# UNIVERSIDAD MICHOACANA
# DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

## FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

# DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE LA LECHE BOVINA PRODUCIDA EN EL MUNICIPIO DE TARÍMBARO MICHOACÁN A TRAVÉS DE LA PRUEBA DE CALIFORNIA, LACTOSCAN Y CONTROL MICROBIOLÓGICO

**TESIS**

**QUE PRESENTA**

**PMVZ. JOSÉ LUIS DE JESÚS GAYTÁN JUÁREZ**

**PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**ASESOR**

**MC. JOSÉ LUIS CARLOS BEDOLLA CEDEÑO**

**MAESTRÍA EN EDUCACIÓN EN CIENCIAS NATURALES**

**CO-ASESORA**

**MC. ROSALVA MEJÍA ALFARO**

**MAESTRÍA EN EDUCACIÓN EN CIENCIAS EN DIFICULTAD DEL APRENDIZAJE**

Tarímbaro, Michoacán. Enero de 2015.

**UNIVERSIDAD MICHOACANA**
**DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

# DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE LA LECHE BOVINA PRODUCIDA EN EL MUNICIPIO DE TARÍMBARO MICHOACÁN A TRAVÉS DE LA PRUEBA DE CALIFORNIA, LACTOSCAN Y CONTROL MICROBIOLÓGICO

**TESIS**

**QUE PRESENTA**

**PMVZ. JOSÉ LUIS DE JESÚS GAYTÁN JUÁREZ**

**PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Tarímbaro, Michoacán. Enero de 2015.

**Dedicatorias**

- A mis padres José Luis y Angélica, a mis hermanos Angélica Marisela, Cesar Iván, Claudia Maribel y Nohemí Marielba por el impulso que demostraron frente a todos los obstáculos que encontré en mi camino. Gracias a todos y cada uno de ellos por sus consejos.

- Al M. en C. José Luis Carlos Bedolla Cedeño, por darme su consentimiento de colaborar en su proyecto, apoyarme incondicionalmente en la tesis como mi asesor y amigo, al compartir sus conocimientos y habilidades para poder realizar este proyecto.

- A la M. en C. Rosalba Mejía Alfaro, por apoyarme y compartir sus conocimientos incondicionalmente en la elaboración de esta tesis.

- A mis profesores, que compartieron con migo sus conocimientos y su amor a la veterinaria. A todos y cada uno de ellos por los conocimientos que aportaron a mi formación, a mis compañeros que conocí a lo largo de estos años, cada uno de ellos dejo en mi conocimientos y experiencias nuevas.

**Agradecimientos**

- A Dios, por haberme dado licencia de cumplir mi sueño y concluir una etapa más de mi vida, por ayudarme cada día a cruzar con firmeza el camino de la superación, con su apoyo y alentó hoy he logrado una de mis metas gracias señor.

- A mis padres, José Luis Gaytán Arreguín y Angélica Juárez Coronel que siempre me han dado su apoyo incondicional y a quienes debo este triunfo profesional, por todo su trabajo y dedicación para darme una formación académica y sobre todo humanista y espiritual. De ellos es este triunfo y para ellos es todo mi agradecimiento.

- A mis hermanos, Angélica Marisela; Cesar Iván; Claudia Maribel y Nohemí Marielba. Quienes con sus consejos además de apoyo moral y económico logre salir adelante. Ya que con sus intervenciones se ha cumplido una de mis metas en mi vida.

- A mis compañeros médicos, por otorgarme su amistad y su apoyo incondicional y desinteresadamente, en la realización de este trabajo. A Eduardo Austreberto; Giovanni; Fernando y A mis compañeros de la Sección 04.

- A mi compañero y amigo, José Luis Carlos Bedolla quien me brindo su mayor apoyo incondicional a lo largo de todo el tiempo, siempre se mostró totalmente interesado en el trabajo y me motivo a hacerlo lo mejor posible

- A la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia que en el apoyo de los profesores me permitieron desarrollar esta tesis y adquirir experiencia profesional. A los profesores M. en C. José Luis Carlos Bedolla Cedeño. M. en C. Rosalba Mejía Alfaro y M. en C. Isidoro Martínez Beiza por el apoyo en espacios y equipo para el desarrollo de la investigació

## INDICE

RESUMEN……...1
ABSTRACT……..2
INTRODUCCION..…….3
SITUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN LECHERA EN MÉXICO..……..4
Situación mundial de la producción de leche……..……..4
Sistemas de producción de leche en México…….....7
Sistema Especializado……8
Sistema Semi-especializado……..9
Sistema de doble propósito……9
Sistema familiar o de traspatio……11
Distribución de la producción lechera en México…..…….....11
La industria lechera en México…….....12
Consumo de leche en México…….13
Influencia de los sistemas de pago en la mejora de la calidad higiénica
de la leche……13
Normatividad aplicable a leche y productos lácteos……..……..14
Normatividad……15
LECHE……..……17
Propiedades físico químicas de la leche……19
Factores que influyen en la composición de la leche……..19
Composición química……19
Grasa……...20
Proteínas……21
Vitaminas……21
Minerales……..……..21
Enzimas……...22
Propiedades organolépticas de la leche……...22
Color……24
Olor……..24

Sabor……24
Aspecto……25
Determinación de las propiedades físicas y químicas de la leche……25
Calidad de la leche……25
Alteración……27
Adulteración……27
Contaminación……28
Indicadores de la calidad……30
Características microbiológicas de la leche……31
Contaminación de la leche por microorganismos patógenos……32
Conteo de células somáticas……32
Características nutricionales de la leche……34
Minerales……37
Proteínas……37
Agua……37
Lípidos……37
Azúcar……38
Sustancias minerales……38
Vitaminas……38
Factores que identifican las propiedades de la leche……39
Proceso de obtención y manejo de la leche……39
Anatomía y fisiología de la glándula mamaria……40
Localisacion……40
Estrocturacion……40
Desarrollo de la glándula mamaria……42
Mastitis……43
Mastitis Clinica……45
Mastitis Subclínica……45
Proceso de obtención de la leche……46
Higiene del equipo de ordeña……48
Conservación y transporte de la leche……49
Requerimientos para el enfriamiento y almacenamiento de la leche……49

PRUEBA DE CALIFORNIA……..…50
Procedimiento de la prueba de California……..……....51
Ventajas y desventajas de la prueba de California…….....51
Ventajas…….51
Desventajas……52
DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE LA LECHE CON ANALIZADOR LACTOSCA……..……..…52
CONTROL MICROBIOLÓGICO……..……...53
Método para la cuenta de Bacterias Mesófilas Aerobias en placa.
NOM-092-SSA-1-1994……..…53
Método para la cuenta de microorganismos coliformes en placa.
NOM-113-SSA-1-1994……..…53
OBJETIVO……..……..……..……...55
MATERIAL Y MÉTODOS……..……..……56
Descripción……..……..…….....56
Método para la cuenta de Bacterias Mesófilas Aerobias en placa……..……..…...57
Procedimiento……57
Método para la cuenta de organismos coliformes.……..…..….....58
Procedimiento……58
Análisis de la leche con Lactoscan……59
RESULTADOS Y DISCUSIÓN……..…….....60
CONCLUSIÓN……..……...65
LITERATURA CITADA……..……..…...66

# DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE LA LECHE BOVINA PRODUCIDA EN EL MUNICIPIO DE TARÍMBARO MICHOACÁN A TRAVÉS DE LA PRUEBA DE CALIFORNIA, LACTOSCAN Y CONTROL MICROBIOLÓGICO.

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar la calidad de la leche bovina producida en el municipio de Tarímbaro, Michoacán, a través de la prueba de California, Lactoscan y Control Microbiológico. El trabajo se realizó de septiembre de 2012 a mayo de 2013 en el municipio de Tarímbaro, Michoacán. Se muestrearon 100 hatos lecheros del mismo número de unidades de producción del municipio de Tarímbaro, Michoacán durante la ordeña matutina. Para ello, se tomó una muestra de leche del bote de recepción de cada hato, previamente mezclada con un cucharon, colocando parte de la muestra en una paleta de plástico para realizar la prueba de California. Enseguida se vació la otra parte de la muestra en un frasco de vidrio previamente esterilizado. Posteriormente, se procedió a colocar las muestras en una hielera herméticamente cerrada a una temperatura de 4 ºC para transportarlas inmediatamente al laboratorio de bacteriología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UMSNH para su procesamiento. Las muestras fueron analizadas a través de la técnica de vaciado en placa, tanto para organismos coliformes como para bacterias mesofilas aerobias (BMA). Se encontró que el 94% de las muestras resultaron negativas, y un 6% de grado trazas con la prueba de California, es decir de excelente a buena calidad de acuerdo a las normas internacionales. Respecto a la determinación de grasa butírica en g/L con el analizador Lactoscan tomando como base la norma NMX-F700–COFOCALEC, 2004, se encontró que el 69% de las muestras correspondieron a la clase A, un 5% a la clase B, un 6% a la clase C, mientras que el resto de la leche (20%) se encontró fuera de la norma. En cuanto a los resultados del análisis bacteriológico para las BMA, estas se interpretaron también de acuerdo a la NMX-F-700 de COFOCALEC, (2004), encontrándose que el 46% de las muestras correspondieron a la clase 1, con ≤ de 100,000. UFC/ml, un 11% a la clase 2, un 12% a la clase 3, un 7% a la clase 4, mientras que el resto (24%) que contenían más de 1,200,000 UFC/ml, se les clasificó fuera de lo establecido por dicha norma. Se concluye que la leche producida en el municipio de Tarímbaro, Michoacán es de buena calidad, ya que cumple con los parámetros establecidos a nivel nacional e internacional. Por lo que resulta apta para su consumo por parte del público consumidor, sin riesgo alguno.

**Palabras clave:** Calidad de leche | prueba de California | Lactoscan | Control Microbiológico.

**DETERMINATION OF THE QUALITY OF BOVINE MILK PRODUCED IN THE MUNICIPALITY OF TARÍMBARO MICHOACÁN THROUGH THE TEST OF CALIFORNIA, LACTOSCAN AND MICROBIAL CONTROL.**


## ABSTRACT

The aim of this study was to determine the quality of bovine milk produced in the municipality of Tarímbaro Michoacan, through California test, Lactoscan and Microbiological Control. The study was conducted from september of 2012 to may of 2013 in the municipality of Tarimbaro, Michoacan. 100 dairy herds of the same number of production units of municipality Tarimbaro, Michoacan during the morning milking were sampled. To do this, a milk sample pot of receipt of each herd, previously mixed with a tablespoon placing the sample in a plastic pallet for California test was taken. Then the other part of the sample is poured into a glass jar previously sterilized. Subsequently, we proceeded to place samples in a sealed cooler at a temperature of 4 °C for transport immediately bacteriology laboratory of the Faculty of Veterinary Medicine UMSNH for processing. Samples were analyzed by casting technique plate, both for coliform and for mesophilic aerobic bacteria (BMA). It was found that 94% of the samples were negative, and 6% grade traces with test of California, that is of excellent quality according to international standards. Regarding the determination of butterfat in g/L with Lactoscan analyzer based on the NMX-F700-COFOCALEC 2004 standard, it was found that 69% of the samples corresponded to class A, 5% to class B, 6% to class C, while the remaining milk (20%) was found outside the norm. As for the results of bacteriological analysis for BMA, these are also interpreted according to the NMX COFOCALEC F-700, (2004), found that 46% of the samples corresponded to class 1, ≤100,000 CFU/ml, 11% to Class 2, 12% in Class 3, 7% to the Class 4, while the rest (24%) containing more than 1,200,000 CFU/ml, were classified outside the provisions of this standard. It is concluded that the milk produced in the town of Tarimbaro, Michoacan is good quality, and to comply with the parameters established nationally and internationally. Making it suitable for consumption by the public consumer without risk.


**Keywords:** Quality of milk | California test | Lactoscan | Microbiológical control.

## INTRODUCCION

En México la actividad lechera aglutina 1.13 millones de unidades de producción. Actual mente, la calidad de la leche no se apega a las normas establecidas. Estos datos muestran la importancia económica y social que tiene el subsector lechero (Ponce, 2002).

La calidad de la leche significa, para el consumidor productos de buena calidad y, de buena presentación y para el ganadero mayor producción al tener su hato sano y por lo tanto, mayores ingresos por venta de la leche (Hernández y Bedolla, 2008).

La producción de leche se hace con la expresa intención de proporcionar un valor nutritivo para el ser humano. Cada día se reconoce más las cualidades de este producto en la alimentación de niños adultos y personas de la tercera edad. Pero para que la leche cumpla con esas expectativas nutricionales deben reunir una serie de requisitos que definen su calidad: su composición fisicoquímica, cualidades organolépticas y número de micro organismos presentes (Sarán y Chaffer, 2000; Tapia, 2010).

La calidad de la leche es afectada cuando no se llevan los estándares de higiene determinados, por las malas prácticas durante el ordeño. La leche inoculada se puede constituir en un vehículo de transmisión de enfermedades contagiosas de animales a personas causadas por los microorganismos patógenos o sus toxinas, siendo las vacas o los ganaderos, y personas que manipulen la leche, la fuente de contaminación más importante (Gonzáles y Juan, 2001).

En el municipio de Tarímbaro Michoacán, la calidad de la leche es un problema constante ya que esta no cumple en la mayoría de los casos con los estándares de inocuidad establecidos en las normas nacionales e internacionales, debido a las malas prácticas de la higiene y manejo a la hora de ordeño.

## SITUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN LECHERA EN MÉXICO

### Situación mundial de la producción de leche

A nivel mundial, la producción de leche está dividida en cuatro grandes bloques.
Bloque 1. Formado por los mayores productores, con elevada productividad pero que cuentan con un programa de subsidio de su producción (Estados unidos y la Unión Europea) (Noa y Ruvalcaba, 2011).

La producción mundial en el 2006 fue de 5.497 millones de toneladas de leche, México aporto el 1.8% ocupando el 15° lugar. En México el total nacional de producción de leche para el año 2007 fue de 10,290.1 millones de litros y en el estado de Veracruz de 687 millones de litros;hoy en día, existe una serie de normas nacionales, internacionales, regionales, que deben ser de pleno conocimiento y aplicación dentro de la industria que desarrolla básicamente producción de alimentos, entre ellos la industria láctea. La norma surge como resultado de la actividad de normalización, la cual es un documento que establece las condiciones mínimas que debe reunir un producto o servicio para que sirva al uso al que está destinado.

Bloque 2. Formado por países donde se tiene una elevada productividad sin necesidad de subsidios, entre otros factores, a sus condiciones climáticas excepcionales para la producción de leche (Australia, Nueva Zelanda, Uruguay y Argentina) (Noa y Ruvalcaba, 2011).

Bloque 3. Grupo muy heterogéneo donde la producción no satisface las demandas, pero con expectativas de crecimiento (Casi toda Latinoamérica incluyendo México, China, India y Turquía) (Noa y Ruvalcaba, 2011).

Bloque 4. Países que, debido a problemas climáticos y geográficos, no tienen probabilidades reales inmediatas de incrementar su producción lechera (fundamentalmente países africanos). El comercio mundial de productos lecheros

continúa aumentando modestamente, como una participación cercana al 8% de la producción global de leche. Debido a la caducidad y elevado costo de transportación, el volumen de leche fluida que se traslada en el comercio internacional es insignificante, y los productos con una vida más prolongada como el queso e ingredientes alimenticios lácteos especiales constituyen el principal comercio, entre ellos, la leche descremada en polvo (LDP) y los quesos (Noa y Rubalcaba, 2011).

La fabricación de quesos constituye el 40% de toda la producción global de lechey que cerca de la mitad de toda la producción de queso está concentrada en la Unión Europea y aproximadamente el 30% en los Estados Unidos.

La producción mundial de leche está creciendo 1 a 2% por año, esto es, ligeramente más rápido que el incremento de consumo mundial de productos lácteos.La producción está reduciéndose en Europa y continúa creciendo moderadamente en Norteamérica y Oceanía. Aproximadamente el 85% de toda la leche abastecida a los procesadores del mundo proviene de vacas, y el resto se deriva de búfalos en la India y Pakistán. La industria lechera nacional más grande en términos de producción total de leche está en Estados Unidos, seguido de la India, China y Rusia. En ese entorno internacional, México ocupa el lugar número 17 a nivel mundial y el tercer lugar en Latinoamérica, después de Brasil y Argentina (Ver tabla 1).

**Tabla 1. Países mayores productores de leche en el mundo.**

| Posición | Región | Producción (miles de toneladas) |
|---|---|---|
| 1 | Estados Unidos | 84,189.067 |
| 2 | India | 43,481.000 |
| 3 | China | 35,574.26 |
| 4 | Rusia | 31,914.914 |
| 5 | Alemania | 28,402.772 |
| 6 | Brasil | 26,994.064 |
| 7 | Francia | 24,373.700 |
| 8 | Nueva Zelanda | 15,618.288 |
| 9 | Reino Unido | 14,023.000 |
| 10 | Polonia | 12,096.005 |
| 11 | Ucrania | 12,002.900 |
| 12 | Turquía | 11,279.340 |
| 13 | Pakistán | 11,130.000 |
| 14 | Países Bajos | 11,061.750 |
| 15 | Italia | 10,617.750 |
| 16 | Argentina | 10,500.000 |
| 17 | México | 10,345.982 |
| 18 | Australia | 9,583.000 |
| 19 | Canadá | 8,145.000 |
| 20 | Japón | 8,007.000 |

Fuente (Noa y Ruvalcaba, 2011).

**Sistemas de producción de leche en México**

La producción de leche se realiza en todo el país, bajo sistemas que van desde el tecnificado hasta los de subsistencia. Se distinguen, de forma general, cuatro sistemas:

Sistema especializado
Sistema semi-especializado
Sistema doble propósito
Sistema familiar o de traspatio (Noa y Ruvalcaba, 2011).

La producción de leche, en nuestro país debe ser sustentable, por lo cual se debe considerar:

El proceso de producción de la leche (pre-ordeño, ordeño, pos ordeño).
El bienestar de las vacas (instalaciones, manejo, higiene).
El bienestar del personal.
El cuidado del ambiente.

Esto implica que la localidad de la leche cruda y las condiciones de producción en México deben de estar apegados a las especificaciones establecidas en la normatividad mexicana (Martínez, *et al*., 2011).

En los últimos años, la producción de leche de bovino ha sufrido los estragos de la crisis económica mundial, así como los altibajos en los precios de leche internacional, sobre todo de leche descremada en polvo. Estos precios han inferido de forma directa en los precios de la leche nacional. En México, el sector agropecuario es el sector que más empleo reporta, con el28.09% de la fuerza de trabajo ocupada, de la cual, el 41% ocupa más, el 50% de su tiempo en el sector agropecuario y el 59% es un empleo eventual, lo cualIndica la importancia que tiene el sector agropecuario en la generación de empleos en el país (Trápaga, 1998).

**Sistema Especializado**

Estas empresas producen con altos costos unitarios, por lo que requieren grandes volúmenes de producción y precios altos para tener utilidades. Emplean ganado muy productivo, principalmente de raza Holstein Friesian, las cuales producen de 4-6 mil litros/vaca/año, la duración promedio de lactancia es de 10 meses, las vacas se mantienen en instalaciones especializadas y con procesos mecanizados.

El sistema especializado tiene ganado lechero altamente con buenos niveles de producción por animal, razas Holstein, Suizo y Jersey, tecnología altamente especializada, ordeña mecánica y tanques enfriadores. En este sistema, el ganado se encuentra estabulado, y se desarrolla mayormente en Durango, Coahuila, Guanajuato, Jalisco, Aguascalientes, Chihuahua, Estado de México, San Luis Potosí, Hidalgo, Querétaro y Baja California.

En este sistema, el ganado se alimenta con forrajes abundantes y de buena calidad, que se completan con alimento concentrado, basado en granos. Utilizan mucha agua para la bebida y limpieza, pero sobre todo para el cultivo de forrajes, y por la estabulación a que comúnmente se someten. En la explotación especializada se recurre en la mayoría de los casos a la inseminación artificial, aunque también a la transferencia de embriones (Noa y Ruvalcaba, 2011).

Las características de este sistema son que las vacas permanecen en confinamiento absoluto desde su nacimiento hasta la venta, que en condiciones normales se realiza a una edad aproximada de 7 años. Requieren alimentación de alto nivel nutritivo como forraje de buena calidad fresco o conservado y alimentos concentrados en la dieta.En el confinamiento total, los costos de maquinaria e infraestructura son altos, pero se contrarrestan con los altos niveles de producción obtenidos, por lo cual en este tipo de producción se hacen más relevantes los costos variables. La producción es pareja durante todo el año.Se caracteriza por ser lechería tecnificada que trata de llevar al máximo los rendimientos de sus activos; emplean tecnología sofisticada y

tienen alta productividad por vaca; utilizan gran cantidad de insumos externos, gran parte de ellos importados; su mercado es la industria procesadora de leche fluida para su procesamiento y comercialización como leche pasteurizada que se expende en grandes centros urbanos (FIRA, 1997).

La producción lechera está integrada por varias cuencas lecheras ubicadas en: Querétaro, Guanajuato, San Luis Potosí, Comarca Lagunera, Jalisco. Chihuahua, Puebla, Hidalgo, Baja California Norte, Aguascalientes, Tlaxcala, Valle de México. El ganado se encuentra en estabulación total, alimentado con forrajes y altos niveles de concentrados balanceados.

**Sistema Semi-especializado**

Cuenta con ganado de razas Holstein y Suizo, pero con menores niveles de producción que el anterior, el nivel tecnológico es medio, las empresas se encuentran en pequeñas superficies, predomina el ordeño manual y sin equipo de refrigeración. El ganado se encuentra Semi-estabulado y se desarrolla mayormente en Baja California, Baja California Sur, Colima, Chihuahua, Distrito Federal, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Puebla, Sinaloa, Sonora, Tlaxcala y Zacatecas (Noa y Ruvalcaba, 2011).

**Sistema de doble propósito**

Se desarrolla principalmente en las regiones tropicales del país utilizando razas Cebuínas y sus cruzas con Suizo, Holstein y Simmental, presenta la característica de que el ganado de las explotaciones tiene como función zootécnica principal el producir carne o leche dependiendo de la demanda del mercado. El manejo de los animales se efectúa en forma extensiva, basando su alimentación en el pastoreo con base en pastos inducidos y, en menor grado, mejorados (Noa y Ruvalcaba, 2011).

La cuarta parte del territorio mexicano pertenece a regiones tropicales donde se localiza el 67 % del inventario ganadero nacional, participando con el 16% de la producción nacional de leche (FIRA, 2001).

Es un sistema de doble propósito, en estas regiones la ganadería se caracteriza por una baja eficiencia en el aprovechamiento de sus recursos, poco uso de las tecnologías avanzadas, gran número de intermediarios en mercadeo y escasa infraestructura para el acopio y procesamiento de 360 a 750 litros por vaca por año, con razas Suizo, Cebú y Criollas.

Este sistema se practica básicamente por pequeños productores que poseen reducidas extensiones de tierra, por lo que no tienen posibilidades de retener al becerro y finalizarlo, lo cual los obliga a venderlo una vez destetado (SAGARPA, 2000).

La ganadería bovina ha sido una forma usual de explotación de la productividad vegetal del trópico. Originalmente se dedicó a los sistemas de producción de carne, y luego se introdujo la ordeña estacional a una parte de las vacas, para obtener ingresos que cubrieran los costos de operación (FIRA, 2001).

Las principales ventajas de este sistema son el alto nivel de adaptación a los recursos disponibles y su gran flexibilidad en las operaciones comerciales, ya que sus productos tienen mercados independientes y se pueden mejorar los ingresos de la empresa al favorecer temporalmente la producción de leche o carne, lo que tenga mejor precio. Las desventajas del sistema son la estacionalidad de la producción de leche, pues buena parte se tiene que vender a menor precio por el exceso de oferta (FIRA, 2001).

**Sistema familiar o de traspatio**

La leche familiar está formada por sistemas productivos de tipo campesino, dirigidos a aprovechar los recursos de familias rurales. En México, este sistema productivo contribuye un poco más de la tercera parte de la producción nacional.

Este sistema se basa en la explotación de ganado en condiciones de estabulación o semiestabulación, empleando mano de obra familiar, en instalaciones muy cercanasa la vivienda de familia. Las razas del ganado son Holstein, Pardo Suizo o cruzas en producción en producciones cercanas a la pureza. La ordeña se realiza más comúnmente a mano. La reproducción es por monta natural y en menor grado por inseminación artificial. Por lo general, no se llevan registros productivos y reproductivos, para la lechería familiar (Noa y Ruvalcaba, 2011).

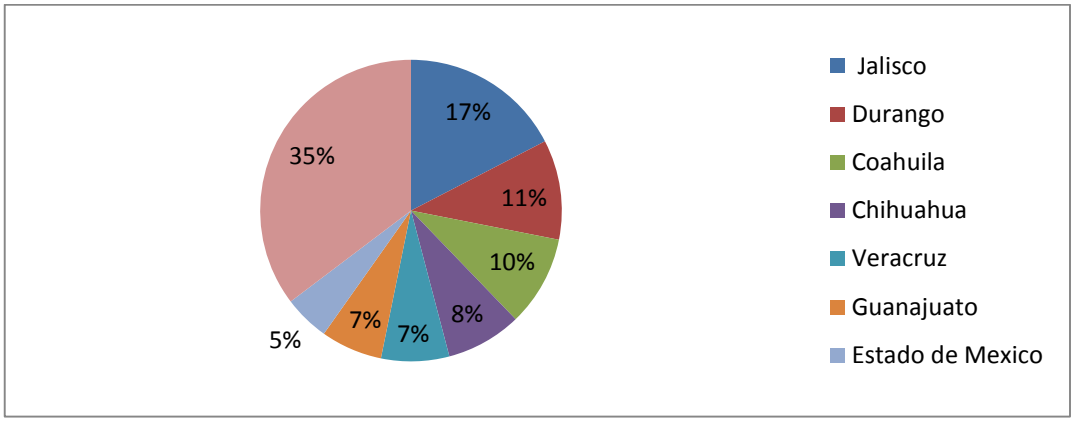
La lechería familiar, cuyo tamaño de empresas está limitado por la superficie y otros escasos recursos; es intensiva en el uso de mano de obra familiar, cuyos miembros no reciben un salario propiamente dicho, sino que participan de los beneficios de su pequeña empresa, como son la alimentación, la educación y el vestido. Tienen hatos que pueden ser menores de 10 vacas en producción.

**Distribución de la producción lechera en México**

Aunque se produce en todo el territorio nacional, ocho estados de México producen el 70% de la producción nacional, pero en una forma desproporcionada: se estima que el 20% de los productores producen el 80% de la producción, mientras el restante 80% contribuye solo con el 20% de la producción (Soltero, 2008).

El estado de Jalisco en particular es el mayor productor a nivel nacional (aproximadamente el 17% de la producción) (Ver grafica 1).

**Grafica 1. Producción de leche por entidad federativa.**




Fuente: (Noa y Ruvalcaba, 2011).

## La industria lechera en México

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

1. Persisten normas obsoletas o que no aplican.
2. La vigilancia del mercado en cuanto al cumplimiento de la normatividad existente escasi nula: el control de la materia prima se realiza por parte de las empresas más comprometidas con la calidad, y siempre para su propia protección.
3. Baja calidad de la materia prima que provoca elevación de los costos de producción, bajo rendimiento de productos y/o mala calidad de los productos terminados.
4. Competencia desleal entre industriales, introduciendo al mercado productos lácteos adulterados, que limitan los elaborados con leche autentica.

5. Competencia con bebidas refrescantes y otras bebidas a base de soya, así como productos importados.
6. Bajo consumo per cápita de leche y lácteos en México.
7. El aumento en el consumo de lácteos en china que se prevé elevaría los procesos mundiales de productos lácteos e insumos por la industria (Noa y Ruvalcaba, 2011).

**Consumo de leche en México**

El consumo per cápita de leche en México es de 113.8 litros por persona por año. La industria de bebidas registró un aumento de 2.85% con respecto al año del 2001. Ya que según datos del INEGI, la industria reporta una producción de 28.563.27 millones de litros, abarcando los sectores de refrescos con el 45.7% del total de la producción, bebidas alcohólicas con 22.8%, agua que representa el 15.9%, leche con el 13.2% y jugos con el 2.4% del total de la producción de bebidas (INEGI, 2011).

**Influencia de los sistemas de pago en la mejora de la calidad higiénica de la leche**

La repercusión económica que tiene la calidad microbiana de la leche es lo más palpable para el productor. La leche de calidad microbiológica deficiente se acidifica y no es aceptada por la industria; por otra parte, un elevado contenido de microorganismos va asociado, la mayor de las veces, a una disminución del rendimiento lechero ya que su presencia puede ser la consecuencia de algunas enfermedades (mastitis subclínica), además, el ganadero debe tener presente que cuando se establece el pago de la leche, según el contenido de los gérmenes totales de calidad microbiana de la leche, tendrá una repercusión económica sobre el precio de la venta del producto (Noa y Ruvalcaba, 2011).

**Normatividad aplicable a leche y productos lácteos**

Como otros alimentos, la leche y los productos lácteos deben cumplir, para su comercialización, con una serie de requisitos de diversa índole (sanitarios, higiénicos, comerciales, de composición, tecnológicos, de información comercial) que los haga aptos para consumo humano y brinden al consumidor información suficiente sobre sus características, naturaleza y composición. La normalización es el proceso por el cual se elaboran, expiden, difunden y aplican normas.

Una norma es en documento elaborado por consenso y aprobado por un organismo reconocido, que establece, para uso común y repetido, reglas, guías o característicaspara las actividades o sus resultados, con el objetivo de alcanzar un grado optimo de orden en un contexto dado.Reviste importancia por tres aspectos básicos:

1.- Es in requisito para la comercialización de productos y servicios.
2.- Es una actividad que establece disposiciones para uso común y repetido con respecto a problemas reales o potenciales.
3.-Su objetivo es lograr el grado óptimo de orden en un contexto dado.

La normalización se lleva a cabo a diferentes niveles:
Internacional: se realiza con la participación abierta a los organismos pertinentes de todos los países.

Regional: se realiza con la participación abierta únicamente a los organismos pertinentes de países de un área geográfica.

Nacional: la que se sitúa en el nivel de un país determinado.

Territorial: la que se sitúa en el nivel de una división territorial de un país o un estado.

En reglas generales, la normatividad respecto a la leche cruda se cumple cuando hay:

1.- Ausencia de sustancias extrañas.

2.- Bajo contenido de gérmenes.

3.- Ausencia de gérmenes tecnológicamente indeseables.

4.- Bajo conteo de células somáticas.

Respecto a la leche, existen en México tres tipos de normas:

1.- Normas oficiales mexicanas (NOM): son de cumplimiento obligatorio.

2.- Norma Mexicana (NMX): son de cumplimiento voluntario.

3.- Pliego de Condiciones México Calidad Suprema. (Pc-031-205) (Noa y Ruvalcaba, 2011).

**Normatividad**

La leche es un alimento muy nutritivo, pero también es un medio muy propicio para la reproducción de ciertas bacterias. La leche cruda puede transmitir zoonosis, y en la manipulación de la leche deben reducirse al mínimo los riesgos sanitarios. La leche de los animales tratados con fármacos veterinarios puede contener residuos de estas sustancias si no se aplica una medida adecuada de retención de la leche.

Los programas sobre garantía de la calidad deben abordar los aspectos de la calidad y los riesgos relacionados con los patógenos y los residuos.

Los programas sobre garantía de la inocuidad y la calidad de la leche y los lácteos deben abarcar el total de la cadena de los lácteos, desde la granja hasta la mesa. Para garantizar la inocuidad de los productos es imprescindible que la elaboración y la manipulación posterior sean adecuadas.

La producción de lácteos suele utilizar tratamientos térmicos para prolongar la duración y salvaguardar la inocuidad de los productos. Si bien la acidificación retrasa la reproducción de las bacterias, algunos patógenos sobreviven en la leche

fermentada elaborada con leche cruda, y pueden presentar riesgos para la salud humana. Los quesos frescos elaborados con leche cruda presentan los mismos riesgos, pero los quesos duros hechos con leche cruda y almacenada durante más de un mes no suelen contener patógenos. Los procedimientos de manipulación y envasado posteriores a la elaboración deben evitar la contaminación después de la pasteurización.

Los sistemas de control de calidad y gestión de riesgos han pasado de la comprobación del producto final a la certificación del proceso, con la introducción, por ejemplo, de evaluaciones por análisis de peligros en puntos críticos de control.

La FAO y otras instituciones han elaborado directrices y realizado programas de capacitación en materia de normas y especificaciones para la leche y los lácteos; sobre normas sanitarias y fitosanitarias, y sobre los obstáculos técnicos al comercio, en el ámbito del comercio internacional. Estas directrices y programas de capacitación se han adaptado para el sector de los pequeños productores de lácteos (FAO, 2014).

En el presente trabajo se consideran las siguientes normas.
NMX-F700-SSA-COFOCALEC-2004
NOM-109-SSA-1-1994
NOM-092-SSA-1-1994
NOM-113-SSA-1-1994
NOM-110-SSA-1-1994
NMX- F 700-COFOCALEC, 2004 (Ver tabla 2).

**TABLA 2. Especificaciones higiénicas - sanitarias de la leche de vaca.**

| Parámetro | NMX-F 700-COFOCALEC, 2004 | México Calidad Suprema, 2007 |
|---|---|---|
| Acidez (expresada como ácido láctico) g/L | 1.3 a 1.6 | 1.35 a 1.45 |
| Prueba de alcohol al 72 % v/v | Negativa | Negativa |
| Materia extraña | Libre | Libre |
| Inhibidores | Negativo | Negativo |
| Aflatoxina M1 µg/kg * | 0.5 | 0.5 |
| Cuenta total de bacterias Mesofílicas aerobias UFC/mL<br>Clase 1<br>Clase 2<br>Clase 3<br>Clase 4 | <br>≤ 100,000<br>101,000 a 300,000<br>301,000 a 599,000<br>600,000 a 1´200,000 | 35,000 máx. |
| Conteo de Células Somáticas CCS/mL<br>Clase 1<br>Clase 2<br>Clase 3<br>Clase 4 | <br>≤ 400,000<br>401,000 a 500,000<br>501,000 a 749,000<br>750,000 a 1´000,000 | ≤ 400,000 |
| Grasa butírica g/L<br>Clase A<br>Clase B<br>Clase C | <br>≥32<br>31 mínima<br>30 mínima | ≥32 |
| Densidad a 15 C, g/mL | 1.0295 mínima | 1.030 mínima |
| Proteínas totales, g/L<br>Clase A<br>Clase B<br>Clase C | <br>≥31<br>30 a 30.9<br>28 a 29.9 | ≥31 |

Fuente: Martínez *et al*., 2011.

## LECHE

Es un alimento cuyos componentes se encuentran en la proporción académica, y que contienen en forma balanceada la mayoría de los nutrientes esenciales para la alimentación de la especie ala que está destinado, además de ser fácilmente digerible y contener los anticuerpos de la madre necesarios para el sistema inmunológico de la cría recién nacida.

El hombre ha aprovechado las propiedades nutritivas de la leche para utilizarla en su propia alimentación, especialmente la proveniente de las dos especies de mayor valor comercial y producción lechera: la vaca y la cabra (Noa y Ruvalcaba, 2011).

La leche es el líquido segregado por las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos, cuya finalidad principal es a alimentar a la cría durante su crecimiento.

Desde el punto de vista físico es un líquido de densidad ligeramente superior a la del agua, de color blanco amarillento, de apariencia opaca, con olor y sabor característicos. Es un sistema estable cuyos componentes forman tres estados físicos: solución verdadera (lactosa, sales y vitaminas hidrosolubles), suspensión coloidal (proteínas) y emulsión (grasa).

Desde el punto de vista comercial, las leches de mayor interés son la de vaca y cabra, aunque en algunas zonas geográficas del mundo se utilizan otras especies.

En la norma referida al producto leche, se define como leche cruda de vaca a la secreción natural de las glándulas mamarias, sin calostro y sin substracción alguna de sus componentes, que no ha sido sometida a tratamientos térmicos (Noa y Ruvalcaba, 2011).

La leche, considerada bajo un concepto fisiológico, es la secreción de las glándulas mamarias. Desde el punto de vista legal, se define como el producto del ordeño higiénico, efectuado completa y profundamente, en una o más hembras de ganado lechero bien alimentado y en buen estado de salud. Esta leche no debe contener calostro (Keating y Rodríguez, 2002).

En general, el nombre de la leche se refiere al producto procedente de la vaca; la leche derivada de otras especies va siempre seguida con la designación de la hembra productora (Keating y Rodríguez, 2002).

## Propiedades físico químicas de la leche

Desde el punto de vista nutricional, la leche es un alimento y cuyos componentes se encuentran en la proporción adecuada, y que contienen en forma balanceada la mayoría de los nutrientes esenciales para la alimentación de la especie a la que este destinada, además de ser fácilmente digerible y contener los anticuerpos de la madre necesarios para el sistema inmunológico de la cría recién nacida.

El hombre ha aprovechado las propiedades nutritivas de la leche para utilizarla en su propia alimentación especialmente la proveniente de las dos especies de más valor comercial, debido a su alta calidad de la producción de la leche, la vaca y la cabra (Noa y Ruvalcaba, 2011).

## Factores que influyen en la composición de la leche

La leche es uno de los fluidos más complejos que existen, y se desconoce la totalidad de sus componentes: las investigaciones científicas recientemente constantemente detectan nuevas sustancias presentes en ella, que se agregan a la lista que se conoce y que ya comprende más de 400. Básicamente, la leche está compuesta por agua en un porcentaje mayoritario, seguida por sólidos o materia seca en un 15% en promedio en las especies de mayor interés comercial (Noa y Ruvalcaba, 2011).

## Composición química

La función de la leche en la naturaleza es nutrir y facilitar protecciones inmunológicas a los mamíferos jóvenes, pero también ha sido una fuente de alimentación especial para el hombre desde tiempos remotos, quien ha desarrollado la especialización productiva de varias especies (Chamberlain y Wilkinson, 2002).

La composición química aproximada de la leche es la siguiente:
87.3 % de agua (rango de 85.5% -- 88.7%).
Grasa (rango de 2.4% --5.5%).
Sólidos no grasos (rango de 7.9% -- 10.0%).
Proteína 3.25% de ella aproximadamente (3/4 partes de caseína).
Lactosa 4.6%.
Minerales 0.75%: Ca, P, citrato, Mg, K, Na, Zn, Cl, Fe, Cu, sulfato, bicarbonato.
Ácidos 0.18%: citrato, acetato, lactato, oxalato.
Enzimas: peróxidos, catalasa, fosfatasa, lipasa y otras proteínas.
Gases: oxígeno, nitrógeno, dióxido de carbono.
Vitaminas: A, C, D, tiamina, riboflavina, otros.

**Grasa**

La grasa láctea está compuesta en más del 95% de su peso en triglicéridos, y el resto de ésteres de colesterol, ácidos grasos libres y fosfolípidos. Estos se sintetizan directamente en la glándula mamaria, a partir de los precursores básicos. En diversos estudios se ha informado que el contenido de la grasa en la leche y su composición en ácidos grasos y triglicéridos pueden verse influenciados por diversos factores, muchos de los cuales interactúan, como es el caso del tipo de raza, estación del año, los sistemas de alimentación, las condiciones de estabulación y el clima (Noa y Ruvalcaba, 2011).

La materia grasa es el componente de la leche, ya que varía en mayor proporción, diversos factores influyen sobre el porcentaje graso; durante mucho tiempo la grasa ha sido el único componente de la leche determinando sistemáticamente con objeto de estimar el valor del producto y también las aptitudes del ganado lechero, está simplificación es excesiva, puesto que la relación entre el porcentaje de materia grasa se altera más lentamente, la lactosa y sus modificaciones no provocan grandes cambios en la estructura físico-químicas de la leche, pero estas son muy importantes por ser causa de la aparición y sabores desagradables.

La grasa pura es blanca; el color amarillo de la grasa se debe a los carotenos, como todas las grasas ordinarias, la leche es insoluble en agua, poco soluble al alcohol y muy soluble en los disolventes orgánicos, éter ordinario, éter de petróleo, benceno acetona (Alais, 2003).

**Proteínas**

Desde el punto de vista nutricional, éstas son el componente más importante de la leche: constituyen el 95% de la materia nitrogenada; solo el 5% de nitrógeno no proteico.Las proteínas lácteas se encuentran en suspensión coloidal, y se caracterizan por su elevado peso molecular (15,000 a 200,000 Da), no atraviesan las membranas de diálisis y precipitan fácilmente por acción de ácidos, álcalis, enzimas o calor. Las proteínas presentes en la leche se dividen en dos grandes grupos; proteínas insolubles y solubles.

**Vitaminas**

La leche, contiene casi todas las vitaminas pertenecientes a los dos grandes grupos: las Liposolubles se encuentran en la fase lipídica, mientras que las hidrosolubles se localizan en el suero.

En el caso de los rumiantes, la vitamina A se deriva del retinol y de los β carotenos obtenidos de los pastos y forrajes con la alimentación, la vaca tiene la capacidad de sintetizar las vitaminas hidrosolubles y la vitamina k a partir de su microflora intestinal (Noa y Ruvalcaba, 2011).

**Minerales**

Los 22 minerales considerados esenciales en la dieta se encuentran presentes en la leche, estos se pueden agrupan en tres grupos; Sodio, Calcio, Sales disueltas.

Sodio (Na), potasio (K) y cloruros (Cl): estos iones libres están correlacionados positivamente con la lactosa y junto a ésta mantienen el equilibrio osmótico entre la leche y la sangre.

Calcio (Ca), magnesio (Mg), fósforo inorgánico (P-i) y citrato: este grupo presenta una distribución de 2/3 partes del calcio, 1/3 de magnesio, ½ del P-i y menos de 1/10 del citrato en forma coloidal presentes en la micela de caseína.

Sales disueltas de Ca, Mg, citrato y fosfato: estos elementos son dependientes del pH y contribuyen al equilibrio ácido-básico de la leche.

**Enzimas**

Pueden ser consideradas como producto de excreción, ya que se encuentran presentes en muchas células, especialmente en los leucocitos de la sangre que emigran a través del tejido mamario (Noa y Ruvalcaba, 2011).

**Propiedades organolépticas de la leche**

Las propiedades organolépticas también son conocidas como sensoriales o estéticas, determinan la aceptación del producto y tienen mayor influencia en el consumidor que en los reglamentos. Por lo general la valoración es subjetiva siendo las propiedades que se miden. Color, olor, sabor, consistencia y textura, debido a que no es un conjunto de parámetros “medibles”, no es un indicador normalizado de la calidad de la leche, aunque si es parte indispensable, y el cual deben evaluarse por un panel de personas entrenadas para reconocer las características (Noa y Ruvalcaba, 2011).

La leche es de olor y sabor ligeramente dulce y de color blanco marfil o blanco amarillento; el color, el contenido de lactosa, beta carotenos y cloruros puede variar con la dieta del animal (Méndez y Osuna, 2007).

La leche puede adquirir el olor y el sabor procedentes de su alrededor. Calidad de la leche la leche cruda de buena calidad no debe contener residuos ni sedimentos; no debe ser insípida ni tener color y olor anormales; debe tener un contenido de bacterias bajo; no debe contener sustancias químicas (por ejemplo, antibióticos y detergentes), y debe tener una composición y acidez normales, la leche cruda es el principal factor determinante de la calidad de los productos lácteos.

La calidad higiénica de la leche tiene una importancia fundamental para la producción de una leche y productos lácteos que sean inocuos e idóneos para el uso previsto. Para lograr esta calidad, se han de aplicar buenas prácticas de higiene a lo largo de toda la cadena láctea, los productores de leche a pequeña escala encuentran dificultades para producir productos higiénicos por causas como la comercialización, manipulación y procesamiento informal y no reglamentada de los productos lácteos; la falta de incentivos financieros para introducir mejoras en la calidad, y el nivel insuficiente de conocimientos y competencias en materia de prácticas de higiene.

La calidad de la leche cruda tiene fundamental importancia para obtener un producto uniforme y de buenas cualidades. A pesar de los adelantos en los diseños y características de los equipos se puede afirmar que es imposible hacer productos de calidad aceptable si se cuenta con leche de calidad pobre o inferior. Se hace por ello, controlar diariamente la leche que se recibe y tener suficiente criterio para su admisión o rechazo (Mariscal *et al*., 2013).

**Color**

En la leche fluida debe ser blanco amarillento, el blanco es debido a las caseínas y la intensidad del amarillo es directamente proporcional al contenido de carotinoides.

**Olor**

El olor se determina mejor cuando la leche esta fría, o bien se indaga un olor anómalo cuando la leche está caliente, la leche fresca posee un ligero aroma específicamente lechoso, a veces se percibe olor a forraje, a medicamentos, desinfectantes y estiércol (Noa y Ruvalcaba, 2011).

Cuando la leche es fresca casi no tiene un olor característico, pero adquiere con mucha facilidad el aroma de los recipientes en los que se la guarda; una pequeña acidificación ya le da un olor especial al igual que ciertos contaminantes.

**Sabor**

La leche fresca tiene un sabor ligeramente dulce, dado por su contenido de lactosa. Por contacto, puede adquirir fácilmente el sabor de hierbas

La leche presenta un sabor ligeramente fresco, dulce, agradable y típicamente lechoso. La modificación del sabor se debe a la contaminación. Sabor agrio, pútrido, amargo, etcétera, es el sabor dulce característico de la leche es por su contenido de lactosa, o bien amargo, por efecto de ciertos microorganismos sobre las proteínas (Noa y Ruvalcaba, 2011).

**Aspecto**

La leche fresca es de color blanco, presenta una cierta coloración crema cuando es muy rica en grasa. La leche descremada o muy pobre en contenido graso presenta un blanco con ligero tomo azulado.

**Determinación de las propiedades físicas y químicas de la leche**

La leche es uno de los alimentos, de mayor importancia en muchos países del mundo, por su aporte nutrimental. En contraparte, cuando no es manejado de forma adecuada, este alimento es un vehículo para la transición de enfermedades al hombre (Torres *et al.*, 2006).

La leche es un alimento que, dada su complejidad requiere de la medición de varias propiedades para su caracterización; no es posible realizar un análisis de la misma utilizando una sola prueba. Por ello se ha determinado todo un grupo de propiedades que sirven para caracterizar la calidad y aptitudes de la misma. Estas propiedades se dividen en  físicas y químicas (Noa y Ruvalcaba, 2011).

**Calidad de la leche**

La leche cruda de buena calidad no debe contener residuos ni sedimentos; no debe ser insípida ni tener color y olor anormales; debe tener un contenido de bacterias bajo; no debe contener sustancias químicas (por ejemplo, antibióticos y detergentes), y debe tener una composición y acidez normales. La calidad de la leche cruda es el principal factor determinante de la calidad de los productos lácteos. No es posible obtener productos lácteos de buena calidad sino de leche cruda de buena calidad.

La calidad higiénica de la leche tiene una importancia fundamental para la producción de una leche y productos lácteos que sean inocuos e idóneos para los usos previstos. Para lograr esta calidad, se han de aplicar buenas prácticas de higiene a lo largo de toda la cadena láctea. Los productores de leche a pequeña escala encuentran dificultades para producir productos higiénicos por causas como la comercialización, manipulación y procesamiento informal y no reglamentada de los productos lácteos; la falta de incentivos financieros para introducir mejoras en la calidad, y el nivel insuficiente de conocimientos y competencias en materia de prácticas de higiene.

Las pruebas y el control de calidad de la leche deben realizarse en todas las fases de la cadena láctea, la leche puede someterse a pruebas de, cantidad-medida en volumen o peso; características organolépticas aspecto, sabor y olor; características de composición especialmente contenido de materia grasa, de materia sólida y de proteínas; características físicas y químicas; características higiénicas condiciones higiénicas, limpieza y calidad; adulteración con agua, conservantes, sólidos añadidos, entre otros; residuos de medicamentos.Como ejemplos de métodos de pruebas para evaluar la leche para los productores y procesadores de leche de pequeña escala de los países en desarrollo tenemos la prueba del sabor, olor y observación visual (o prueba organoléptica); las pruebas con densímetro o lactómetro para medir la densidad específica de la leche; la prueba del cuajo por ebullición para determinar si la leche es agria o anormal; la prueba de acidez para medir el ácido láctico en la leche, y la prueba de Gerber para determinar el contenido de grasa de la leche (FAO, 2014).

La calidad de la leche cruda destinada a la obtención de leches y natas de consumo, además de otros productos lácteos, depende de numerosos factores relacionados con la producción en la granja. Algunos de estos aspectos deben controlarse mediante unas buenas prácticas ganaderas y el cuidado de la salud y el estado de

los animales; otros con unas buenas prácticas del ordeño y sistemas de limpieza y desinfección eficaces (Early, 2000).

Se entiende por calidad, en su concepción más alta, al conjunto de propiedades y características inherentes a una cosa que permiten apreciarla como igual, mejor o peor entre las unidades de un producto y la referencia de su misma especie (Noa y Ruvalcaba, 2011).

La calidad de un producto, cualquiera que sea su naturaleza, está dada por:
Disposiciones legales en sanidad y composición.
Aceptación del consumidor.
Un alimento apto para consumo humano debe poseer la calidad adecuada, lo que significa que debe ser:

Sano, Inocuo, libre de alteración, adulteración y contaminación.

**Alteración:** Se entiende por alteración al proceso natural de descomposición en el que intervienen simultáneamente factores de tres tipos: Microbiológicos, enzimáticos, oxidativos (químicos)**,** estos procesos modifican la composición intrínseca del alimento reduciendo su poder nutritivo, cambiando sus características fisicoquímicas y organolépticas hasta rebasar los límites autorizados, pudiendo llegar a ser nocivo para la salud (Noa y Ruvalcaba, 2011).

**Adulteración:** Según la norma oficial mexicana vigente, en el caso de la leche ocurre una adulteración cuando la naturaleza o composición de la leche, formula láctea y producto lácteo combinado, no corresponda a aquellas con las que se denomine, etiquete, anuncie, suministre o cuando no corresponda a las especificaciones establecidas en esta norma, o cuando la leche, fórmula láctea y producto lácteo combinado, hayan sido objeto de tratamiento que disimule su alteración o encubran defectos en su proceso o en la calidad sanitaria de las materias primas utilizadas (Norma Oficial Mexicana. NOM-155-SCFI-2003).

**Contaminación:** Un alimento está contaminado cuando, contenga elementos ajenos o material no autorizado o cuando las cantidades de contaminantes rebasen los límites permitidos para cada uno. La contaminación puede ser:

Física: presencia de sedimento, vidrios, polvo, restos de alimentos, hilos, pelos, estiércol, insectos.
Química: está constituida por residuos de fármacos, mico toxinas, metales pesados, plaguicidas u otro tipo.

Biológica: está constituida por virus, hongos, levaduras, parásitos o cualquiera de sus fases evolutivas y fundamentalmente bacterias (Noa y Ruvalcaba, 2011).

La calidad de la leche cruda tiene fundamental importancia para obtener un producto uniforme y de buenas cualidades. A pesar de los adelantos en los diseños y características de los equipos se puede afirmar que es imposible hacer productos de calidad aceptable si se cuenta con leche de calidad pobre o inferior. Se hace por ello, controlar diariamente la leche que se recibe y tener suficiente criterio para su admisión o rechazo.

La calidad de la leche significa, para el consumidor productos de buena calidad, buena presencia y para el ganadero mayor producción al tener su hato sano y por lo tanto, mayores ingresos por la venta de la leche. Las células somáticas, son células blancas propias del organismo que le sirve como defensa a la glándula mamaria de la vaca contra organismos patógenos. La importancia del conteo de las células somáticas en la leche es que podemos conocer si la leche que obtenemos de la glándula mamaria es de buena calidad, así mismo, conoceremos el estado de la misma al obtener un número elevado de células somáticas (Hernández y Bedolla, 2008).

La producción de la leche se hace con la expresa intención de proporcionar un alimento de alto nivel nutritivo para el ser humano. Cada día se reconocen más las cualidades de este producto en la alimentación de niños, adultos y personas de la

tercera edad. Pero para que leche cumpla con esas expectativas nutricionales debe reunir una serie de requisitos que definen su calidad: su composición fisicoquímica, cualidades organolépticas y numero de microorganismos presentes (Sarán y Chaffer, 2000).

“Leche y productos lácteos de calidad son producidos solo a partir de leche cruda de buena calidad higiénica” (Sarán y Chaffer, 2000).

Hay factores que determinan el rendimiento y la composición de la leche, y por ende la calidad. Los principales son; raza, tipo de vaca, alzada, edad, periodo de celo, gestación, periodos de lactancia, temperaturas de la atmosfera, alimentación y variación en el contenido de grasas.

La leche es un producto natural cuyo origen es en la glándula mamaria, es normalmente estéril o con muy baja carga bacteriana, pero en la práctica es difícil mantener esas condiciones y la contaminación siempre va a estar presente al ser obtenida de la ubre de la vaca (Espinoza y Rodríguez, 2008).

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 (Hazard y Christen, 2006).

La leche está compuesto por un 77 al 80% de agua, o sea que debe contener de un 10 al 13% de sólidos totales. Estos sólidos totales están compuestos normalmente entre un 3 y 3,5% de grasa, un 3 a un 3,5% de proteína y un 4 a un 6% de carbohidratos como la lactosa y minerales tan importantes como el calcio (Cabrera *et al.,* 2009).

**Indicadores de la calidad**

La leche de vaca se compone aproximadamente de 83.3 % de agua, 3.8% de grasa y 8.6% de sólidos no grasos (SNG), representados por carbohidratos, proteínas, vitaminas, enzimas y minerales.

La cantidad exacta de cada constituyente varia con la raza, alimentación, manejo, edad y estado de salud de los animales productores (Noa y Ruvalcaba, 2011).

Es la capacidad de producir (leche y subproductos) que satisface los productores y consumidores de acuerdo a las características del producto establecidas en normas de alineamientos (Martínez *et al*., 2011) esto significa que para el consumidor productos de buena calidad y, de buena presentación y para el ganadero mayor producción al tener su hato sano y por lo tanto, mayores ingresos por venta de la leche (Tapia, 2010). Es a través del ordeño diario con apoyo del ternero y carne al producir terneros y terneras destetes que luego puedan cebarse o utilizarse como remplazos. La calidad de la leche también depende en forma conjunta de las siguientes condiciones: calidad sanitaria, residuos de medicamentos (Alais, 2003).

Esto significa, para el consumidor productos de buena calidad, y de buena presentación y para el ganadero mayor producción, al tener su hato sano y por lo tanto mayores ingresos por venta de leche (Tapia, 2010).

También se entiende por calidad de leche ya que proviene del ordeño de vacas sanas bien alimentadas y que reúnen las siguientes características: Libre de gérmenes patógenos, mínimo de gérmenes saprofitos, libre de residuos químicos e inhibidores, mínimo de células somáticas, adecuadas condiciones organolépticas (Furrusca, 2010).

La evaluación de la calidad se realiza a través de pruebas clasificadas en:

Sensoriales: color y olor característicos.
Fisicoquímicas: densidad, sólidos no grasos, grasas, proteínas, lactosa y punto cronoscopio.
Higiénico-sanitarias: presencia de material extraño, acidez prueba de alcohol, reductos, cuenta de células somáticas, cuenta total de bacterias, coliformes, inhibidores y alfa toxina (Martínez *et al*., 2011) (Ver tabla 3).

**Tabla 3. Composición promedio de la leche de vaca y cabra (g/L).**

| Porcentaje Promedio | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ESPECIE | Agua | Sólidos totales | Grasa | Lactosa | Minerales | Proteínas |
| VACA | 87.5 | 12.5 | 3.5 | 4.7 | 0.8 | 3.5 |
| CABRA | 86.2 | 13.8 | 4.5 | 4.7 | 0.8 | 4.0 |

Fuente: (Noa y Ruvalcaba, 2011).

## Características microbiológicas de la leche

El termino microorganismos se aplica a todos los organismos vivos visibles al microscopio. General mente se tiende a asociar a los microorganismos con enfermedades, los que se conocen como patógenos.

Además de ser un alimento para los humanos, la leche es un medio favorable para el crecimiento de muchos microorganismos. En la leche pueden crecer levaduras, hongos, virus y un gran número de bacterias, particularmente a temperaturas superiores a los 16ºC. Los microorganismos pueden entrar a la leche a través de del aire. La propia vaca, los alimentos, el equipo del ordeño o el ordeñador. Una vez que ha llegado a ésta, su número se incrementa muy rápido (Noa y Ruvalcaba, 2011).

## Contaminación de la leche por microorganismos patógenos

Algunos de los principales microorganismos que pueden contaminar a la leche cruda y que pueden llegar a afectar al hombre a través de su consumo son:

Carbunco (ántrax), *Shigelosis* (disentería bacilar), brucelosis, cólera, difteria, fiebre tifoidea y paratifoidea, *Streptococcusspp,* tuberculosis (Noa y Ruvalcaba, 2011).

La leche, por su composición, posee un elevado valor biológico, con una concentración de entorno al 4% de lactosa, hidrato de carbono que puede ser empleado por una gran variedad de microorganismos sacar líticos, un 3% de proteína fácilmente metabolizarle por gérmenes proteolíticos y un 3% de grasa digerible por microorganismosimpolíticos. En consecuencia, podrán crecer en ella una enorme cantidad de microorganismos que podrán ser de riesgo o no dependiendo de su capacidad, no solo para multiplicarse en la leche, como para competir con el resto de los microorganismos presentes (Gonzáles y Juan, 2001).

La leche contaminada se puede constituir en un vehículo de transmisión de enfermedades transmisibles de animales a personas causadas por los microorganismos patógenos o sus toxinas, siendo las vacas o los ganaderos, y personas que manipulan la leche, la fuente de contaminación más importante. Si bien, en otras ocasiones, la contaminación viene producida por falta de higiene, poca limpieza de las vacas, del medioambiente, de los sistemas de ordeño, conducciones de leche, ollas o sistemas de refrigeración (Gonzáles y Juan, 2001).

## Conteo de células somáticas

Uno de los procedimientos más empleados por su utilidad y sencillez para el estudio de la leche, es la determinación directa o indirecta del número de células somáticas. Para realizar este método es necesario calibrar cada uno de los microscopios a utilizar, tomando una laminilla graduada en milímetros, colocándola en la platina,

para su enfoque con el objetivo de seco débil y localizar las graduaciones. Después el objetivo se cambia a seco fuerte, y se procede a estudiar la calibración lineal, midiendo con exactitud el campo microscópico en milímetros. Posteriormente se calcula el factor microscópico determinando el área del campo. Se divide 100 entre el área del campo microscópico y el resultado se multiplica por 100 obteniéndose entonces el factor microscópico, después de teñidas las muestras de leche en el frotis se cuenta el número de células por campo y se multiplica por el factor microscópico calculado, obteniéndose entonces el número de células por mililitro.

Para una mejor observación y un adecuado teñido de la muestra se recomienda utilizar el reactivo de Newman-Lampert, permite observar las células somáticas de color naranja en el frotis.

Material*:*

a) Alcohol al 95 %.....(54 ml.)
b) Tetracloroetanol..... (40 ml.)
c) Ácido acético glacial..... (5 ml.)
d) Polvo de rojo neutro..... (1 gr.)
e) polvo de verde brillante. (5 gr.)

Efectuar conteos celulares somáticos es un procedimiento común, sobre todo en la industria láctea para medir la calidad de la leche. En el establo se utiliza como indicador de las infecciones. Cuando el conteo de células somáticas (CCS) resulta elevado, ya sea de una vaca o del tanque enfriador, indica que hay un problema de mastitis.

El CCS es la medición más ampliamente utilizada para supervisar el estado inflamatorio de las glándulas mamarias; puede ser realizada en la leche de; a) cuartos individuales, b) vacas individuales, c) el hato completo y d) un grupo de hatos. La infección intramamaria es el principal factor causante de cambios en el CCS en la leche. Cuando los microorganismos causantes de mastitis invaden un

cuarto de la ubre y empiezan a multiplicarse o cuando el número de estos aumenta significativamente en un cuarto infectado, el organismo de la vaca tiene que reclutar leucocitos para combatir a dichos microorganismos causantes de la mastitis (Philpot y Nickerson, 2000).

Más del 98% de las células somáticas que se encuentran en la leche provienen de las células blancas que ingresan a la misma en respuesta a la invasión bacteriana de la ubre. Un alto conteo de células somáticas se asocia con la pérdida de la producción de leche.

**Características nutricionales de la leche**

El hombre inicio el consumo de leche de otras especies probablemente cuando surge la agricultura y la domesticación de los animales, lo cual ocurrió en el mesolítico, entre los años 10,000 y 8,000 A. C. La leche es el primer alimento del hombre, su única fuente de nutrimento al momento de nacer, es el mejor alimento natural ya que contiene la mayoría de los elementos 55 elementos esenciales para el humano, es definitivamente en vitamina c y hierro (Noa y Rubalcaba, 2011).

La leche proporciona nutrientes esenciales y es una fuente importante de energía alimentaria, proteínas de alta calidad y grasas. La leche puede contribuir considerablemente a la ingestión necesaria de nutrientes como el calcio, magnesio, selenio, riboflavina, vitamina B12 y ácido pantoténico. La leche y los productos lácteos son alimentos ricos en nutrientes y su consumo puede hacer más diversa las dietas basadas principalmente en el consumo de vegetales. La leche de origen animal puede desempeñar un papel importante en las dietas de los niños en poblaciones con bajo nivel de ingestión de grasas y acceso limitado a otros alimentos de origen animal.

La especie del animal lechero, su raza, edad y dieta, junto con el estado de lactancia, el número de pariciones, el sistema agrícola, el entorno físico y la estación del año, influyen en el color, sabor y composición de la leche y permiten la producción de una variedad de productos lácteos, las grasas constituyen alrededor del 3 al 4 % del contenido sólido de la leche de vaca, las proteínas aproximadamente el 3.5 % y la lactosa el 5 %, pero la composición química bruta de la leche de vaca varía según la raza. Por ejemplo, el contenido de grasa suele ser mayor en el ganado *Bos índicus* que en el *Bos taurus*. El contenido de materias grasas de la leche del ganado *Bos índicus* puede ser de hasta el 5.5 % (FAO, 2014).

En las proteínas lácteas se pueden clasificar en caseínas y proteínas del suero. Las caseínas son un grupo de fosfoproteínas que precipitan de la leche descremada al llevar el pH a un valor de 4.6. En la leche de rumiantes, es muy notable el predominio de las caseínas sobre las proteínas del suero, siendo las caseínas más del 78% de la fracción proteica, por lo cual a estas leches se les conoce como leches caseínas.

La lactosa es el componente más saludable entre los sólidos de la leche. Es un disacárido compuesto por galactosa y glucosa. Es un azúcar que tiende a generar cristales ásperos en los productos concentrados como la leche en polvo o la leche condensada.

Para prevenir el defecto de onerosidad y permitir el consumo de leche a personas con el síndrome de mal absorción de lactosa, en esta se acostumbra a hidrolizar la lactosa de la leche antes de someterla a los procesos de transformación (Ver tabla 4).

**Tabla 4. Aportación de un vaso de leche de vaca (280ml) a las necesidades nutritivas de un niño.**

| Aportación nutritiva de un vaso de leche de vaca (280ml.) | | |
|---|---|---|
| Ingrediente | Aporte | Ingesta diaria sugerida |
| Vitaminas | | |
| Vitamina B1 (tiamina) ug | 700 | 800 |
| Vitamina B2 (riboflavina) ug | 900 | 840 |
| Vitamina B6 (piridoxina) ug | | 930 |
| Vitamina B12 (cobalamina) | 1.5 | 2.1 |
| Acido nicotínico (niacina) mg | 0.7 | 11 |
| Ácido fólico (folacina) mg | 100.0 | 380 |
| Vitamina C (ácido ascórbico) mg | 6.0 | 60 |
| Vitamina A (retinol) ug | 300.0 | 568 |
| Vitamina D ug | 10.0 | 5.6 |
| Vitamina E (tocoferoles) mg | | 11 |
| Minerales | | |
| Calcio mg | 350 | 900 |
| Hierro mg | 8.0 | 17 |
| Fósforo mg | 250 | 664 |
| Magnesio mg | 28 | 248 |
| Zinc mg | | 10 |
| Yodo ug | | 99 |
| Cobre ug | | 650 |
| Fluor mg | | 2.2 |
| Otros indicadores | | |
| Proteína g/kg peso corporal | 10 | 1 |

Fuente: Noa y Ruvalcaba, 2011.

**Minerales**

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

**Proteínas**

La leche de vaca contiene de 3-3,5% de proteínas, distribuida en caseínas, proteínas solubles o cero proteínas 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 (Noa y Ruvalcaba, 2011).

**Agua**

Dispone un 88% de agua. El agua constituye la fase continua de la leche y es el medio de soporte para sus componentes sólidos y gaseosos.

**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% de grasa, lo cual supone alrededor del 50% de la energía suministrada. Los componentes fundamentales de la materia grasa son los ácidos grasos, ya que representan el 90% 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%) 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% de sales. Destacan calcio y fósforo. El calcio es un macronutriente 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 pentatónico se cubre con el consumo de un litro de leche.

Es fuente importante de vitaminas para niños y adultos. La in-gesta recomendada de vitaminas del grupo B (B1, B2 y B12) y un porcentaje importante de las A, C y ácido patogénico se cubre con el consumo de un litro de leche.

**Factores que identifican las propiedades de la leche**

Durante la manipulación de la leche y sus derivados, se pueden alterar sus características físicas y químicas.

En general, la leche es sensible al calor, frio, esfuerzo mecánico, luz y oxígeno, por lo que se debe cuidar la influencia de ellos. De todos los tratamientos, son los

térmicos los que mayor efecto tienen e inducen los cambios más importantes en los componentes de la leche.

Cada constituyente de la leche tiene un diferente grado de sensibilidad al calor las enzimas y proteínas del suero son más lábiles que las caseínas y é éstas a su vez que los lípidos.

La finalidad de los tratamientos térmicos es destruir los microorganismos patógenos que pueden crecer y reproducirse en la leche, aunque lo ideal sería calentar la leche a temperaturas muy elevadas que aseguren un producto libre de contaminantes microbianos, los calentamientos excesivos inducen cambios químicos en la leche que reducen su calidad nutritiva y organoléptica (Noa y Ruvalcaba, 2011).

**Proceso de obtención y manejo de la leche**

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, o porción glandular del cuarto, contiene millones de sacos microscópicos denominados alveolos. Estos están recubiertos por cientos de células epiteliales que producen leche.

Cada alveolo está rodeado por células muscularеque se contraen y evacuan la leche durante el ordeño. Los vasos sanguíneos transportan nutrientes hacia los alveolos, donde las células epiteliales los convierten en leche.

Entre los ordeños la leche se acumula en los alveolos, conductos y cisternas; durante el ordeño esta leche es evaluada a través del canal del pezón (Philpot y Nickerson, 2000).

## Anatomía y fisiología de la glándula mamaria

La glándula mamaria recibe varios nombres, entre ellos están: Glándula mamaria. Ubre. Mamas. De acuerdo a la especie a la cual pertenece la hembra mamífera, el número de glándulas puede variar, así por ejemplo se tiene que: Res 4, Cabra 2, Oveja 2. También su forma y tamaño dependerán de este factor, se dice que en las reses, la glándula mamaria tiene una forma que se compara a la asa de una taza y su tamaño varía de acuerdo a la capacidad productora, la edad, la herencia.

## Localización

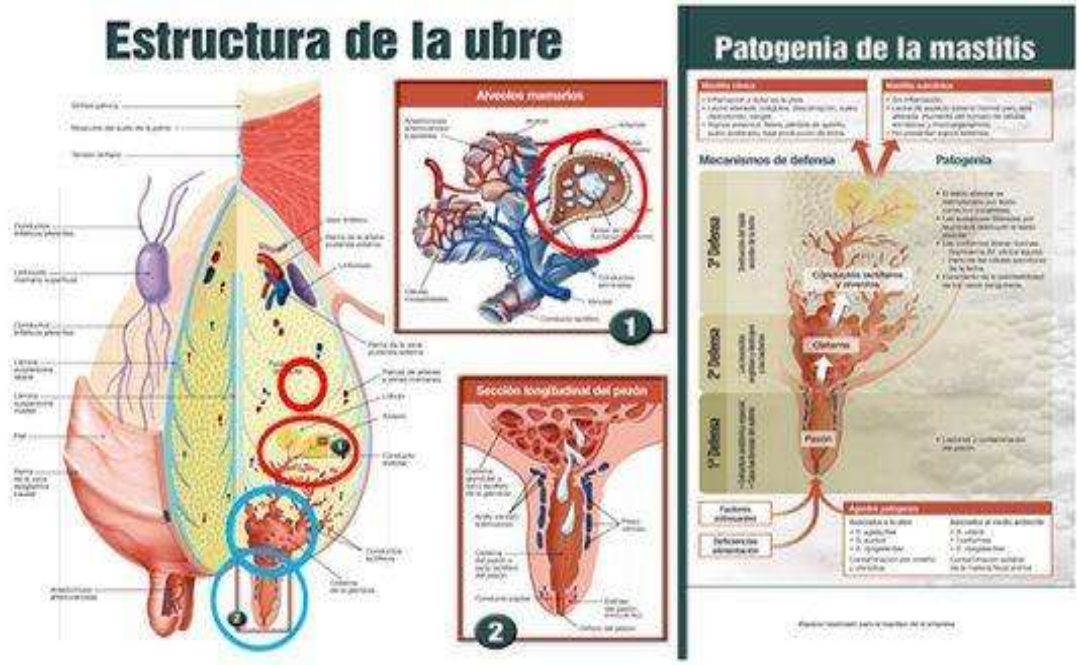
En el bovino, en la parte inguinal. En otras especies, a lo largo de la región ventral y pectoral. En la vaca existen 4 glándulas independientes, llamadas cuartos debido a que son divididas por medio del ligamento suspensomedio por lo cual cada mitad consta de dos glándulas definidas por un surco transversal y otro longitudinal formándose los cuartos o cuarterones. Los cuartos posteriores producen el 60% de la leche. Dónde: AI - Cuarto anterior izquierdo. AD - Cuarto anterior derecho. PI - Cuarto posterior izquierdo. PD - Cuarto posterior derecho.

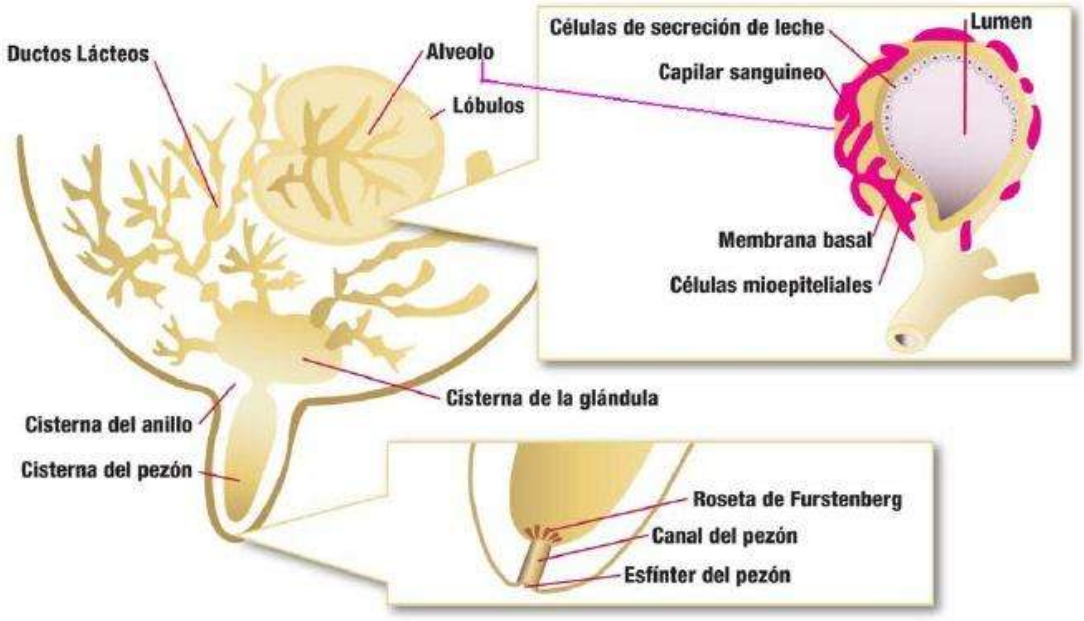
## Estructura

La glándula mamaria está constituida por un tejido glandular con células secretoras. El tejido glandular contiene muchos alveolos o acinis de un diámetro que va de 0.1 a 0.25 ms. El número promedio es de 2 X 109. La cavidad de los alveolos está revestida por células secretoras y contráctiles en las cuales terminan los capilares sanguíneos y los nervios.

Aproximadamente de 8 a 120 alveolos forman un lóbulo o lobulillo glandular, los cuales tienen un diámetro de 0.5 a 5 ms. De los lóbulos parten los conductos galactóforos, los cuales son ramificados y estrechos, y van aumentando de diámetro a medida que se aproximan a la cisterna (ver imágenes, 1, 2 y 3).

**Imagen 1 y 2. Anatomía y estructuras del sistema mamario en la vaca lechera que son afectados por la mastitis subclínica en la evolución de su desarrollo.**



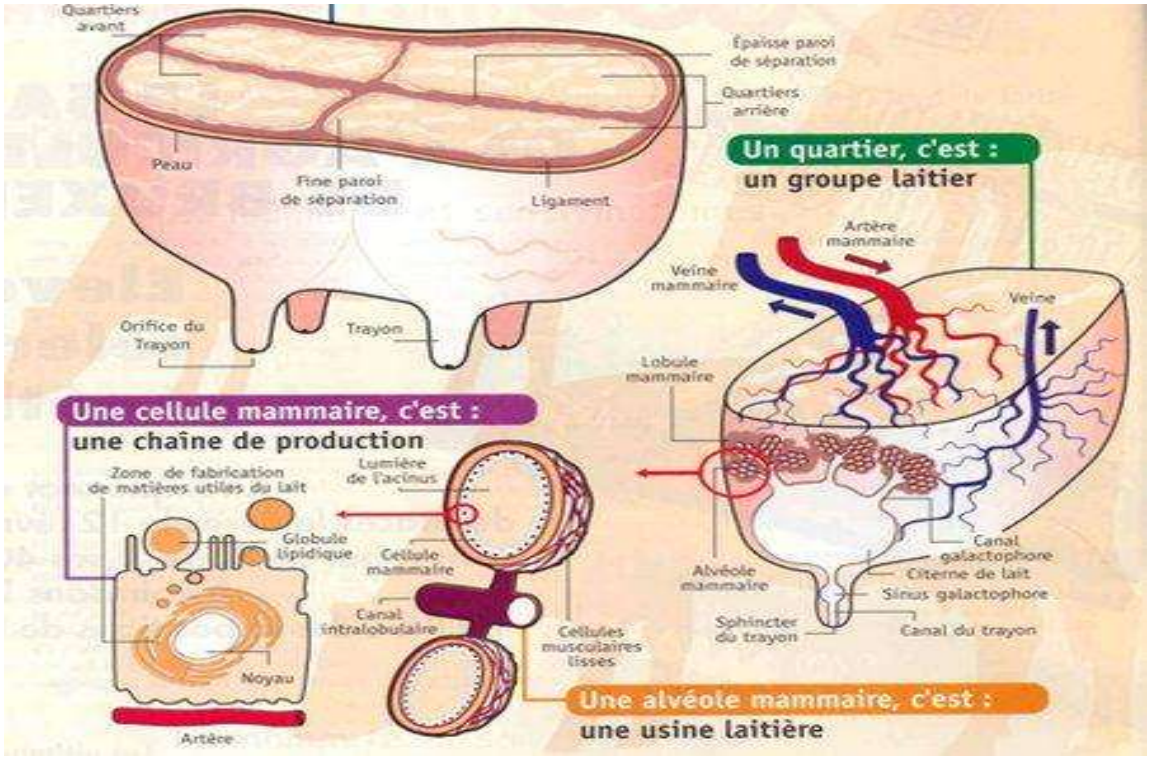

Fuente: Callejos, 2010.

## Desarrollo de la glándula mamaria

Anatomía y estructuras del sistema mamario en la vaca lechera que son afectados por la mastitis subclínica en la evolución de su desarrollo (Callejos, 2010).

El pezón y su conducto, la cisterna de la glándula mamaria, los ductos alveolares y el parénquima mamario en general son afectados por la presencia de procesos inflamatorios relacionados con traumas, presencia de bacterias y enzimas bacterianas y con los agentes locales para advertir el sistema de defensa; limitando el desarrollo de los procesos de filtración, captación de nutrientes y biosíntesis de los componentes lácteos y transporte y secreción láctea propiamente. La traducción de los efectos negativos se refleja en la reducción de la tasa de síntesis y secreción láctea.

**Imagen 3. Anatomía, Vascularización, Histología y Unidad de la síntesis láctea en la ubre de la vaca lechera.**




Fuente: Callejos, 2010.

**Mastitis**

La mastitis reduce las ganancias tanto con la pérdida temporal de producción de leche como con la pérdida permanente del potencial de producción. La mastitis es, con mucho el factor más importante que provoca aumento de los recuentos de células. Cuando los microorganismos causantes de la mastitis entran a la glándula mamaria, los mecanismos de defensa envían grandes cantidades de leucocitos hacia la leche para intentar destruir las bacterias. Si la infección es eliminada, el recuento de células disminuirá. Si los leucocitos son incapaces de eliminar los organismos, se crea una infección subclínica. En este caso son segregados continuamente leucocitos hacia la leche, que originan un recuento elevado de células (Tapia, 2010).

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

La mastitis en su concepto más general, es la inflamación de la ubre. Puede manifestarse en diversas formas, por lo general se dividen en clínica y subclínica. Las formas clínicas de la mastitis ocasionada por agentes infecciosos se clasifican de conformidad con el grado de severidad y la duración: mastitis híper aguda, mastitis aguda, mastitis subaguda, mastitis crónica (Noa y Ruvalcaba, 2011).

La mastitis bovina puede clasificarse de acuerdo al grado de la inflamación y a las lesiones locales e implicaciones sistémicas en la vaca. En términos generales; se clasifica en mastitis subclínica y mastitis clínica. La mastitis subclínica corresponde al

proceso inflamatorio de una o más glándulas mamarias, el cual no es posible de reconocer según la apariencia del sistema mamario y según el órgano de la leche. Este estado encuentra en evolución y puede alcanzar la condición clínica; aunque una proporción de estos casos son recuperados por los mecanismos de defensa del animal; incluyendo los elementos locales y sistémicos (Callejos, 2010).

En consecuencia, se reduce la producción de leche por unidad de tiempo y se alteran los componentes químicos que determinan su alto valor biológico y nutricional (grasa, lactosa, proteína). Sin embargo, las vacas que posee éste tipo de problema siguen siendo ordeñadas; tal como se hace con las vacas sanas a pesar de que su leche es reducida en cantidad y calidad (Callejos, 2010).

Es una enfermedad infecciosa que afecta la ubre de la vaca en diversos grados de intensidad, provocada por aproximadamente 90 organismos distintos. Todos los métodos comerciales de producción lechera, buenos o malos, proporcionan condiciones favorables para la propagación de los organismos causantes de mastitis de una vaca a otra. La mastitis trae como consecuencia una reducción en el volumen de producción de leche, altera la composición de la misma y puede influenciar su sabor. También provoca pérdidas por ordeño lento en las vacas enfermas, por mano de obra y tiempo dedicados a la aplicación de medicamentos y, por último, en recursos alimenticios por la ineficiencia de las vacas enfermas.

La mastitis también puede clasificarse en híper aguda, aguda y crónica; sin embargo, nuestro interés es destacar la mastitis subclínica en su contexto fisiológico, lacto lógico, económico y las medidas de manejo preventivas inherentes; ya que esta forma constituye la más frecuente y la que más implicaciones negativas posee sobre la economía en la finca o empresa productora de leche (Callejos, 2010).

La mastitis se produce cuando varios factores de administración o ambientales actúan recíprocamente para crear las condiciones que favorecen la aparición de la enfermedad.

Es una inflamación de la glándula mamaria que se produce como respuesta a una lesión o infección del tejido. Las lesiones suelen ser físicas, pero generalmente la infección se debe a la acción de microorganismos que han invadido la glándula mamaria, en especial bacterias.

**Mastitis Clínica**

Es visible a simple vista. Se caracteriza por formaciones escamosas, coágulos o leche aguada, y el cuarto afectado aparece inflamado, sensible e hipertérmico (Noa y Ruvalcaba, 2011).

La Mastitis Clínica corresponde al proceso inflamatorio en la glándula mamaria cuyo estado implica cambios en la anatomía y función de la glándula mamaria; incluyendo: endurecimiento, calentamiento, dolor al tacto y su secreción presenta cambios organolépticos apreciables (grumos, color amarillo, estado líquido irregular). Es evidente, que todo ordenador sabe que esta vaca debe quedar fuera de la línea para efectos de venta de leche; y en dichos casos se procede con la rutina del uso de los antibióticos (Callejos, 2010).

Es aquella que se puede ver a simple vista y se caracteriza por anormalidades en la leche tales como escamas o grumos. A nivel de la vaca enferma, el cuarto afectado puede estar caliente, inflamado y sensible.

**Mastitis Subclínica**

No es de fácil diagnóstico ni se puede detectar sin ayuda de pruebas especiales. Casi todos los cuartos se ven normales y la leche tiene apariencia normal. Es de 15 a 40 veces más común que la mastitis clínica, generalmente precede a la forma clínica, es de larga duración, es difícil de detectar, disminuye la producción de leche (Noa y Ruvalcaba, 2011).

La mastitis subclínica no se reconoce a menos que se realice alguna de las pruebas de campo y laboratorio; como la prueba de california, la prueba de conductividad eléctrica, el conteo leucocitario en leche, la prueba de Wisconsin y otras pruebas químicas (albumina, cloro, proteína, lactosa y globulina). En este caso, el proceso inflamatorio en la glándula mamaria actúa negativamente sobre la capacidad para seleccionar nutrientes del plasma, realizar síntesis en la célula epitelial mamaria y mantener una tasa de secreción láctea estable; y por ende, se reduce la tasa de producción de leche por unidad de tiempo o tasa de síntesis y secreción láctea propiamente (Callejos, 2010).

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

Es de 15 a 40 veces más común que la mastitis clínica.
Generalmente precede a la forma clínica, por lo tanto, si queremos controlar la forma clínica, debemos empezar por controlar la subclínica.
Es de larga duración.
Es difícil de detectar.
Disminuye la producción de leche.
Influye negativamente en la calidad de la leche.
Provoca infección en otros animales del rebaño.

**Proceso de obtención de la leche**

La leche se obtiene mediante el ordeño, que no debe tener ninguna repercusión sobre la salud del animal al captar la mayor cantidad posible de leche de excelente calidad, debiéndose mantener hasta el momento en que el producto sale del establo.

El ordeño debe ser manual o mecánico, y debe ser:

Rápido: a fin de que tenga lugar antes de la inactivación de la oxitócica responsable de la eyaculación láctea.
Completo: para evitar descremar la leche.
Indoloro: para que el animal no retenga leche.
El animal: debe de estar limpio de los flancos y vientre.

Las principales precauciones. El ordeñador, la sala de la ordeña, el equipo y material, ordeño mecánico y preparación de la ubre (Noa y Ruvalcaba, 2011).

Las vacas lecheras son generalmente ordeñadas dos o tres veces por día típicamente esto involucra un sistema de ordeño mecánico, pero en algunas áreas el ordeño a mano es aún practicado, sin tener en cuenta como son ordeñadas las vacas los pezones y la punta de estos específicamente son puntos críticos en el control para remoción de leche.

En la ordeña de la tarde, los recuentos de células tienden a ser más elevados que en la ordeña de la mañana. Esto es debido en parte al intervalo más corto entre ambos ordeños y a la producción de menor cantidad de leche que se traduce en un efecto de concentración. En verano, los recuentos tienden a ser más elevados que en invierno aunque no se sabe con certeza la causa de esto (Tapia, 2010).

Cualquier acontecimiento que produzca estrés, como el estro, la enfermedad, entre otras, pueden influir en el recuento de células. Además de aumentar el número de leucocitos en la sangre, con frecuencia existe una disminución de la producción de leche que causa un efecto adicional de concentración (Sarán y Chaffer, 2000).

**Higiene del equipo de ordeña**

Importancia del protocolo del ordeño. Entre las estrategias sobresalen los pasos de la rutina del ordeño con la secuencia lógica; los cuales se deben aplicar en forma consistente en cada vaca que pase por la sala de ordeño.

A continuación los principales pasos de la rutina del ordeno con atención a la higiene, cuidado del sistema mamario, detección de los casos de mastitis, manejo de la pezonera, sellado de pezones e higiene entre vacas. Cabe señalar que estos mismos pasos son fundamentales para la prevención y para lograr el control de la forma subclínicay coadyuvar con los antibióticos en el control clínico. El programa de prevención y control de salud de ubre con miras a minimizar la prevalencia e incidencia de la mastitis subclínica y clínica requiere la consideración de los siguientes aspectos:

1. Mantenimiento del Equipo de ordeño.
2. Normas higiénicas básicas.
3. Selección de vacas por sistema mamario.
4. Control de la mastitis en la fasede lactación.
5. Prevención de la mastitis durante la fasede lactación.
6. Control y prevención de la mastitis en la fase del secado.
7. Manejo apropiado de los antibióticos.
8. Capacitación del personal encargado del ordeño.
9. Utilización de laboratorio para ayudarse en el control de la mastitis clínica.
10. Descarte de los casos crónicos.
11. Manejo de las vacas clínicas por separado de las vacas sanas.
12. Uso del registro de la mastitis.
13. Evaluación del sistema mamario durante el secado y al momento del parto.
14. Mantener un buen entorno higiénico para la vaca.
15. Manejo y trato apropiado de la vaca.
16. Suministrar buena estimulación y un ordeño eficiente.

Las vacas que se ordeñan de manera intermitente hacia el final de la lactación tendrán recuentos de células incrementados espectacularmente, aún en ausencia de infección subclínica (Tapia, 2010).

**Conservación y transporte de la leche**

Los procesos de conservación de la leche de los alimentos y sus productos, están destinados a evitar la alteración microbiana, que es la causa principal en las perdidas de éstos, sin alterar sus características organolépticas. Los métodos de conservación de los alimentos son los siguientes: Asepsia, está destinada a impedir que los microorganismos lleguen al alimento. Eliminación de los microorganismos, mantenimiento de condiciones anaeróbicas en un continente cerrado al vacío, empleo de altas temperaturas, empleo de bajas temperaturas, por medio del control de la humedad, adición de conservadores químicos al alimento, por medios de radiaciones ionizantes, la combinación de dos o más de los métodos anteriormente citados (Noa y Ruvalcaba, 2011).

**Requerimientos para el enfriamiento y almacenamiento de la leche**

Según la Norma Mexicana NMX-F-720 -COFOCALEC-2006, la leche cruda debe ser filtrada y, en su caso, clarificada antes de su refrigeración, en no más de 2 horas posteriores a su recepción, dando prioridad al enfriamiento de la leche caliente, y al agregar una segunda remesa de leche, el producto almacenado en el tanque no debe alcanzar más de 10ºC y deben de regresar a la temperatura entre 2 y 4ºC en no más de 60 minutos posteriores al término de la recepción. En el centro de acopio la leche debe mantenerse a una temperatura menor a 4ºC, sin llegar a la congelación. Debido a que el congelamiento modifica de forma drástica las propiedades de la leche, se deben tomar las medidas necesarias para evitar el congelamiento de la leche en cualquier momento durante el almacenamiento y enfriamiento de la misma, la capacidad instalada para el enfriamiento y almacenamiento de leche.

## PRUEBA DE CALIFORNIA

La Prueba de California para Mastitis (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 el ganado bovino lechero (Bedolla y Castañeda, 2003).

Es una prueba sencilla que es útil para detectar la mastitis subclínica por valorar groseramente el recuento de células de la leche. No proporciona un resultado numérico, sino más bien una indicación de si el recuento es elevado o bajo, por lo que todo resultado por encima de una reacción vestigial se considera sospechoso (Ávila y Gutiérrez, 2001).

Es una prueba simple, económica y práctica, utilizada a nivel de campo, adecuada para estimar de manera indirecta el número de células somáticas en la leche; sin embargo no proporciona un valor numérico exacto, debido a que es una prueba subjetiva y los resultados pueden ser interpretados de forma variable entre las personas que realicen la prueba (Castellano y Kirchner, 2005).

En las infecciones de la glándula mamaria, de los vasos localizados en el área afectada, escapan leucocitos y es por lo general esta respuesta celular proporcional a la severidad de la infección. No obstante en algunas infecciones latentes o subclínica pueden o no aparecer leucocitos en la leche; ésta prueba identifica la presencia de ácidos desoxirribonucleico de las células somáticas en la leche, pudiendo el número de células ser afectado por factores patológicos como la mastitis o fisiológicos y ambientales como el periodo de lactación, momento de colocación de la muestra, sin ser esta situación una constante (Ávila y Gutiérrez, 2010).

**Procedimiento de la prueba de California**

La prueba consiste en el agregado de un detergente a la leche aquil-aril sulfato de sodio más púrpura de bromocresol usando 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 somáticas 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 más elevado de inflamación (Hernández y Bedolla, 2008).

Posterior de agregar el reactivo se gira la paleta durante 10 segundos. Y se reinterpreta la prueba, se caracteriza un resultado “0” cuando no hay formación de gel, se considera un resultado positivo desacuerdo con la formación de gel, el grado es de 1, 2, 3 y en caso de contar con cuartos ciegos se identifica con el número 4 (Martínez, 2004).

**Ventajas y desventajas de la prueba de California**

**Ventajas**

Es un método de diagnóstico que posee una sensibilidad del 97% y de una especificad de 93%, sus principales ventajas son:

1. Es una técnica sensible y se puede utilizar tanto en muestras de cuartos como en muestra del tanque enfriador, (en él una prueba de tanque los resultados de grado 2 y 3 indican un alto porcentaje de vacas infectadas).
2. El material exterior no interfiere en la prueba (pelo u otros materiales).
3. La prueba es simple y no requiere de material costoso (Martínez, 2004).

**Desventajas**

1. Los resultados pueden ser representados de forma variable, entre los individuos que lo realizan por lo que resulta necesario uniformizar el criterio de cosas positivas y sus características en grados.
2. Puede presentar falsos positivos, en leche de animales con menos de diez días paridos o en Vacas próximas a secarse.
3. La mastitis aguda. Da resultados negativos debido a la destrucción de los leucocitos por las toxinas provenientes de los microorganismos presentes (Martínez, 2004).

## DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE LA LECHE CON ANALIZADOR LACTOSCAN

El Lactoscan es un analizador de leche portátil por ultrasonidos para los análisis rápidos de grasa, sólidos no grasos, proteínas, lactosa, agua, temperatura, punto de congelación, pH, sólidos, conductividad, así como la densidad de un agregado y la misma muestra de leche directamente después del ordeño, a la recogida y durante el proceso.

El análisis de la leche con Lactoscan se puede realizar en los camiones de recolección de leche. Asimismo, se puede utilizar en las granjas lecheras, centros de acopio de leche, empresas lecheras, centros de selección de leche y laboratorios para asegurar la calidad y el control de los parámetros económicos importantes como la grasa y proteína con resultados rápidos y precisos que permiten ajustes rápidos en la producción para la economía de la producción óptima.

El Lactoscan es una solución para el análisis de composición de la leche utilizada en: análisis de pago de la leche para garantizar un pago justo a los productores de leche, estandarización de la leche para mejorar la calidad, el control de procesos y de la

economía en las lecherías. Los resultados rápidos y precisos permite ofrecer el pago inmediato y justo para los productores de leche.

## CONTROL MICROBIOLÓGICO

### Método para la cuenta de Bacterias Mesófilas aerobias en placa. NOM-092-SSA-1-1994

Cuando se requiere investigar el contenido de microorganismos viables en un alimento, la técnica comúnmente utilizada es la cuenta en placa.

En realidad esta técnica no pretende poner en evidencia todos los microorganismos presentes. La variedad de especies y tipos diferenciables por sus necesidades nutricionales, temperatura requerida para su crecimiento y oxigeno disponible. Hacen que el número de colonias contadas constituyan una estimación de la cifra realmente presente y la misma refleja si el manejo sanitario del producto ha sido el adecuado.

Por otra parte, el recuento de termofónicos, psicofísicos y es importante para predecir la estabilidad del producto bajo diferentes condiciones de almacenamiento.

Para obtener resultados reproducibles y por lo tanto significativos, es de suma importancia seguir fielmente y controlar las condiciones.

Esta técnica puede aplicarse para la estimación de microorganismos, viables en una amplia variedad de alimentos (Norma Oficial Mexicana. NOM-092-SSA1-1995).

### Método para la cuenta de microorganismos coliformes en placa. NOM-113-SSA-1-1994

El grupo de los microorganismos coliformes es el más ampliamente utilizado en la microbiología de los alimentos como indicador de prácticas higiénicas inadecuadas.

El uso de los coliformes como indicador sanitario puede aplicarse para:

La detección de prácticas sanitarias deficientes en el manejo y en la fabricación de los alimentos.

La evaluación de la calidad microbiológica de un producto, aunque su presencia no necesariamente implica un riesgo sanitario.

Evaluación de la eficiencia de prácticas sanitarias e higiénicas del equipo.

La calidad sanitaria del agua y hielo utilizados en las diferentes áreas del procesamiento de alimentos (Norma Oficial Mexicana. NOM-113-SSA1-1999).

## OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo fue determinar la calidad de la leche bovina producida en el municipio de Tarímbaro, Michoacán a través de la prueba de California, Lactoscan y Control Microbiológico.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo de septiembre de 2012 a mayo de 2013, en el municipio de Tarímbaro, Michoacán, el cual se encuentra ubicado en la región Norte del estado de Michoacán, Tarímbaro tiene una superficie territorial de 258.57 kilómetros cuadrados. Se encuentra a una altura promedio de 1,860 metros sobre el nivel del mar, de acuerdo a la ubicación geográfica se localiza entre las coordenadas geográficas 19° 48' latitud norte y entre 101° 10' longitud oeste. Limita al Norte con Copándaro y Cuitzeo, al Este con Álvaro Obregón al Sur con Morelia y Charo y al Oeste con Chucándiro. Su distancia a la capital del estado es de 20 minutos (INEGI, 2002).

En la realización del presente trabajo se trabajo con 100 muestras de leche del bote de recepción de igual número de hatos lecheros del municipio de Tarímbaro Michoacán. Para ello, se llevó a cabo primeramente la prueba de California (CMT) en cada hato, para determinar el conteo de células somáticas, y en seguida se realizó el análisis físico químico de las muestras de leche con el Lactoscan.

Por otra parte, se llevó a cabo el análisis microbiológico de la leche, en el Laboratorio de Bacteriología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

### Descripción

Las muestras fueron evaluadas primeramente a través de la prueba de California a nivel de campo, y posteriormente en el laboratorio a través del análisis fisicoquímico y microbiológico. Para ello, se utilizaron frascos estériles con tapa de rosca, el tiempo de la colecta fue breve y ajustado al manejo del hato.

Inmediatamente después del término del ordeño, se tomó una muestra del bote de recepción de la leche, la cual fue previamente mezclada, con un cucharon estéril se depositó en una paleta de plástico para realizar la prueba California. Asimismo,

enseguida se tomó otra muestra de leche la cual se depositó en un frasco estéril el cual fue cerrado herméticamente e identificado según el hato. Posteriormente las muestras fueron colocadas en una hielera a 4 °C y trasportadas a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia para su procesamiento.

**Preparación de las diluciones decimales**

Para la preparación de las diluciones utilizamos la NOM-110-SSA1-1994, preparación y dilución de muestras y alimentos para su análisis microbiológico.

Transferir 1 ml de muestra a 9 ml de solución amortiguadora, teniendo a si la dilución 1:10 transferir la muestra de esta a un segundo tubo y tenemos la dilución 1:100 repetir este proceso hasta la dilución 1:1000 y 1:10,000.

**Método para la cuenta de Bacterias Mesófilas Aerobias en placa**

**Procedimientos**

Distribuir las cajas estériles en la mesa de trabajo de manera que la inoculación; la adición de medio de cultivo y homogenización, se pueda realizar cómoda y libremente. Marcar las cajas en las tapas con los datos pertinentes previamente a su inoculación y correr por duplicado. Después de inocular las disoluciones de las muestras preparadas según la NOM-110-SSA1-1994, preparación y dilución de muestras y alimentos para su análisis microbiológico, en las cajas Petri, agregar de 12 a 15 ml del medio preparado de Agar Cuenta Estándar, mezclando mediante 6 movimientos de derecha a izquierda, 6 en el sentido de las manecillas del reloj y otras 6 de adelante hacia atrás en una superficie lisa y horizontal para que se incorpore el inoculo en el medio. Tratar de que el medio no moje la superficie de la caja. Dejar solidificar. Incluir una caja sin inoculó por cada lote de medio y diluyente preparado como testigo de esterilidad. El tiempo transcurrido desde el momento en que la muestra se incorpora al diluyente hasta que finalmente se adiciona el medio

de cultivo a las cajas, no debe exceder de 20 minutos.Incubar las cajas en posición invertida (la tapa hacia abajo) por el tiempo y la temperatura que se requieran, según el tipo de alimento y microorganismo que se trate. En la lectura seleccionar aquellas placas donde aparezcan entre 25 a 250 UFC, para disminuir el error en la cuenta. Contar todas las colonias desarrolladas en las placas seleccionadas (excepto las de mohos o levaduras), incluyendo las colonias coliformes. Marcar las cajas en las tapas con los datos pertinentes previamente a su inoculación.

**Método para la cuenta de organismos coliformes**

**Procedimiento**

Colocar en una caja de Petri 1 ml de la muestra líquida directo o de la dilución primaria. Además se siembran las diluciones de 1:10, 1:100 y 1:1000 preparadas como lo indica la NOM-110-SSA1-1994, preparación y dilución de muestras y alimentos para su análisis microbiológico. Se requiere sembrar utilizando una pipeta estéril diferente para cada dilución. Verter de 15 a 20 ml de medio RVBA fundido y mantenido a 45º C ± 1º C en baño de agua. El tiempo trascurrido entre la preparación de la dilución primaria y el tiempo en que se vierte el tiempo del cultivo, no debe exceder de 20 minutos. Mezclar cuidadosamente el inoculó con el medio de seis movimientos de derecha a izquierda, seis movimientos en el sentido de las manecillas del reloj, seis movimientos en el sentido contrario al de las manecillas del reloj y seis de atrás para adelante sobre una superficie lisa y limpia. Permitir que la mezcla solidifique dejando las cajas Petri reposar sobre una superficie horizontalmente.

Invertir las placas y colocarlas en la incubadora a 35ºC durante 24 horas.

Después del periodo específico para la incubación, contar las colonias con el contador de colonias. Seleccionar las placas que contengan entre 15 y 150 colonias.

Las colonias típicas son de color rojo oscuro, generalmente se encuentran rodeadas de un halo de precipitación debido a las sales biliares el cual es de color rojo claro o rosa, la morfología colonial es semejantes a lentes biconvexos con un diámetro de 0.5 a 2.0 mm. Placas que contienen entre 15 y 150 colonias características. Separar las placas que contienen el número antes mencionado de colonias características en dos diluciones consecutivas. Contar las colonias presentes, calcular el número de coliformes por mililitro o por gramo de producto, multiplicando el número de colonias por el inverso de la dilución correspondiente.

Informe de la prueba, informar UFC/g o ml en placas de agar rojo de violeta bilis incubados a 35º C durante 24 ± 2 horas. Marcar las cajas en las tapas con los datos pertinentes previamente a su inoculación (Norma Oficial Mexicana. NOM-110-SSA1-1994).

**Análisis de la leche con Lactoscan**

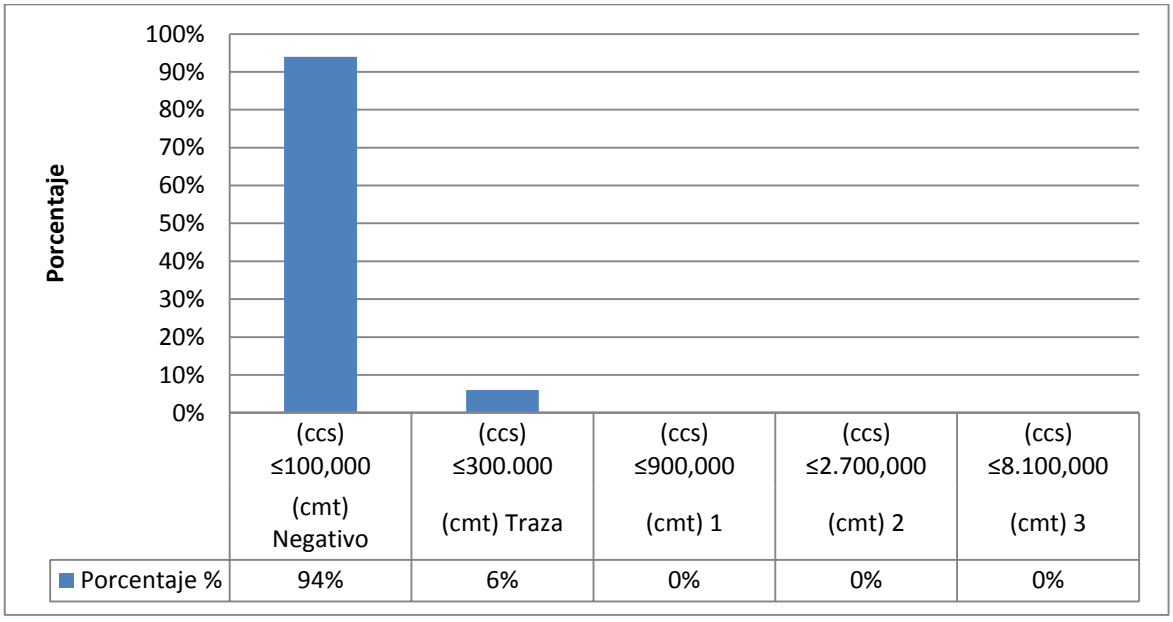
Para llevar a cabo el análisis de calidad de la leche, el aparato primeramente se programó en la opción adecuada, para luego administrarle 15 ml aproximadamente de la muestra de leche en el recipiente que proporciona el equipo de lactoscan, enseguida, se siguieron las instrucciones proporcionadas por el manual de operaciones. El analizador aspira la leche del recipiente y en un tiempo de 45 a 50 segundos hace el análisis de la leche, determinando así el contenido de grasa, sólidos no grasos (SNF), proteínas, lactosa, agua, temperatura, punto de congelación, pH, sólidos,. Al término del procesamiento de cada muestra, el analizador nos presenta en impreso el resultado correspondiente (Milkotronic company, s.a.).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente trabajo se analizaron un total de 100 muestras de leche obtenida del mismo número de unidades de producción del municipio de Tarímbaro, Michoacán. El muestreo se realizó al azar, considerando la disposición de los propietarios en cuanto a la colaboración para el muestreo.

En cuanto a la prueba de California, se encontró que el 94% de las muestras resultaron negativas, y un 6% de grado trazas. Es decir que de acuerdo a las normas internacionales y de acuerdo también a lo que señalan diferentes autores como Philpot y Nickerson, (2000); Sarán y Chaffer, (2000); Wolter *et al*. (2004) y Noa y Ruvalcaba, (2011), los resultados obtenidos en este trabajo corresponden a una leche considerada de buena calidad pues el conteo de células somáticas encontrado fue de ≤ 100,000 cs/ml a ≤ 300,000 cs/ml (Ver gráfica 2).

**Gráfica 2. Relación entre la prueba de California para Mastitis y el Recuento de Células Somáticas.**




Fuente: Investigación directa, 2013.

Según Hernández y Bedolla (2008), un nivel de células somáticas menor de 100,000 cs/ml da cuenta de que un cuarto de la glándula mamaria está sano y no muestra ninguna alteración patológica externa, y su leche no contiene microorganismos patógenos.

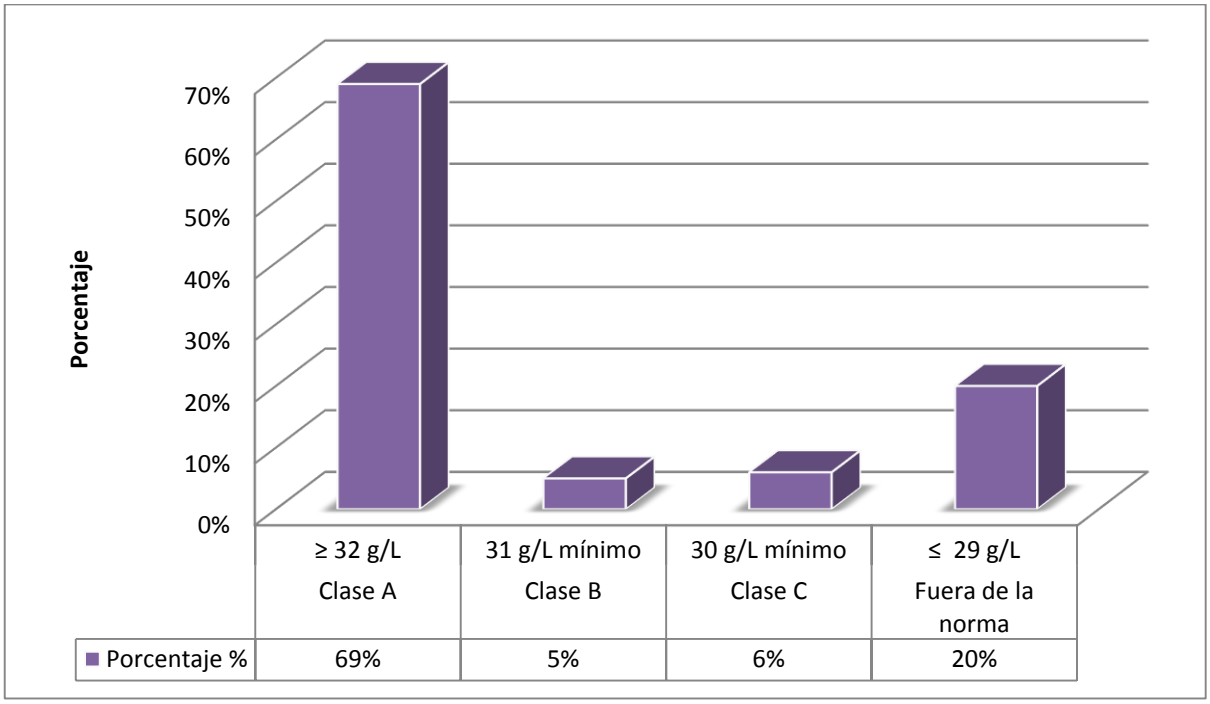
Wolter *et al*. (2004), señalan que el límite de las células somáticas de una ubre sana, es de 100,000 cs/ml, considerada de un nivel fisiológico aceptable, es decir, leche sana, ya que de 100,000 a 200.000 cs/ml muestran un nivel superior fisiológico, es decir, que son sospechosas, y refiriéndose a más de 200,000 cs/ml dichos autores la consideran una leche anormal, es decir, que presenta mastitis.

Ávila y Gutiérrez, (2010) por su parte, mencionan que las cuentas de células somáticas mayores a 500,000 cs/ml indican mastitis subclínica.

Mientras que Sarán y Chaffer, (2000) señalan que el límite de células somáticas de una leche buena es de 300,000 cs/ml y una leche mastitica presenta más de 750,000 cs/ml.

Respecto a la determinación de grasa butírica en g/L con el analizador Lactoscan tomando como base la norma NMX- F700 – COFOCALEC, (2004), se encontró que el 69% de las muestras corresponden a la clase A, es decir, ≥ 32 g/L, un 5% a la clase B con un mínimo de 31 g/L, otro 6% correspondió a la clase C, es decir, con un mínimo de 30 g/L, mientras que el resto de la leche (20%) se encontró fuera de la norma, ya que no entra en ninguna de las 3 clases anteriormente mencionadas y a las cuales hace referencia dicha norma (Ver grafica 3).

**Gráfica 3. Grasa Butírica g/L de las muestras de leche obtenidas en el municipio de Tarímbaro, Michoacán.**



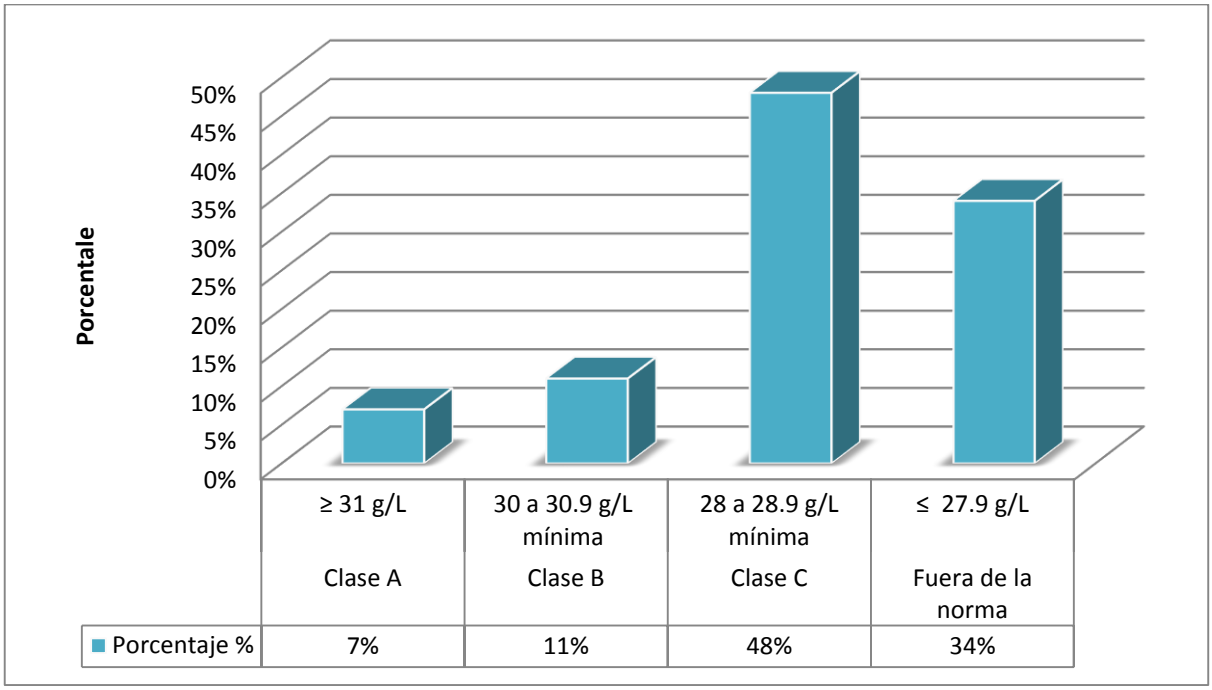

Fuente: Investigación directa, 2013.

Sarán y Chaffer (2000), señalan que un nivel de grasa butírica mayor a 32 g/L es leche normal, y si se presenta menor a 32 g/L es una leche mastitica.

Ávila y Gutiérrez (2010), por su parte, mencionan que la leche es apta para consumo humano si presenta 30 g/L como mínimo.

En cuanto a las Proteínas totales g/L tomando como base también la NMX-F700-COFOCALEC, (2004), se encontró que el 7% de las muestras correspondena la clase (A), es decir; con un contenido de ≥ 31 g/L, un 11% a la clase (B), con un contenido mínimo entre 30 a 30.9 g/L, un 48% correspondió a la clase (C) con un mínimo de 28 a 28.9 g/L, mientras que resto de la leche (34%) se encuentra fuera de lo establecido en la norma (Ver gráfica 4).

**Gráfica 4. Proteínas totales g/L de las muestras de leche obtenidas en el municipio de Tarímbaro, Michoacán.**




Fuente: investigación directa, 2013.

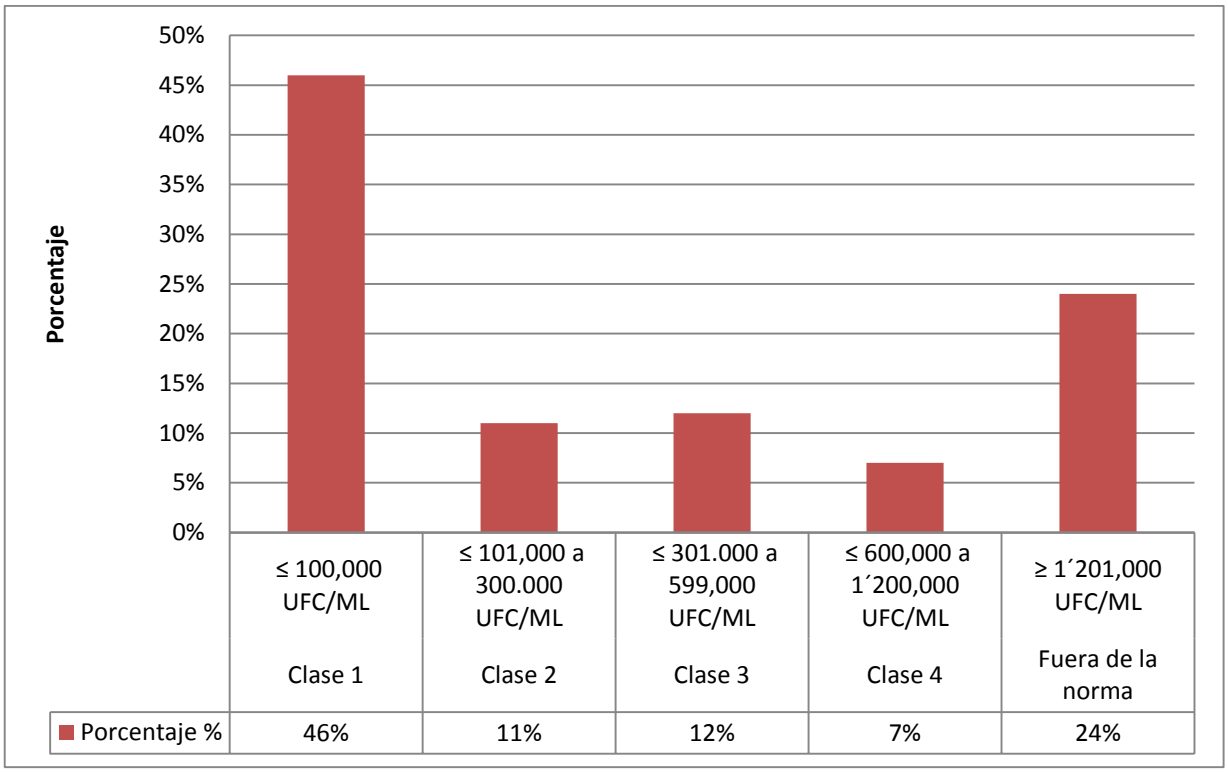
A este respecto, Sarán y Chaffer, (2000), mencionan que un nivel de proteínas totales menor a 31 g/L corresponde a una leche normal, y si presenta menos de 31 g/L es considerada como leche mastitica.

Ávila y Gutiérrez (2010) por su parte, consideran que la leche es apta para consumo humano si presenta un mínimo de 30 g/L de proteína.

En cuanto a los resultados del análisis bacteriológico para las bacterias mesófilas aerobias (BMA), estas se interpretaron tomando como referencia y también de acuerdo a la NMX- F-700 de COFOCALEC, (2004), en donde se han dividido en clases que contienen el nivel de unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/ml) que son permitidos, encontrándose que el 46% de las muestras en este estudio está de la clase 1, con ≤ de 100,000. UFC/ml, un 11% se encontró dentro

de la clase 2, el cual va de ≤ 101,000 a 300,000UFC/ml, un 12% correspondieron a la clase 3 con un rango de 301,000 a 599,000 UFC/ml, asimismo se encontró que otro 7% correpondieron a la clase 4, las cuales contenían entre 600,000 a 1,200.000 UFC/ml, mientras que el resto (24%) se encontró que contenían más de 1,200,000 UFC/ml, clasificándoseles fuera de lo establecido por dicha norma (Ver grafica 5).

**Gráfica 5. Bacterias Mesófilas Aerobias (UFC/ml) de las muestras de leche obtenidas en el municipio de Tarímbaro, Michoacán.**




Fuente: investigación directa, 2013.

## CONCLUSIÓN

Se concluye que la leche producida en el municipio de Tarímbaro, Michoacán es de buena calidad, ya que cumple con los parámetros establecidos a nivel nacional e internacional, y de acuerdo a lo que señalan diversos autores en sus trabajos de investigación, respecto al conteo de células somáticas a través de la prueba de California, con el analizador Lactoscan, así como a lo que está establecido en la NMX- F-700 del COFOCALEC, 2004. Por lo que resulta apta para su consumo por parte del público consumidor, sin riesgo alguno.

## LITERATURA CITADA

Alais, C. 2003. Ciencia de la leche. Principios de técnica lechera. Edit. CECSA, México. 596 pp.

Andrews, A. H. 2005. Sanidad del ganado vacuno lechero. Edit. Acribia. Zaragoza. 400 pp.

Ávila, T. S. y Gutiérrez, C. J. 2001. Epidemiología de las mastitis en hatos pequeños. III Congreso Nacional de Control de Mastitis y Calidad de la leche. León, Guanajuato. México. pp. 61-67.

Ávila, T. S. y Gutiérrez, Ch. A. 2010. Producción de leche con Ganado Bovino. 2a Edición México. Edit. El manual moderno. 443 pp.

Bedolla, C. C. y Castañeda, V. H. 2003. Agentes patógenos causantes de la mastitis bovina. Cuatro Vientos. No. 38:27-29.

Cabrera, V. M. P., Villa, J. F., Murillo, M. G., Suárez, G. L. F. 2009. Como obtener leche de buena calidad. Edit. Cometa. Zaragoza. 390 pp.

Callejos, R. A. 2010**.** Anatomía de la ubre y 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.

Castellano. E. A. y Kirchner. S. F. 2005. Bovinos de leche. Edit. Trillas. México. pp. 99-102.

COFOCALEC. 2004. Norma Oficial Mexicana F-700-COFOCALEC. 2004. Sistema Producto Leche-Alimentos-Lácteos-Leche cruda de vaca, especificaciones fisicoquímicas, sanitarias y métodos de prueba. México.

Chamberlain, A. T. y Wilkinson, J. M. 2002. Alimentación de la vaca lechera. Edit. Acribia. Zaragoza. 466 pp.

Early, R. 2000. Tecnología de los productos lácteos. 2a. Edit. Acribia. Zaragoza. 460 pp.

Espinosa, Y. N. y Rodríguez, Y. V. 2008. Estudio bacteriológico de la leche cruda por el Sistema Diralec en un municipio de la región oriental del país. Redvet. Revista electrónica de Veterinaria. Vol. IX, Nº 7.

FAO. 2014. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Consulta 2014. Disponible en.http://www.fao.org/ag/ags/industrias-agroalimentarias/carne-y-leche/calidad/calidad-e-inocuidad-de-la-leche/es/

Faría, R. J. F., García U. A., D. G., Valero, L. K., Allara, C. M. y Angelosante, G. 2005. Detección de mastitis subclínica en bovinos mestizos doble propósito ordeñados en forma manual o Mecánica. Comparación de tres pruebas diagnósticas. Revista Científica, FCV-LUZ. Venezuela.

FIRA. 1997. Sistema de producción de leche. https://www.google.com.mx/search?q=fira+1997+sistema+especializado&oq=fira+1997++sistema+especializado&aqs=chrome..69i57.24313j0j7&sourceid=chrome&es_sm=122&ie=UTF-8#q=fira+1997+sistema+especializado

FIRA. 2001. Diferentes sistemas. https://www.google.com.mx/search?q=fira+1997+sistema+especializado&oq=fira+1997++sistema+especializado&aqs=chrome..69i57.24313j0j7&sourceid=chrome&es_sm=122&ie=UTF-8#q=fira+2001+sistema+de+doble+proposito.

Furrusca. 2010. Indicadores de la calidad de leche cruda. https://www.google.com.mx/search?q=FURRUSCA+2010+INDICADORES+DE+LA+CALIDAD+DE+LECHE&es_sm=122&biw=1280&bih=909&source=lnms&sa=X&ei=99yVK7oDc2vyATzjILwDA&ved=0CAcQ_AUoAA#q=+INDICADORES+DE+LA+CALIDAD+DE+LECHE

Gonzáles, R. F. y Juan, G. 2001. Los riesgos microbiológicos. Web en línea [2 de diciembre de 2012] (127) URL disponible en http://www.monografias.com/trabajos53/leche-cubana/leche-cubana2.shtml.

Hazard, T. S. y Christen, I. M. F. 2006. Composición y calidad de la leche. Edit. INIA Carillanca. Ganadería y praderas. Tierra adentro. pp. 34-35.

Hernández, R. J. M. y Bedolla, C. J. L. C. 2008. Importancia del conteo de células somáticas en la calidad de la leche (Importance of the somatic cells count in the quality of milk). REDVET. Revista electrónica de Veterinaria. Vol. IX, Nº 8 Agosto/2008. 34 pp.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2002. https://www.google.com.mx/search?q=inegi+2002&oq=inegi+2002&aqs=chrome..69i57.6895j0j8&sourceid=chrome&es_sm=122&ie=UTF-8 México.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2011. https://www.google.com.mx/search?q=inegi+2002&oq=inegi+2002&aqs=chrome..69i57.6895j0j8&sourceid=chrome&es_sm=122&ie=UTF-8#q=inegi+2011 México.

Keating, P. F. y Rodríguez, G. H. 2002. Introducción a la Lactología. 3a ed. Edit. Limusa. México. 316 pp.

Mariscal, P. C. A., Ibañez, R. A. y Gutiérrez, M. F. D. 2013. Características Microbiológicas de leche cruda de vaca en mercados de abasto de trinidad Bolivia. Revista Científica Agrociencias Amazonía. VOL.1, N° 2.

Martínez, I. 2004. Producción de leche de calidad (Tesis de licenciatura) Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

Martínez, L. R., Tepal, C. J. A., Hernández, A. L., Escobar, R. M. C., Rómulo Amaro, G. R., y Blanco, O. M. A. 2011. Mejora continua de la calidad higiénico-sanitaria de la leche de vaca. Manual de capacitación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Microbiología Animal. Cuajimalpa. 63 pp.

Méndez, M. V. M. y Osuna, A. L. E. 2007. Caracterización de la calidad higiénica y sanitaria de la leche cruda en algunos sistemas productivos de la región del alto del Chicamocha departamento de Boyacá. (Tesis de licenciatura). Universidad de la Salle Medicina Veterinaria. Bogotá. 157 pp.

Milkotronic Company. s. a. Lactoscan Ultrasonic Milk Analyzers. En línea. [Consultado el 16 de noviembre de 2014]. www.lactoscan.com/faq.html Milk analyzer Lactoscan. Milk analyser for milk laboratories.

Noa, P. M. y Ruvalcaba, B. S. 2011. Ciencia de la Leche. Edit. Universitaria. Guadalajara, Jalisco. México. 232 pp.

Norma Oficial Mexicana. NOM-110-SSA1-1994. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis Microbiológico. 68 pp.

Norma Oficial Mexicana. NOM-092-SSA1-1995. Métodos para la cuenta de bacterias aerobias en placa. 68 pp.

Norma Oficial Mexicana. NOM-113-SSA1-1999. Método para la cuenta de organismos Coliformes totales en placa. 68 pp.

Norma Oficial Mexicana NOM-155-SCFI-2003. Leche fórmula láctea y producto lácteo combinado-denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba. Diario Oficial de la Federación. Septiembre.

HACCP, s.a. https://www.google.com.mx/search?q=fira+1997+sistema+especializado&oq=fira+1997++sistema+especializado&aqs=chrome..69i57.24313j0j7&sourceid=chrome&es_sm=122&ie=UTF-8#q=haccp+normatividad

Philpot, W. N. y Nickerson, S. C. 2000. Ganando la lucha contra la Mastitis. Editorial Westfalia. Oelde, Germany. 185pp.

Ponce, P. 2002. Una condición para la eficiencia: calidad de la leche cruda. CENSA. ACPA. pp. 51-53.

Proyecto de Norma Oficial Mexicana. PNOM-109-SSA-1994. Procedimientos para la toma, manejo y transporte de muestras de alimentos para su análisis microbiológico. 68 pp.

Sarán, A. y Chaffer, M. 2000. Mastitis y calidad de la leche. Edit. Inter-médica. Buenos Aires. 196 pp.

SAGARPA. 2000. (Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación).

https://www.google.com.mx/search?q=mendez+y+osu%C3%B1a+2007&oq=mendez+y+osu%C3%B1a+2007&aqs=chrome..69i57j0.9563j0j7&sourceid=chrome&es_sm=122&ie=UTF-8#q=+sagarpa+2000

Soltero, G. S. 2008. Mejoramiento de la calidad de la leche cruda en México. Asociación Ganadera Local de Productores de Leche de Tizayuca. CNOG. La Normalización y Evaluación de la Conformidad de las Normas.

Tapia, C. M. J. 2010. Determinación de la calidad de la leche de bote de depósito de los hatos lecheros del municipio de Tarímbaro, Michoacán (Tesis de licenciatura). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

Torres, M., Guerrero, M. J., Garza, M. T., Alfaro, B. J. M. y García, A. 2006. Microbiología de los alimentos. Boletín SQM. Volumen 1. Guadalajara, Jalisco, México.

Trápaga. 1998. Producción de la leche de ganado bovino. https://www.google.com.mx/search?q=trapaga+1998+produccion+de+leche+bovina.&oq=trapaga+1998+produccion+de+leche+bovina.&aqs=chrome..69i57.32515j0j7&sourceid=chrome&es_sm=122&ie=UTF8#q=trapaga+1998+produccion+de+leche+de+ganado+bovina.

Wolter, W., Castañeda, H., Kloppert, B. y Zschöck, M. 2004. Mastitis bovina. Prevención, diagnóstico y tratamiento. Edit. Universitaria. Universidad de Guadalajara, Jalisco. México. 146 pp.