolla, 2004)

La prueba consiste en el agregado de un detergente a la leche, el alquilauril sulfonato de sodio, causando la liberación del ADN de los leucocitos presentes en la ubre y este se convierte en combinación con agentes proteicos de la leche en una gelatina. A mayor presencia de células se libera una mayor concentración de ADN, por lo tanto mayor será la formación de la gelatina traduciéndose en nuestra lectura e interpretación del resultado como el grado mas elevado de inflamación. (Saran, 2000)

Es decir, permite determinar la respuesta inflamatoria con base en la viscosidad del gel que se forma al mezclar el reactivo (purpura de bromocresol) con la misma cantidad de leche en una paleta con cuatro pozos independientes permitiendo evaluar cada cuarto independientemente. (Saran, 2000)

La CMT es un método de diagnóstico que posee una sensibilidad del 97% y una especificidad del 93%. Sus principales ventajas son:

1. Es una técnica muy sensible y se puede utilizar tanto en una muestra de cuartos, como una muestra del tanque enfriador. En una muestra de tanque, los resultados de grado 2 y 3, indican un alto grado de vacas infectadas.
2. El material extraño no interfiere con la prueba (pelo u otro material).
3. Es una prueba simple y no requiere de equipo costoso.
4. La paleta es de fácil limpieza después de cada uso. (Báez, 2002)

A pesar de sus ventajas, la técnica presenta los siguientes inconvenientes:

1. Los resultados pueden ser interpretados de forma variable entre las personas que realicen la prueba, por lo que es necesario uniformizar el criterio de casos positivos y su categorización en grados (Tabla 3).
2. Pueden presentarse falsos positivos en leches de animales con menos de diez días de paridos o en vacas próximas a secarse.
3. La mastitis clínica aguda da resultados negativos, debido a la destrucción de los leucocitos por las toxinas provenientes de los microorganismos presentes. (Báez, 2002)

La interpretación y registro de resultados se realiza bajo el siguiente criterio.

Negativo: 0	El estado de la solución permanece inalterado. La mezcla sigue en estado líquido. El 25% de las células son leucocitos polimorfonucleares.
Trazas:	Se forma un precipitado en el piso de la paleta que desaparece pronto. De 1-30% son leucocitos polimorfonucleares.
1 (+)	Hay mayor precipitado pero no se forma gel. De 30-40% son leucocitos polimorfonucleares.
2 (+)(+)	El precipitado se torna denso y se concentra en el centro. 40-70% leucocitos.
3 (+)(+)(+)	Se forma un gel muy denso que se adhiere a la paleta. 70-80% son leucocitos.

Tabla 3. (Djabri, 2002).

Interpretación de resultados de la CMT.

Escala de CMT	Rango relativo del nivel de CCS (ccs/ml)
Negativo.	< 200.000
Trazas.	150.000 - 500.000
Grado 1.	400.000 – 1.500.000
Grado 2.	800.000 – 5.000.000
Grado 3.	> 5.000.000

Cuadro 1. (Saran, 2000; NMC, 1999).

RUTINA DE ORDEÑO.

La producción y colecta eficiente de leche de buena calidad es el objetivo de la mayoría de los productores lácteos. Por leche de buena calidad entendemos una buena de leche apariencia, libre de adulteraciones y que alcanza determinados estándares para el recuento de CCS y recuento bacteriano. (Ruegg et.al, 1999)

La rutina de ordeño se define como la realización de diferentes practicas de manejo que incluyen la formación de grupos de ordeño, despunte, segregación de casos clínicos de mastitis, la higiene que se logra con el lavado o la implementación del pre sellado con los pezones y el secado de estos, tiene como objetivo el ordeño de pezones limpios, secos y sanos, con el fin de prevenir y controlar la mastitis y, en consecuencia, la obtención de leche con bajos recuentos de mesófilos. (Atehortua, 2013)

Los principios básicos de una buena rutina de ordeña son la obtención de leche en forma rápida, completa e higiénica, con un buen trato a las vacas y con un mino sobre ordeño. (Santana, 2014)

El efectuar la rutina de ordeña correctamente, esta relacionado con la calidad higiénica, calidad composicional y cantidad de leche obtenida. Es la operación de mayor influencia y la más determinante en la obtención y preservación de leche en lo referente a calidad. (Santana, 2014)

Preparación de los animales.

El objetivo principal de las preparaciones previas al ordeño es alcanzar un nivel de descontaminación aceptable en los pezones para minimizar los riesgos de esparcimiento de microorganismos causantes de mastitis y que estos sean agregados a la leche recogida. (Callejo, 2010)

Estas acciones preliminares también estimulan la bajada de la leche, lo que acelera el ordeño y contribuye a asegurar que toda la leche de la ubre se obtiene eficientemente sin dañar sus tejidos. (Callejo, 2010)

Numerosos trabajos han demostrado la conveniencia de una adecuada estimulación previa a la colocación de las pezoneras, de tal forma que la colocación de las pezoneras coincida con el máximo nivel de oxitocina en la ubre (Cuadro 2). (Callejo, 2010)

	Sin estimulación.	Con estimulación adecuada.
Leche (kg/ordeño)	10.4	10.8
Flujo de leche (kg/min)	1.8	4.2.1
Tiempo de ordeño	6.3	5.5

Cuadro 2. (Ruegg et.al, 1999)

Observaciones previas.

La primera observación es comprobar si la vaca tiene alguna identificación especial que indique si la vaca ha sido secada, si su leche esta siendo desechada, esta siendo tratada con antibióticos, ha parido recientemente o puede tener mastitis clínica. (Callejo, 2010)

Los pezones sucios deben ser la excepción; si hay muchos, es una indicación de que se requiere mejorar el mantenimiento de los corrales. Las vacas que llegan limpias al ordeño también mejoran la actitud de los ordeñadores. La mayoría de los pezones necesitan ser manipulados para eliminar restos sueltos de materia orgánica como suciedad, paja, viruta o arena. Esto evita que sean aspirados por la pezonera. (Callejo, 2010)

Pre sellado de los pezones.

La higiene de los pezones involucra el lava o pre sellado , donde esta ultima practica puede reemplazar al lavado con agua, debido a que se sumergen los pezones dentro de una solución antiséptica, entre 20-30 segundos de contacto con la piel, luego se retira pro medio de una toalla de papel. Esta práctica presenta una mayor efectividad germicida. (Galton, 1984; Ingawa, 1992)

El pre sellado reduce la incidencia de mastitis clínica de forma considerable (50%) en rebaños con bajos niveles de mastitis contagiosa. También reduce la incidencia de mastitis causada por Staph. Aureus. (Callejo, 2010)

Para poder pre sellar con eficacia es importante que los pezones estén limpios, pues la materia orgánica inhibe la acción del desinfectante. Por ello, el pre sellado necesitara más tiempo si se tiene que lavar los pezones antes de pre sellar. (Callejo, 2010)

Retirada de los primeros chorros de leche (Despunte).

Recoger los primeros chorros de leche tiene varias funciones:

- a) Estimular la bajada de la leche, lo que aumenta el flujo de esta y disminuye el tiempo de ordeño.
- b) Detectar mastitis. La búsqueda de coágulos en estos primeros chorros permite la detección precoz de mastitis clínica, antes de que sea aparente por otros signos.
- c) Mejorar la calidad de la leche, descartando la leche anormal para que no llegue al tanque. (Callejo, 2010)

La leche nunca debe examinarse en la mano por que al hacer esto transmiten los microorganismos de pezón a pezón y de vaca a vaca a través de manos contaminadas. Se recomienda enjuagarse las manos con una solución desinfectante en vaca y vaca. (Callejo, 2010)

Un despunte correcto reduce el riesgo de nuevas infecciones, al permitir la salida de microorganismos presentes en el canal del pezón. (Callejo, 2010)

Limpieza de los pezones. Principios básicos.

Cada método aplicado rigurosamente, puede alcanzar el objetivo de ordeñar pezones limpios y secos. Pero si deben tenerse en cuenta una serie de principios básicos para aplicar el procedimiento de forma adecuada:

- a. Solamente los pezones y la base de la ubre necesitan ser limpiados, saneados y secados antes del ordeño (Fig. 8).
- b. Para una limpieza y estímulo adecuados, la manipulación de los pezones debe durar, al menos, de 10 a 20 segundos.
- c. Las puntas de los pezones son las partes más importantes que hay que limpiar, pues las bacterias ahí presentes están muy cerca del canal del pezón.
- d. Evitar pasar una toalla sucia, especialmente por las puntas.
- e. Secar los pezones cuidadosamente elimina el agua contaminada y/o desinfectante. El secado también se hará utilizando una toalla para cada animal.
- f. El secado de los pezones también disminuye el riesgo de posteriores deslizamientos de pezoneras.
- g. Si se quiere evitar el riesgo de diseminación de bacterias de una vaca a otra, nunca debe usarse la misma toalla en dos vacas.
- h. Una vez que los pezones están limpios y secos no deben tocarse más, o se volverán a depositar bacterias de donde se acaban de quitar. (Callejo, 2010)



Figura 8.

<http://salesganasal.com/2014/02/12/buenas-practicas-en-la-produccion-de-leche/>

Colocación de pezoneras.

Un elemento importante es el tiempo. El tiempo desde el comienzo de la preparación de la vaca para el ordeño hasta la colocación de la pezonera se conoce como tiempo de preparación. Para maximizar la eficiencia del ordeño las pezoneras deben colocarse dentro del minuto del comienzo de la estimulación. Es aceptable un rango de 45 segundos a 1.5 minutos. Tiempos mayores a 3 minutos han demostrado que dejan mas leche residual y menores rendimientos lácteos. (Ruegg, 1999)

Debe seguirse un proceso estandarizado para la colocación de las pezoneras. Los tubos cortos deben doblarse hacia atrás para minimizar la entrada de aire. Al colocar las pezoneras, las mismas son llevadas en forma recta hacia el pezón tratando de prevenir la entrada de aire. (Ruegg, 1999)

Deben colocarse de tal manera que el colector de leche de la pezonera este apuntando hacia la cabeza de la vaca (en salas convencionales) o directamente entre las patas de la vaca (en salas paralelas). La colocación correcta de las pezoneras resulta en menos desenganches de las mismas. (Ruegg, 1999)

Remoción de pezoneras.

El ordeño esta completo cuando toda la leche disponible ha sido extraída. Cuando no se extrae toda la leche caemos en el subordeño; lo contrario, el sobre ordeño, ocurre cuando se colocan las pezoneras y no hay flujo de leche. El mayor peligro de un subordeño es de carácter financiero y el sobre ordeño es el daño en la punta del pezón. (Ruegg, 1999)

Para verificar si el ordeño ha sido completo o no, puede ordeñarse a mano y ver cuanta leche queda en la vaca después del ordeño mecánico. No obstante esta práctica de ordeñar a mano no debe efectuarse en forma rutinaria. (Ruegg, 1999)

Sellado de pezones.

El sellado en la rutina se realiza luego de haber terminado el ordeño, consiste en una desinfección de pezones con un producto yodado. Una limitación para el uso de bactericidas son las formulaciones inadecuadas de productos, ya que pueden ocasionar irritaciones en pezones debido a su principio activo y pH, sin embargo, la mayoría de productos están hechos a base de sustancias emolientes como lanolina o glicerina, por lo tanto su concentración no debe ser mayor al 12%, ya que puede haber riesgo de inactivarse el principio activo. (Soto, 1998)

Los productos que se encuentran en este grupo son los yodoforos, la clorhexidina, el hipoclorito y compuestos de amonio cuaternario. (Soto, 1998; Kruze, 2006)

Los selladores de pezones son productos elaborados a base de látex natural o acrílico, que actúan formando una película firme sobre la superficie del pezón, evitando la entrada de microorganismos y materia orgánica por este conducto hasta la glándula mamaria entre los periodos de ordeño. Estos productos son poco irritantes y tienen baja toxicidad para los pezones, pero aun así pueden provocar daño cuando van a ser removidos. (Soto, 1998; Fernández et.al, 2008)

HIGIENE DE LA ORDEÑA.

La obtención de leche constituye la etapa de mayor vulnerabilidad para que ocurra la contaminación por suciedad, microorganismos y sustancias químicas presentes en la propia sala de ordeña y que puede ser incorporado de inmediato al producto. (Behemer, 1984)

La presencia de partículas solidas en suspensión, puede ser evaluada rápidamente, a través de la prueba de sedimento, la cual consiste pasar sobre presión un determinado volumen de leche a través de un filtro de porosidad suficiente para retener la suciedad presente en la leche, entre ellos, tierra, estiércol y pelos. (Behemer, 1984)

Con relación a la evaluación de las características microbiológicas de la leche, la prueba de reductasa y el conteo total bacteriano (CTB) constituyen las técnicas tradicionalmente empleadas en la industria láctea. (Jay, 1994)

El CTB determina directamente el número de microorganismos presentes en la leche, expresados en unidades formadoras de colonias (UFC x ml). En condiciones ideales de ordeña higiénica el CTB inicial de la leche cruda se encuentra en torno de 1,000 a 9,000 UFC x ml. Después de la ordeña, los principales factores responsables por el aumento de ese valor incluyen la temperatura de almacenamiento y el tiempo transcurrido hasta su proceso industrial. (Harding, 1995; Spreer, 1991)

La carga microbiana inicial de la leche, esta relacionada a la limpieza de los utensilios utilizados, su almacenamiento y transporte. De esta manera, la higiene y sanitización deficiente de los ordeñadores, baldes y sistemas de ordeño son mencionados como los principales factores responsables por el aumento de este parámetro. (Harding, 1995)

La calidad del agua utilizada para lavar los utensilios, equipo de ordeño y pezones de los animales, es fundamental para evitar la contaminación de la leche. Considerando, que la superficie de los pezones representa una importante fuente de contaminación de la leche, se concluye, que la limpieza y desinfección de los mismos antes de la ordeña contribuye significativamente para el control de los niveles del CTB. (Reneau, 1991)

Higiene del ganado.

Es necesario mantener el ganado en un buen estado de limpieza, pues ubres limpias procuraran un menor trabajo posterior de limpieza en la sala de ordeño. Se estima que las vacas que entran sucias a la sala de ordeño requieren el doble de tiempo en su preparación, y por lo tanto, reducen el rendimiento de la sala. (Callejo, 2010)

Para conseguir un buen estado higiénico del ganado es imprescindible mantener limpio el lugar de descanso de las vacas. También se deben limpiar frecuentemente pasillos y zonas de tránsito de los animales y parques de ejercicio, procurando dotar a estos de un buen drenaje que limite el encharcamiento y enlodamiento en las épocas lluviosas. Si los alojamientos están bien diseñados se facilita su correcta limpieza. (Callejo, 2010)

Resulta conveniente esquivar periódicamente la ubre, así como los flancos y el rabo. De esta forma limitamos la adherencia de la suciedad al cuerpo del animal y se facilita su limpieza. (Callejo, 2010)

Higiene del ordeñador.

La higiene del ordeño pasa por la de aquel que realiza esta tarea. Las manos son un medio para transmitir los microorganismos de la mastitis. Su contaminación puede ocurrir cuando se saca el primer chorro de leche, en el manejo de las pezoneras o tocando cualquier objeto contaminado en el establo. (Callejo, 2010)

La utilización de guantes de látex o la desinfección de manos antes del manejo de cada vaca muestran una alta reducción en la transmisión de microorganismos, además de proteger la piel de los ordeñadores (Fig. 9). No obstante, los guantes sucios no son mejores que las manos sucias. Los ordeñadores deben lavarse las manos o los guantes con regularidad; por ejemplo, entre cada grupo de vacas y después de ordeñar una vaca infectada. (Callejo, 2010)



Figura 9. <http://www.delaval.es/-/Product-Information1/Barn-environment/Products/Clothing--Footwear/DeLaval-professional-work-wear/DeLaval-gloves-nitrile>

LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DEL EQUIPO DE ORDEÑO.

La limpieza y desinfección de la instalación de ordeño es uno de los factores claves en la producción de leche de calidad por lo que deben ser cuidadosamente realizadas para lograr los mejores resultados y evitar aumentos indeseados en el contenido de bacterias y que tan costosos son para el ganadero. (Callejo, 2016)

La limpieza como concepto se basa en 6 principios:

1. Suciedad.
2. Agua.
3. Energía.
4. Tiempo.
5. Drenaje.
6. Mantenimiento de la maquina.

1. Suciedad.

El termino suciedad se refiere a restos de leche que quedan en la instalación después de haber ordeñado. El enjuague con agua tibia elimina la mayor parte de estos restos, pero es imprescindible eliminarlos en su totalidad. Eliminar los restos de leche tropieza con el inconveniente de las distintas propiedades de sus componentes, en lo que se refiere a su mejor o peor movilización con agua fría, el pH óptimo de actuación, la posible desnaturalización por efecto del calor, etc. (Callejo, 2016)

Por otra parte esta suciedad propone un excelente caldo de cultivo para el desarrollo de microorganismos, bacterias fundamentalmente, las cuales, por si mismas, o por las enzimas que producen, pueden provocar numerosas alteraciones en la leche. (Callejo, 2016)

La clasificación de las principales bacterias implicadas según la temperatura óptima para su desarrollo, así como los posibles daños que originan en la leche se sintetiza en la Tabla 4.

Características.	Denominación.	Daños en la leche.
Resistentes al frío (Psychrophilas)	<i>Pseudomonas</i> <i>Flavobacterium</i>	Sabor Leche viscosa Caducidad corta Trazas de enzimas
Adaptadas a la temperatura del cuerpo (Mesophilas)	<i>Staphylococcus</i> <i>e-coli</i>	Caducidad corta Podría formar acido y gas
Resistentes al calor (Thermophilas)	<i>Bacillus</i> <i>Streptococcus</i>	Formación de esporas Sobreviven a la pasteurización Caducidad corta Trazas de toxinas

Tabla 4. Bacterias causantes de alteraciones en la leche. (Callejo, 2016)

2. Agua.

El agua es el medio en el que se disuelven los productos de limpieza para realizar el lavado y la desinfección de la instalación. Se deben tener en cuenta aspectos como el volumen de agua necesario, su calidad y la temperatura que debe alcanzar para garantizar la eficacia del proceso. (Callejo, 2016)

Estimar la cantidad de agua que se necesita para cada ciclo de lavado del equipo de ordeño depende, en gran medida, de las características de la instalación, esto es, del número, tipo y volumen de los componentes por los que circula la leche y que es preciso limpiar. Como cifras orientativas, podemos dar las que figuran en la Tabla 5. (Godwin, 1995)

Elemento	Volumen de agua
Tubería de leche	30-50% de su capacidad
Tubería de lavado	50%
Tubo de descarga al tanque frío	100%
Margen adicional (*)	10%

(*) Para mantener en la pileta de lavado una superficie y constante cantidad de agua a lo largo de cada ciclo de lavado. Tabla 5. (Godwin, 1995)

Para lavar automáticamente el tanque de refrigeración se considera necesario un volumen de agua del 3-5% de la capacidad del tanque, aunque nos se lo sumaremos al volumen de agua para limpiar el quipo de ordeño por que generalmente son dos procesos que no se realizan simultáneamente. (Callejo, 2016)

También habría que considerar el consumo de agua necesario para la limpieza de las diversas zonas o locales de un centro de ordeño: suelos de la lechería y sala de ordeño, plataformas de ordeño y patio de espera, aseos y otras dependencias y usos. Estas necesidades son variables, en función de las dimensiones de cada zona, de la suciedad que introduzcan los animales y del número de operarios que usan los aseos. (Callejo, 2016)

No es posible pensar en un lavado eficaz y correcto sin la utilización de agua caliente. El agua caliente necesaria en cada ciclo será igual al volumen de agua de limpieza calculado anteriormente para el ciclo de lavado, y la mitad de dicho volumen en los ciclos de enjuagado previo y aclarado final si estos se hacen con agua templada. (Callejo, 2016)

3. Energía.

Son 4 los factores que tienen especial influencia en el lavado. Los 4 son fundamentales, si bien hasta cierto punto pueden compensarse las deficiencias de unos con el exceso de otros:

- Energía mecánica.
- Energía química.
 - Ácidos. Para disolver principalmente los depósitos de base mineral.
 - Alcalinos. Para disolver los depósitos de base orgánica.
- Tiempo.
- Temperatura. (Callejo, 2016)

4. Tiempo.

El tiempo debe ser el suficiente para eliminar toda la suciedad. Existen muy variados periodos de lavado (2-10min). Cuando se utiliza poca agua se puede tener, mas tiempo en circulación; cuando es abundante, el tiempo de contacto esta asegurado por el volumen y no por la circulación. Este segundo método consume mas agua, energía y detergente. (Callejo, 2016)

5. Drenaje.

Un drenaje deficiente puede conducir a situaciones problemáticas diversas:

1. El agua que permanece en la instalación puede ser fuente de contaminación.
2. Cuando se usa agua contaminada en el enjuague previo al ordeño, parte de la misma llegara al tanque de leche causando contaminación.
3. Puede disminuir la temperatura de la solución de limpieza si el agua de enjuagado no ha drenado bien.
4. Puede haber mezclas de sustancias químicas antagónicas, disminuyendo o anulando la eficacia de éstas. (Callejo,2016)

6. Mantenimiento de la maquina.

Todos los componentes de goma se deben de cambiar con regularidad. Una instalación con un buen mantenimiento resulta más difícil de limpiar y una instalación limpia tiene una vida útil mas larga. (Callejo, 2016)

El deterioro se manifiesta fundamentalmente e un aumento de la rugosidad interior, además de una perdida de elasticidad. La investigación indica que la contaminación en pezoneras de 4,000 ordeños es 6 veces mayor que en aquellas con 2,000 ordeños. (Callejo, 2016)

Aquellos elementos de la instalación de ordeño que no tienen contacto con la leche (tuberías de vacío, pulsadores, etc.) pueden constituir una fuente de contaminación, por lo que deberían ser limpiados periódicamente (1-2 veces al año) o cada vez que entra la leche en el sistema de vacío. Así mismo, los elementos de conexión entre tuberías y los de caucho deben ser sustituidos, al menos 1 vez al año. (Callejo, 2016)

FASES DEL LAVADO DEL EQUIPO DE ORDEÑO.

- Enjuagar con agua fría o tibia (máximo 30°C) sin recircular.
- Recircular por 10 minutos agua caliente (70°C) con detergente clorado alcalino en la dosis recomendada por el fabricante.
- Enjuague con agua fría sola, sin recircular, a fin de eliminar restos del detergente.
- Sanitizar el equipo 15-30 minutos antes de cada ordeño con agua fría y producto clorado. Esta solución se hará recircular por 5 minutos.
- Una vez por semana, después del lavado diario, lavar con producto ácido para evitar a formación de “piedra de leche” (solución de la proteína láctea en las paredes internas de la línea de leche), recirculando para ello agua caliente (70°C) más ácido por 10 minutos.
- En algunos casos se recomienda, después de cada ordeña, un lavado con productos ácidos en dosis mas bajas que el efectuado semanalmente, a modo de evitar la formación de piedra de leche. Éste no reemplaza al lavado con detergente. (Santana, 2014)

DETECCIÓN DE PROBLEMAS DE LIMPIEZA.

Las dos principales fuentes de contaminación de la leche son los organismos procedentes del ambiente que rodea al animal y que, de una forma u otra, se introducen en el sistema de ordeño, y los microorganismos causantes de mastitis procedentes del interior de la ubre. Si la instalación de ordeño no se limpia adecuadamente, las bacterias depositadas en la misma pueden multiplicarse y convertirse en el principal origen de la mala calidad bacteriológica de la leche. (Callejo, 2016 2ª)

Análisis de la calidad de la leche en el tanque frío.

Este análisis se hace rutinario y periódicamente por parte de la industria láctea que recoge la leche en cada establo con el fin de asegurar el cumplimiento de los estándares de calidad que marca la normativa. Estos test proporcionan una medida global de la calidad de la leche pero tienen muy poco valor diagnóstico con relación a la fuente de contaminación. (Callejo, 2016 2ª)

Conteo estándar en placa (SPC).

En este análisis, una dilución conocida de leche cruda se combina con un medio estándar de cultivo. El conteo nos da el número de unidades formadoras de colonias (UFC) de bacterias por mililitro de la muestra original. (Callejo, 2016 2ª)

Conteo de coliformes (CC).

Para este análisis se requiere un medio selectivo que permite crecer solo las bacterias Gram – del grupo de las coliformes. La muestra de leche se siembra en dicho medio y tras una incubación de 24hrs a 32°C se encuentran las colonias desarrolladas. La principal fuente de coliformes en la leche proviene de la suciedad de pezones y de ubre. (Callejo, 2016 2ª)

Un CC entre 100 y 1,000 / ml indican una mala higiene de ordeño. Más de 1,000 coliformes / ml sugiere que estas bacterias se están incubando en el interior de la instalación de ordeño. (Callejo, 2016 2ª)

Conteo de pasteurizado en laboratorio (LPC).

El análisis se realiza igual que el SPC pero la muestra de leche es pasteurizada a 62.8°C por 30 minutos antes de su siembra y posterior incubación. Este proceso elimina las bacterias causantes de mastitis más comunes (incluyendo coliformes) dejando solos gérmenes ambientales que pueden sobrevivir a temperaturas elevadas. (Callejo, 2016 2ª)

Si el equipo de ordeño se limpia correctamente, un ordeño poco higiénico puede dar lugar a un mayor CC y SPC con un valor casi normal de LPC. Cuando el equipo de ordeño no se limpia adecuadamente, tanto el CC como el LPC será elevado debido al crecimiento de coliformes en los films residuales que quedan en el interior de las tuberías. (Callejo, 2016 2ª)

ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE.

La mayor parte de la leche producida en los establos es almacenada en tanques, para posteriormente ser llevada a los centros de acopio para su refrigeración y ser finalmente transportada a la industria láctea; este fluxograma, ha sido utilizado por varias décadas y constituye hasta hoy la principal forma de captación de leche por las industrias. Sin embargo, este modelo necesita una revisión, una vez que la implementación de programas de calidad total de las empresas, deberá exigir cada vez, mayor calidad de leche cruda. (Álvarez, 1999)

La leche debe llegar al local de almacenamiento con una carga microbiana variando entre 500 a 10,000 UFC x ml. Se recomienda entonces, enfriar la leche a 4°C, dentro de las primeras 2 horas después del ordeño. En los casos en que se utiliza el sistema de tanque de expansión, la temperatura de la leche mezclada no debe pasar 10 °C, llegando al máximo de 4°C en una hora. Sobre el aspecto de calidad de la leche, las ventajas de los centros de acopio son evidentes por que, garantizan el almacenamiento y transporte de la leche fría, en camiones tanques isotérmicos con un mínimo de manipulación. (SEDESOL, 2007; DOF, 1994)



CONTROL DE INHIBIDORES EN LA LECHE.

Los inhibidores son residuos o restos de sustancias antibacterianas que se administran a los animales enfermos con el objeto de controlar enfermedades infecciosas. Estos medicamentos al ser administrados a los animales llegan a través del torrente sanguíneo a todos los órganos y sistemas del animal, incluida la glándula mamaria. (Waldspurger, 2010)

En el caso de administrar un tratamiento hay que respetar siempre el periodo de resguardo indicado para el medicamento que se haya utilizado. Este tipo de medicamentos aparecen en la leche debido a una mala practica por parte del productor o su personal encargado, ya que cuando se administra un tratamiento medicamentoso a una vaca, la leche de ese animal no debe utilizarse para el consumo y por lo tanto no debe mezclarse con la leche ordeñada al resto del rebaño no tratado hasta que el medicamento o su residuo deje de excretarse por la leche. (Waldspurger, 2010)

Los potenciales contaminantes mas frecuentes en la leche son:

- Antibióticos.
- Desinfectantes.
- Hormonas.
- Pesticidas.
- Micotoxinas.
- Dioxinas. (Martin, 2008)

En caso de residuos, el origen es diverso: los tratamientos de mastitis clínicas representan el 63% de los casos, 23% los tratamientos de secado, tratamientos de otras patologías el 10% y el resto debido a problemas de higiene de ubre, tratamientos antiparasitarios y limpieza de equipo de ordeño. (Martin, 2008)

En el caso de los antibióticos, su presencia en la leche se debe exclusivamente al fallo del ganadero. Estos se clasifican de la siguiente manera (Tabla 6).

β Lactámicos	Penicilinas	Penicilina Amoxicilina Ampicilina Cloxacilina Hetacilina
	Cefalosporinas	Cefaprina Ceftiofur
Aminoglicosidos		Neomicina Dihidroestreptomina
Tetraciclinas		Oxitetraciclina Clortetraciclina
Macrólidos		Pirlimicina Eritromicina Tilosina

Tabla 6. Clasificación de los antibióticos. (Martin, 2008)

El trabajo que se debe realizar en los establos para conseguir disminuir la posibilidad de incluir antibióticos en la leche de tanque se basa en el uso racional de todos los medicamentos principalmente antibióticos pero también de antiparasitarios y antiinflamatorios. (Martin, 2008)

A continuación se entrega una serie de recomendaciones que debe de tener en cuenta el productor, para evitar el envío de leche con drogas antibacterianas a consumo humano. (Waldspurger, 2010)

- A. Conocer el tipo de medicamentos que se esta usando y cuales pueden ser sus efectos. No usar preparaciones dudosas, que no hayan sido recomendadas por el veterinario o que no especifiquen claramente las precauciones que deben tener. (Waldspurger, 2010)

- B. Identifique en forma inequívoca al animal que esta en tratamiento, pues una buena parte de los casos, se debieron a errores en la identificación de las vacas tratadas o a desconocimiento del ordeñador sobre los tratamientos realizados. Es recomendable el registro de los tratamientos y su consulta por reemplazantes de ordeñadores en feriados o días de permiso. (Waldspurger, 2010)
- C. Las vacas tratadas deben ser ordeñadas al final o se debe mantener una unidad de balde especial para ordeñar estas vacas, pues con este sistema se logra impedir la contaminación del resto de la leche al tomar contacto con parte del equipo que quedan con inhibidores en su interior. (Waldspurger, 2010)
- D. La incorporación de vacas en lactancia al rebaño, puede aportar inhibidores al producto entregado a la planta, por lo que se recomienda realizar una prueba de antibióticos a la leche de vacas recién compradas y sobre las cuales no se tengas antecedentes. (Waldspurger, 2010)
- E. Solo se debe tratar los animales susceptibles de ser curados, no los crónicos o afectados con infecciones que no curaran (ej., mastitis por micoplasma). (Martin, 2008)
- F. Cuidado con las mezclas de productos o cambios en dosis o vías. Siga protocolos estándares para los tratamientos. Trabaje con su veterinario. (Martin, 2008)
- G. Realizar análisis de residuos de antibióticos en el propio estable. (Martin, 2008)

Ante cualquier duda sobre el problema de tratamientos con antibióticos, no dudar en consultar con el veterinario, ya que la detección de inhibidores en la leche, determinara el no pago de la leche contaminada. (Waldspurger, 2010)

Técnicas de detección de inhibidores en la leche.

Las técnicas laboratoriales para la detección de antibióticos permiten en la actualidad la puesta en evidencia de sustancias en concentraciones mínimas. (Martin, 2008)

En la actualidad existen de forma general 2 tipos de análisis para detección de antibióticos en leche. Los llamados test rápidos (que se realizan de 5-10min) y que suelen ser específicos para un solo tipo de antibiótico (ej., β -lactámicos) aunque existen algunos que identifican 2 tipos (Fig. 10). (Martin, 2008)

Los test lentos tardan de 2.5-3 horas en llevarse a cabo. Suelen basarse en un método bacteriológico (*Bacillus stearothermophilus*) sobre el que se añade la leche. Si en esta no existen inhibidores que afecten al crecimiento de la bacteria, se producirá un ácido que dará a un cambio de color del medio. En cambio si existe presencia de alguna sustancia que afecte al desarrollo, no producirá ningún cambio de color (Fig. 11). (Martin, 2008)

Al ser un método de mas amplio espectro, es el que se utiliza generalmente en los laboratorios interprofesionales. La leche con residuos "mata" la bacteria de la prueba pero no sabremos si es por β -lactámicos o por restos de detergente, por ejemplo. (Martin, 2008)



Figura 10. TriSensor.

<http://www.foodhaccp.com/memberonly/newsletter31.html>



Figura 11. Delvotest. http://www.dva.mx/Dva_A/wp-content/uploads/2014/03/Delvotest-ampolletas.pdf

Los test rápidos suelen ser empleados antes de la carga de leche en la cisterna bien por las empresas lácteas o bien directamente por el ganadero. (Martin, 2008)

Debemos de tener en cuenta las diferentes sensibilidades de los sistemas utilizados: aunque 2 sistemas busquen el mismo antibiótico, el más sensible puede dar positivo mientras que el menos sensible nos arroje un resultado negativo. Esto traducido a la ganadería puede significar que utilicemos una prueba poco sensible y que en la explotación nos de negativo mientras que en el laboratorio nos de positivo. (Martin, 2008)

Resultados de tiras para la detección de β .lactámicos + Tetraciclinas (Fig. 12):

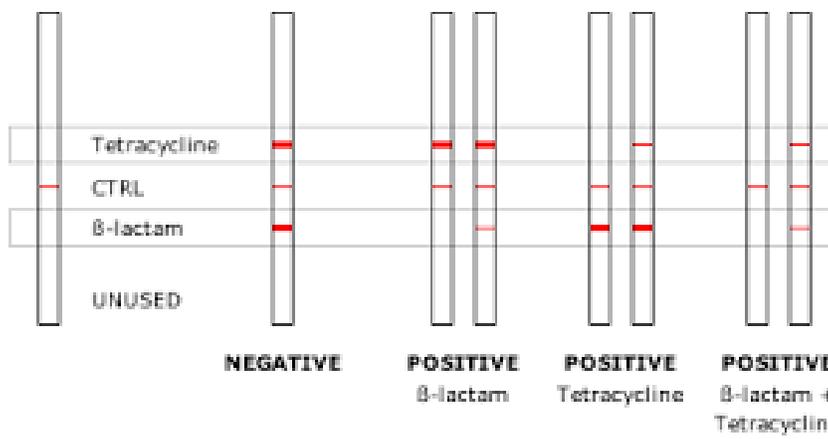


Figura 12.

<http://lactoscan.com/new/editor/ufo/manuals/Twinsensor/Manual%20de%20Operaciones%20TWINSOR%20BT.pdf>

Negativo: aparece en el centro la marca rosa de control y por encima y debajo las dos marcas rosas.

(+) Beta-lactámicos y (-) Tetraciclinas: aparecen las marcas central y superior faltando la de Beta-lactámicos.

(-) beta-lactámicos y (+) Tetraciclinas: aparecen las marcas central e inferior faltando la de Tetraciclinas.

(+) Beta-lactámicos y (+) Tetraciclinas: aparece solo la marca central faltando la superior e inferior. (Martin, 2008)

MEDIDAS PREVENTIVAS PARA EL CONTROL DE BRUCELLA EN LA LECHE.

BRUCELOSIS.

Es una enfermedad infectocontagiosa conocida como aborto infeccioso. Afecta a bovinos de todas las edades, pero persiste con mayor frecuencia en animales sexualmente adultos, principalmente en ganaderías de cría y leche. La brucelosis es una zoonosis, ya que se transmite en forma natural de los animales vertebrados al hombre. Atenta contra la salud de los ganaderos y del personal de campo, así como los consumidores de leche de animales enfermos. (OPS, 2001)

Causa de la enfermedad.

Es producida por la bacteria *Brucella abortus*, microorganismo que puede ser eliminado en la leche, heces, descargas vaginales, orina, fetos abortados, placentas y terneros aparentemente sanos de vacas infectadas. (Chin, 2001)

Como llega la enfermedad al establo.

1. Por la compra de animales infectados, aparentemente sanos, sin chequeos de laboratorio negativos a la enfermedad.
2. Por el contacto de animales sanos con animales infectados en ferias, exposiciones, remates u otros eventos de concentración.
3. Por el ingreso al establo de otras especies de animales infectados (perros). (Chin, 2001)



Como se transmite la enfermedad.

En animales:

- a) Consumo de pastos o aguas contaminadas por placentas, líquidos placentarios u otras secreciones de vacas infectadas.
- b) Alimentación de becerros o animales de otras especies con leche de vacas infectadas.
- c) Contacto de animales sanos con secreciones y excreciones de animales brucelosos, a través de las mucosas o heridas en la piel.
- d) Inseminación artificial por semen contaminado con la bacteria. (Chin, 2001)

En el hombre:

- a. Consumo de leche cruda o derivados lácteos sin pasteurización, provenientes de animales infectados.
- b. Manipulación de fetos abortados, placentas, líquidos fetales.
- c. Accidentes vacunales al picarse con las agujas con que se aplica el biológico o por la introducción de gotas de vacuna por las mucosas.
- d. Manejo inadecuado de órganos de animales brucelosos como glándula mamaria, útero y ganglios linfáticos entre otros. (Chin, 2001)

Signos de la enfermedad.

En las hembras:

- Aborto, generalmente entre el sexto y noveno mes de gestación.
- Retención de placenta o secundinas (Fig. 13).
- Metritis, que puede ocasionar infertilidad permanente y nacimientos prematuros o de terneros muertos o débiles. (Chin, 2001)



Figura 13. (Chin, 2001)

En los machos:

- Inflamación o atrofia de los testículos.
- Infertilidad o pérdida del libido.
- Inflamación de las vesículas seminales.
- Artritis (en ocasiones). (Chin, 2001)

En los seres humanos:

- Dolor de cabeza.
- Fiebre intermitente.
- Sudoración profunda.
- Dolor de las articulaciones.
- Inflamación de los testículos.
- Impotencia sexual.
- Esterilidad.
- Abortos. (Chin, 2001)

Perdidas económicas.

- Disminuye hasta un 20% la producción de leche.
- Pérdida de crías.
- Repetición de servicios.
- Pérdidas de lactancias.
- Mayor número de días entre partos.
- Elevados costos de asistencia técnica y tratamientos inefectivos.

(Chin, 2001)

Diagnostico de la enfermedad.

Solamente con los exámenes de laboratorio es posible confirmar el diagnóstico de brucelosis; en forma directa con intento de aislamiento bacteriológico o con pruebas serológicas que confirmen la presencia de anticuerpos en suero sanguíneo o leche. (Mariño, 1992)

Para pruebas bacteriológicas es necesario enviar fetos abortados frescos y/o muestras de placenta en refrigeración. Para las pruebas serológicas se debe enviar suero sanguíneo o suero de leche. (Mariño, 1992)

Las pruebas empleadas de rutina son: Aglutinación con Rosa de Bengala, Fluorescencia Polarizada (FPA) y ELISA. (Mariño, 1992)

Un resultado negativo por la técnica FPA sin lugar a duda corresponderá a un animal sano y un resultado positivo corresponderá a un animal infectado. (Mariño, 1992)

Para la obtención de sueros sanguíneos se deben tomar de 7 a 10 cc de sangre en tubos al vacío, sin preservativo o aditivo alguno, remitiéndolos en el menor tiempo al laboratorio (Fig. 14). (Mariño, 1992)



Figura 14. <http://jiomvz.blogspot.mx>

Las pruebas en leche se utilizan para conocer la situación colectiva del hato. Se puede hacer la prueba de ELISA la cual detecta la presencia de anticuerpos a brucela en la leche de vacas infectadas. Para tal propósito se toman las muestras de cantinas o tanques de leche en tubos estériles y se envían refrigerados al laboratorio (Fig. 15). (Mariño, 1992)



Figura 15. Laboratorio de Aseguramiento de Calidad, Lala Transportes S.A. de C.V.

Prevención de la brucelosis.

En los animales la brucelosis bovina se puede prevenir de la siguiente manera:

- a) Vacunando a todas sus terneras entre los 3 y 8 meses de edad, con las vacunas autorizadas (Cepa 19 o cepa RB51).
- b) Haciendo exámenes periódicos al hato, para conocer el estado sanitario de los animales.
- c) Separando, identificando y llevando a la planta de sacrificio a los animales positivos, para evitar el riesgo de infectar a los sanos.
- d) No vacunando machos de ninguna edad.
- e) No vacunando hembras adultas con *B.abortus* Cepa 19.
- f) Conservando la vacuna en refrigeración entre 3 y 7°C y por ningún motivo congelarla. (OPS, 2001)

En cuanto al aseguramiento de la calidad de la leche.

- a. Haciendo muestreos sanguíneos periódicos en animales que están en producción. Muestras analizadas por método de FPA.
- b. Tomando muestras de leche en tanques de refrigeración para el análisis de ELISA.
- c. Toma de muestra de leche en ordeña corral por corral para análisis de ELISA.
- d. Muestreo sanguíneo de vacas de corrales que resulten positivos a ELISA.
- e. Muestreos sanguíneos en etapas de crianza (becerras), vaquillas, reto y seco.

CONCLUSIONES.

Es importante mencionar que los procedimientos para mejorar la calidad de la leche en los establos son extremadamente complejos que requiere del esfuerzo conjunto de todos los sectores relacionados.

Se deben implementar programas que incluyan los conceptos presentados, lo que, contribuirá para estimular el conocimiento y el procedimiento para mejorar la calidad de la leche que es imprescindible para el desarrollo de la producción pecuaria y su mantenimiento como actividad económica viable, así como de la mas alta relevancia para la salud publica.

Queda destacado lo importante que es lograr un adecuado estimulo de las vacas para que la eyección de leche sea satisfactoria en caudal y en el momento de producirse con el objetivo de que el tiempo de ordeño sea el menor posible.

Se reconoce al pre sellado o desinfección del pezón como un proceso indispensable antes de comenzar la rutina de ordeño. Por otra parte se demuestra que el uso de un protector de barrera disminuye la cantidad de bacterias en la superficie del pezón al llegar a la rutina de ordeño.

Por todo lo visto anteriormente, la leche se considera un alimento de importancia para el ser humano y para el resto de los mamíferos. El consumo adecuado de este producto ayuda al desarrollo y crecimiento del individuo en todos sus aspectos, gracias a que los nutrientes contenidos en la leche cumplen funciones de todo tipo en el organismo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

1. AGUILAR VA. y Luévano GA. 1994. "El hato lechero mexicano y su desafío". Revista México Ganadero. Num.389, julio, pp. 21-28.
2. ALLISON JRD. 1995. Antibiotics residues in milk. British Veterinary Journal. Vol. 141. Pp. 9-16
3. ALVAREZ MA. 1999. Tendencias de la restructuración agroindustrial de la actividad lechera mexicana. Dinámica del sistema lechero mexicano en el marco regional y global. Edit. Plaza y Valdés. UNAM. UAM-Xochimilco. México. Pp. 183-202.
4. ATEHORTUA N. 2013. Evaluación del pre sellado como método de desinfección de pezones en una rutina de ordeño en el norte de Antioquia. Journal of Agriculture and Animal Sciences. Vol. 2. Pp. 34-37.
5. BÁEZ GJJ. 2002. Estudio epidemiológico de mastitis subclínica bovina en el sector II de Téjaro, Michoacán. (Tesis de licenciatura). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Veterinaria y Zootecnia. Morelia, Michoacán, México. Pp. 27-28.
6. BEDOLLA C. 2004. Mastitis bovina. Cuatro vientos. No 41. Febrero-Marzo. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Pp. 24-26
7. BHEMER MLA. 1984. Tecnología de elite. 10ª ed. Sao Paulo, Brasil: Nobel. Pp. 320.
8. BLOWEY R, Edmonson P. 1995. Control de la mastitis en granjas de vacuno de leche. Acribia. Zaragoza. Pp. 208.
9. BRAMLEY J. 1996. Current concept on bovine mastitis. 4ta ed. Arlington, USA. National mastitis council.
10. CALLEJO A. 2010. Rutina de ordeño II. Rutina pre-ordeño: ¿Qué debe hacerse antes de ordeñar? Frisona Española No. 175. Pp. 96
11. CALLEJO A. y Díaz V. 2016 marzo-abril. Limpieza y desinfección del equipo de ordeño. Identificación de problemas de limpieza 1ª. Parte. Frisona Española No. 158. Pp. 102-108.
12. CALLEJO A. Díaz V. 2016 mayo-junio. Limpieza y desinfección del equipo de ordeño. Identificación de problemas de limpieza 2ª. parte. Frisona Española. No. 159. Pp. 86-91.
13. CHARLES A. 1984. Ciencia de la leche. Principios de técnica lechera. Ed. CECSA, México. Pp. 310.
14. CHARMBERS J. 2002. The microbiology of raw milk. Dairy Microbiology. 3ª. Edición. Pp. 39-90.

15. CHIN J. 2001. El control de las enfermedades transmisibles. 17^a ed. Publicación científica y técnica No. 581. Washington, DC. Pp. 34-38.
16. COSTELLO M., Rhee S., Bates P., Clark S., Luedecke O. and Kang H. 2003. Eleven year trends of microbiological quality in bulk tank milk. Food prot. No 23. Pp. 393-400.
17. DJABRI B., Barielle N., Beaudreau F. and Seegers H. 2002. Quarter milk somatic cell count in infected dairy cows: a meta analysis. Vet. Res. 33. Pp.335-357.
18. DOF, Diario Oficial de la Federación. 1994. NOM 110-SSA1. Procedimientos para la toma y transporte de muestras para su análisis microbiológico.
19. FERNANDEZ M., Ramírez J., Chaves C. y Arias M. 2008. Disminución en la incidencia de mastitis en ganado vacuno con la aplicación de un sellador de barrera experimental. Agronomía Costarricense. Pp. 107-112.
20. FIRA – Banco de México. Marzo de 1998. Diagnostico de la Ganadería de leche. Subdirección Regional Norte. Residencia Estatal: Comarca Lagunera. Torreón Coah.
21. GALTON D., Petersson L., Cerril W. Bandler D. and Shuster D. 1984. Effect of premilking udder preparation on bacterial population, sediment, and iodine residue in milk. Dairy Sci. No 67. 2580-2589.
22. GARCIA, L., Aguilar A., Luévano A. y Cabral A. 2005. La Globalización productiva y comercial de la leche y sus derivados. Articulación de la ganadería intensiva lechera de la Comarca Lagunera. Primera edición. Editorial Plaza y Valdés. Pp.103-105.
23. GLAUBER C. 2007. Fisiología de la lactación en la vaca lechera. Veterinaria Argentina, 24. Pp. 274-281.
24. GODWIN W. and Turner RW. 1995. Guidelines for installation, cleaning and sanitizing of larger parlor milking system. The Dairy Practice Counsil. USA. Pp.2-3.
25. HARDING F. 1995. Milk quality. Blackie Academic and Professionals. Chapman and Hall. Glasgow, UK. Pp. 157-158
26. HEESCHEN W. and Reichmuth J. 1995. Mastitis: influence on qualitative and hygienic properties of milk. 3er International mastitis seminar. Tel Aviv. Pp.3-13
27. <http://lactoscan.com/new/editor/ufo/manuals/Twinsensor/Manual%20de%20Operaciones%20TWINSENSOR%20BT.pdf>
28. http://milkquality.wisc.edu/wp-content/uploads/2011/09/hoja-de-informacion-de-la-prueba-de-mastitis-california_spanish.pdf

29. <http://salesganasal.com/2014/02/12/buenas-practicas-en-la-produccion-de-leche/>
30. <http://web.altagenetics.com>
31. <http://www.delaval.es/-/Product-Information1/Barn-environment/Products/Clothing--Footwear/DeLaval-professional-work-wear/DeLaval-gloves-nitrile/>
32. http://www.dva.mx/Dva_A/wp-content/uploads/2014/03/Delvotest-ampolletas.pdf
33. <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/secretarias/medicina/medicina/MASTITIS.pdf>
34. <http://www.foodhaccp.com/memberonly/newsletter31.html>
35. <http://www.nmconline.org/trans/elLecheroForestrip.pdf>
36. INEGI-SAGAR. 1996. Leche. Boletín informativo mensual. Volumen IV. Números 1-12 de enero-diciembre.
37. INGAWA K., Adkinson R. and Gough R. 1992. Evaluation of agel teat cleaning and sanitizing compound for premilking hygiene. Dairy Sci. No 75. Pp. 1224-1232.
38. JAY M. 1994. Microbiología moderna de los alimentos. 3ª ed. Acribia. Zaragoza, España. Pp. 323.
39. KEATING P. y Rodríguez H. 2004. Introducción a la lactología. Ed Limusa Noriega. México. Pp. 75-77.
40. KRUZE J. 2006. La rutina de ordeño y su rol en los programas de control de mastitis bovina. Archivo medico veterinario. Vol.30. No 2. Valdivia, Chile.
41. LERCHE M. 1969. Inspección veterinaria de la leche. Ed Acribia. Zaragoza, España. 1.69. pp. 188.
42. MARGARIÑOS H. 2001. Producción higiénica de la leche cruda. Una guía para la pequeña y mediana empresa. 1ª edición. Guatemala, Guatemala: Producción de Servicios incorporados S.A.
43. MARIÑO J. 1992. Nuevas tecnologías de laboratorio para el diagnóstico de la brucelosis. Sección de biotecnología ICA-CEISA. Bogotá, Colombia. Pp. 729-742.
44. MARTÍN M. 2008. Control de inhibidores en el tanque de leche. Frisona Española. No. 163. Pp. 82-85.
45. MEYER, M. 1997. Elaboración de productos lácteos. Tercera reimpresión. Trillas-México. Manuales para educación agropecuaria. Pp. 44-89.

46. MINISTERIO DE SALUD. 1983. Decreto 2437 por el cual se reglamenta parcialmente el Título V de la Ley 9ª de 1979. Producción, procesamiento, transporte y comercialización.
47. MORRESEY R. 1999. Bovine mastitis. In: Howard JL, Smith RA, editors. Current Veterinary Therapy 4 Food Animal Practice. Philadelphia, Penn: WB Saunders Co, pp. 563-568.
48. MURPHY S. and Boor J. 2000. Trouble shooting sources and causes of high bacteria counts in raw milk. Dairy Food Environ Sanitation. Pp. 606-611.
49. ORGANIZACION Panamericana de la Salud. 2001. Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. 3^{era}. Ed. Vol. 1. Washington.
50. ORTIZ, O., Ávila D., Lagunes L., Castañeda M., López G., Aguilar B., Román P. y Calderón R. 2002. Manejo de ganado bovino de doble propósito en el trópico. INIFAP. CIRGOC. Libro técnico núm. 5. Segunda edición. Veracruz, México. Pp. 161
51. PÉREZ C, Bedolla C y Castañeda V. 2005. Importancia del conteo de células somáticas en la cría sustentable de vacas productoras de leche. Sustentabilidad. Vol. 3, No 1. Universidad de Guadalajara, Jalisco., México. Pp. 86-94
52. PEREZ D. 1986. Manual sobre ganado productor de leche. Ed. Villacaña S.A., México. Pp. 710-744.
53. RENEAU J. and Packard S. 1991. Monitoring mastitis, milk quality and economic losses in dairy fields. Dairy, food and environmental sanitation. Pp. 4-11.
54. RUEGG P., Rasmussen D. and Reinemann D. 1999. 7 Hábitos para una Rutina de Ordeña Exitosa. Novedades Lácteas. Milking and Milk Quality. No 401. Instituto Babcock. Universidad de Wisconsin
55. SAGAR. 1997. Leche. Boletín informativo mensual. Volumen V. Números 1-6 de enero-junio.
56. SAGAR-CEA. 1998. Leche. Boletín informativo mensual. Volumen V. Números 1-6 de enero-junio.
57. SANTA R y Uribe C. 2014. Rutina de ordeña y calidad higiénica de la leche. Instituto de investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Remehue. Boletín Inia No 148. Pp. 1-8.
58. SARAN A. y Chaffer M. 2000. Mastitis y Calidad de Leche. Intermedica. Buenos Aires. Pp. 194.
59. SEDESOL. 2007. Manual de normas de control de calidad de leche cruda. 6ª Revisión. Liconsa. Dirección de producción. Pp. 1-28

60. SOTO P. 1998. Determinación del contenido de yodo en productos comerciales para selladores utilizados a nivel mundial para el control de Mastitis. Tesis de grado presentada como parte de los requisitos para optar al Grado de Licenciado en Medicina Veterinaria. Valdivia, Chile.
61. SPREER E. 1991. Lactología industrial. 2ª ed. Acribia. Zaragoza, España. Pp. 325.
62. STEFANON B. 2002. Mammary atrophy and lactation persistency in dairy animals. Dairy Res. 69. Pp. 37-52.
63. TALLER DE Capacitación para Microempresarios Rurales. 2005. Tecnologías básicas de aprovechamiento de la leche en el área rural. Nicaragua. Disponible en <http://www.promer.org/getdoc.php?docid=150>
64. WALDSPURGER K. y Silva C. 2010. Recomendaciones para prevenir los inhibidores en la Leche. Informativo lechero SOPROLE. No. 20. Pp. 8.