



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN  
NICOLÁS DE HIDALGO**



**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LA  
LECHE DEL GANADO BOVINO DE LA POBLACIÓN DE  
CHIQUITITIO, MUNICIPIO DE MORELIA, MICHOACÁN.**

TESIS QUE PRESENTA:

**VERÓNICA DINHORA CRUZ MARTÍNEZ**

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

ASESOR:

**MC. JOSÉ LUIS CARLOS BEDOLLA CEDEÑO**

CO-ASESOR:

**MC. ROSALVA MEJÍA ALFARO**

Morelia, Michoacán. Enero de 2019



El presente trabajo de investigación Titulado “Determinación de la calidad microbiológica de la leche del ganado bovino de la población de Chiquimitio, municipio de Morelia, Michoacán.” Forma parte del proyecto de investigación “Determinación de la calidad de la leche y resistencia antibiótica de microorganismos patógenos causantes de mastitis bovina en el municipio de Morelia, Michoacán”, financiado por la Coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Michoacán de San Nicolás de Hidalgo como parte del programa de investigación 2018.

## DEDICATORIA



El presente trabajo es dedicado:

### **A mis padres:**

Rosa María Martínez Pérez y José Juan Cruz Moreno quienes son mi motor y mi mayor inspiración, por ser mi apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

### **Y hermanos:**

Rosa María, Sandra Lucia y José Juan, por estar conmigo en todo momento y apoyarme siempre.

## AGRADECIMIENTOS

---

---

---

### **A mis padres y hermanos:**

Mis padres Rosa María Martínez Pérez y José Juan Cruz Moreno quienes me dieron dos grandes regalos: el primero la vida y el segundo la libertad de vivirla; quienes me hicieron aprender que el amor, el trabajo y el conocimiento deben ser manantiales de mi existencia y el reflejo fiel del ejercicio de mi decisión.

A ti papa por tu fé y confianza que siempre me brindaste,

A ti mama que con tus oraciones y sabios consejos me has guiado siempre hacia adelante.

A ustedes hermanos Rosa María, Sandra Lucia y José Juan por el apoyo moral que siempre me brindaron en el logro de un importante objetivo, apoyo que recordare siempre como ejemplo de lucha y superación. Porque con sus consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona, me acompañan en todos mis sueños y metas.

A todos ustedes quienes me han enseñado con sus hechos y convicciones que existir es cambiar, que cambiar es madurar y que madurar es crearse a sí mismo constantemente.

**¡GRACIAS POR TODO!**

### **A mis asesores de Tesis:**

MC. José Luis Carlos Bedolla Cedeño y MC. Rosalva Mejía Alfaro por sus valiosos conocimientos, por la dedicación, la paciencia y el apoyo que me brindaron.

### **A mis maestros:**

A todos y a cada uno de ellos quienes aportaron grandes conocimientos, anécdotas y vivencias durante mi vida académica, por su dedicación, esfuerzo, paciencia y compromiso, porque entre todos han formado la base para que hoy pueda ser lo que soy.

### **A mis sobrinos:**

Jorge Adolfo, Sophia Alejandra, Juan Ignacio, Daniela Isabel, Christopher Alexander y Lucia Aitana, mis cómplices de aventuras y causantes de mi alegría, quienes me han enseñado que hay amores absolutamente desinteresados, que no esperan nada a cambio, que simplemente existen y nos hacen felices, gracias por tantas cosas positivas que me han hecho descubrir.

### **A mis cuñados:**

Ana Ileri y Carlos Cortes por todo el apoyo y los consejos que me han brindado.

### **A mi mejor amiga y futura colega:**

Alejandra Calderón Pérez por la amistad brindada durante muchos años, quien me conoce tal y como soy, me ha acompañado en mis logros, fracasos, ha celebrado mis alegrías, compartido mi dolor y jamás me ha juzgado por mis errores.

### **A mis amigos y futuros colegas:**

Ana, Katherine, Rafael, Valentín, Adrián, José Jesús y Enrique quienes estuvieron conmigo día a día, por su apoyo, por todo lo aprendido, lo vivido y las enseñanzas que cada uno ha dejado en mí, tal vez tengamos diferencias y no compartamos algunos gustos, pero nos une una grandiosa amistad y una hermosa profesión.

### **A mis amigos:**

Osiel, Armando, Jesús Alberto, Hiram y Gerardo, porque somos un grupo de amigos que a pesar de nuestras diferencias hemos aprendido a compartir una amistad de verdad y a complementarnos a la perfección, les agradezco por ser quienes son, por la amistad brindada y por siempre estar a mi lado.

### **A mis amigas:**

Erika, Vanessa, Mariana y Daniela porque he aprendido muchas cosas de ustedes son auténticas y tienen una forma de ser única, por todos los momentos compartidos los cuales han sido únicos e inolvidables.

**Muchas personas han entrado y salido de mi vida pero solo las mejores han permanecido...**

*Verónica Dinhora Cruz Martínez*

## INDICE

RESUMEN .....	
ABSTRACT .....	
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 SITUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN LECHERA EN MEXICO .....	3
1.1.1 Sistemas de producción Lechera en México.....	4
1.2 SITUACIÓN LECHERA EN EL ESTADO DE MICHOACÁN .....	7
1.3 LA LECHE .....	8
1.3.1 Definición de leche.....	9
1.3.2 Producción de leche en la vaca .....	10
1.3.3 Estructura de la ubre o glándula mamaria .....	10
1.3.4 Composición de la leche .....	14
1.3.5 Características organolépticas.....	15
1.3.6 Características nutricionales de la leche.....	17
1.4 CALIDAD DE LA LECHE.....	18
1.4.1 Factores que afectan la calidad de la leche .....	19
1.4.2 Calidad Composicional .....	19
1.4.3 Calidad sanitaria .....	20
1.4.4 Calidad Higiénica .....	20
1.5 MICROBIOLOGÍA DE LA LECHE .....	20
1.6 BACTERIAS MESÓFILAS AEROBIAS .....	21
1.7 ORGANISMOS COLIFORMES .....	23
1.8 CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LA LECHE .....	25
1.9 TÉCNICAS UTILIZADAS DETERMINAR LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LA LECHE.....	26

1.9.1 Cuenta en placa de bacterias.....	26
1.9.2 Agar Cuenta Estándar.....	27
1.9.3 Determinación de coliformes totales por cuenta en placa.....	27
1.9.4 Agar-lactosa-bilis-rojo violeta (ABRV).....	28
1.10 NORMATIVIDAD APLICABLE A LA LECHE CRUDA .....	28
1.10.1 NMX-F-700-COFOCALEC-2012.....	28
II. OBJETIVO.....	31
III. MATERIAL Y MÉTODOS .....	32
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	36
V. CONCLUSIÓN .....	44
VI. LITERATURA CITADA.....	45

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar la calidad microbiológica de la leche del ganado bovino de la población de Chiquimitio municipio de Morelia, Michoacán. A través de la cuenta de bacterias mesófilas aerobias y cuenta de organismos coliformes. Se recolectaron 50 muestras de leche del bote de recepción de igual número de hatos lecheros obtenidos durante la ordeña matutina; Las muestras fueron analizadas a través de la técnica de vaciado en placa, para Organismos Coliformes (OC) y Bacterias Mesófilas Aerobias (BMA). Los resultados obtenidos en el conteo de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) para BMA de acuerdo a la NMX-F-700-COFOCALEC-2012 que se tomó como base, se encontró que el 32% de las muestras pertenecen a la clase 1 con  $\leq 100,000$  UFC/ML, un 22% pertenecen a la clase 2, un 20% corresponden a la clase 3, un 14% correspondieron a la clase 4, mientras que un 12% de estas muestras se encontraron fuera de norma ya que son superiores a 1,200,000 UFC/ML. Se concluye que debido a que en México no existe una norma que establezca o determine el número de microorganismos coliformes aceptables de leche cruda, no es factible comparar la calidad de la leche con un solo valor aceptable. Sin embargo, de acuerdo a los datos obtenidos para evaluar la calidad microbiológica de la leche en la población de Chiquimitio Michoacán, el conteo de UFC/ml de bacterias mesofilas aerobias, se encontró que el 88% de las muestras de leche analizadas están dentro de los límites establecidos para la leche cruda de acuerdo con la NMX-F-700-COFOCALEC, 2012, por lo que resulta apta para el consumo por parte del público consumidor, mientras que el resto (12%), no resulta apta, ya que rebasa los límites establecidos por dicha norma.

**Palabras clave:** Calidad de la Leche, Bacterias Mesofilas Aerobias (BMA), Organismos Coliformes (OC), Microbiológico, Unidades Formadoras de Colonias.



## ABSTRACT

The objective of this study was to determine the microbiological quality of milk from cattle in the population of Chiquimitio municipality of Morelia, Michoacán. Through the Mesophilic aerobic bacteria account and count of coliform organisms. We collected 50 samples of milk from the receiving pot of equal number of dairy herds obtained during morning milking; The samples were analyzed through the plate-pouring technique for coliform organisms (OC) and aerobic mesophilic bacteria (BMA). The results obtained in the colony forming units (CFU) count for BMA according to the NMX-F-700-COFOCALEC-2012 which was taken as a basis, it was found that 32% of the samples belong to Class 1 with  $\leq 100.000$  cfu/ML, 22% belong to Class 2, 20% are Class 3, 14% corresponded to class 4, while 12% of these samples were found out of standard as they are higher than 1.2 million CFU/ML. It is concluded that because in Mexico there is no standard that establishes or determines the number of acceptable coliform microorganisms of raw milk, it is not feasible to compare the quality of milk with a single acceptable value. However, according to the data obtained to evaluate the microbiological quality of milk in the population of Chiquimitio Michoacán, the CFU/ml count of mesofilas aerobic bacteria, it was found that 88% of the milk samples analyzed are within the Limits established for raw milk in accordance with the NMX-F-700-COFOCALEC, 2012, so it is suitable for consumption by the consumer, while the remainder (12%) is not suitable, as it exceeds the limits established by that standard.

**Keywords:** Quality of milk, Mesofilas aerobic bacteria (BMA), coliform organisms (OC).

## INTRODUCCIÓN

La leche es el producto de la secreción mamaria normal de animales bovinos lecheros sanos, obtenida mediante uno o más ordeños diarios, destinada al consumo humano (Barahona, 2015).

Las características nutricionales que hacen de la leche un alimento completo para la dieta de los seres humanos, también la hacen un medio de cultivo ideal para el crecimiento de una gran variedad de microorganismos (Brussett *et al.*, 2015).

La calidad microbiológica se refiere a la presencia de bacterias, hongos, microorganismos patógenos, de residuos de antibióticos y medicamentos. Conteos altos de bacterias y de células somáticas, producen alteraciones en las propiedades nutritivas y organolépticas de la leche y reducen la vida útil de los productos lácteos (Rojas, 2014).

Si bien son incuestionables las cualidades nutritivas de la leche y los productos lácteos, no es menos cierto que, desde su síntesis en la glándula mamaria hasta su llegada al consumidor, están sometidos a un gran número de riesgos que hacen peligrar la calidad original. Estos riesgos son: la contaminación y multiplicación de microorganismos, contaminación con gérmenes patógenos, alteración físico-química de sus componentes, absorción de olores extraños, generación de malos sabores y contaminación con sustancias químicas tales como pesticidas, antibióticos, metales, detergentes, desinfectantes, partículas de suciedad, etc. Todos éstos, ya sea en forma aislada o en conjunto, actúan en forma negativa sobre la calidad higiénica y nutricional del producto y, consecuentemente en contra de la salud pública y economía de cualquier país (De los Reyes *et al.*, 2010).

Los distintos tipos de bacterias que se pueden encontrar en la leche cruda son muy variados como las bacterias aerobias mesófilas, bacterias termodúricas, bacterias psicótrofas y bacterias coliformes; para fines de esta investigación solo se trabajara el análisis microbiológico de las siguientes bacterias que son:

**Bacterias aerobias mesófilas.**- El término Mesófilo (del griego mesos=intermedio), se refiere a la temperatura de desarrollo bacteriano, entre 20 °C y 42 °C, son bacterias que crecen entre las temperaturas de 20-45 °C y que requieren de oxígeno. A este grupo también se le conoce como cuenta total bacteriana (Analia, 2013).

**Bacterias coliformes.**- Es un grupo de microorganismos indicadores utilizados para evaluar la calidad microbiológica y sanitaria de algún lugar, alimento y del agua. Son bacilos gramnegativos, aerobios o anaerobios facultativos que fermentan la lactosa con producción de gas en 24 ó 48 horas a 36 °C. Son aerobios o anaerobios facultativos, oxidasa negativa y no forman endosporas. Las bacterias de este grupo son: *Escherichia coli* y miembros de los géneros *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Yersinia* (Escobedo, 2016).

El conteo de bacterias se realizó a través de la Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994, bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa (DOF, 1994). La Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994, bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa (DOF, 1994). Y la Norma Oficial Mexicana NOM-110-SSA1-1994, bienes y servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico (DOF, 1994).

## SITUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN LECHERA EN MEXICO

En México la producción de leche de bovino es muy heterogénea desde el punto de vista tecnológico, agroecológico y socioeconómico, incluyendo la gran variedad de climas regionales y características de tradiciones y costumbres de las poblaciones. Sin embargo, la industria de productos lácteos es la tercera actividad más importante dentro de la rama de la industria de alimentos en México, y depende de la disponibilidad de la leche nacional su crecimiento (Secretaria de Economía, 2012).

A nivel nacional en el cuarto trimestre de 2016, la producción de leche de bovino alcanzó 11 mil 607 millones de litros, es decir, 1.9% (212 millones 829 mil litros) más que en el mismo periodo de 2015 los estados en los que destacan los aumentos son en: Jalisco 3.3 %, Guanajuato 3.3 %, Coahuila 2.3 %, Chihuahua 1.7 % (SIAP, 2016); Al segundo trimestre de 2017, la producción fue de 5 mil 670 millones de litros incrementó 2.1% (116 millones 935 mil litros), destacan los aumentos en: Jalisco 6.1 %, Aguascalientes 5.6 %, Chiapas 5.4% y Durango 4.7 % (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera SIAP, 2017). Al primer trimestre de 2018, la producción aumentó 1.8% (49 mil 98 litros), en relación con el mismo periodo de 2017, destacan los incrementos en los estados de: Puebla 6.7 %, Jalisco 6.6 %, Chihuahua 3.9%, Chiapas 3.9 %, Por el contrario, las entidades con aportación importante, pero que comparativamente con el mismo periodo del año anterior disminuyeron su volumen son: México 3.5%, Coahuila 0.8% y Durango 0.4%. Se estima que la producción para el 2018 será de 12 mil 26 millones de litros, lo que significaría un incremento de 1.9% respecto del año anterior (SIAP, 2018; LACTODATA, 2018).

Los incrementos permanentes alcanzados en los últimos años en la producción de leche, son consecuencia de mejoras en la tecnificación de la producción lechera en las regiones identificadas como altamente productoras, así como en la aplicación de técnicas en el manejo de ganado con mejores características productivas de razas

especializadas en producción lechera y en el equipamiento de las explotaciones, propiciando una mayor inversión en el sector.

Otros factores que han posibilitado el crecimiento de la producción ha sido la consolidación y expansión de las principales empresas lecheras nacionales y de organizaciones de productores integrados, que han incrementado su participación en el mercado de productos terminados, lo que ha representado un mantenimiento de los ingresos para sus asociados y, al ser partícipes del valor agregado generado en el proceso de transformación, principalmente de productos como yogurt, leches fermentadas, leches saborizadas, cremas, entre otros (Claridades agropecuarias , 2010).

La diversidad de condiciones y formas de producir leche en este país, refleja una marcada posición contradictoria, ya que por un lado, se ha observado una demanda creciente por leche fluida de producción nacional, pero este incremento no se ha visto reflejado en los precios pagados al productor (Robledo, 2017).

### **Sistemas de producción Lechera en México**

En nuestro país existen grandes contrastes de los niveles de tecnificación en las unidades de producción lecheras. La infraestructura empleada en cada una de estas es determinante en sus niveles de producción pues las unidades de producción intensivas, que cuentan con una infraestructura grande y sólida, y un manejo que es muy parecido al encontrado en los países desarrollados; obtienen niveles altos de producción, en comparación con las unidades de producción pequeñas y rústicas, en las cuales los niveles de producción de leche son muy bajos, debido a su infraestructura de menor nivel, bajo potencial genético de los animales, deficiente sanidad animal y una nutrición que no es específica para las diferentes épocas del año. Las unidades de producción pequeñas son las que más abundan en nuestro país.

También se encuentran en nuestro país los sistemas de producción que cuentan con una tecnificación que se encuentra en un punto medio entre las dos anteriores, teniendo una participación muy importante en la producción láctea nacional (Cuamani, 2016; Ochoa, 2016).

Para fines prácticos, y con la idea de estratificar las producciones, en México se distinguen cuatro tipos de producción de leche: especializado, semi-especializado, familiar y de doble propósito (Ochoa, 2016).

### **Especializada:**

Este tipo de lechería se ubica en el altiplano central, el bajío, el altiplano norte y noroeste, en distritos de riego por bombeo, ubicados en climas templados, áridos y semiáridos; sus sistemas de producción son mecanizados, tanto en producción de forrajes de calidad, como en ordeño y manejo de la leche; utilizan el sistema de estabulación, forrajes de corte y alimentación de altos niveles de concentrados. Los costos de producción de este sistema son muy altos, por lo que se hace necesario que obtengan grandes volúmenes de producción y a estos les fijen precios altos para de este modo tener utilidades que hagan de este sistema un negocio rentable (Cuamani, 2016; Ochoa, 2016)

### **Semi especializado:**

El ganado está semi-estabulado, en pequeñas extensiones de terreno, con instalaciones acondicionadas a la agroempresa lechera. Utilizan ordeñadora mecánica de pocas unidades para la extracción de la leche y la extracción manual, careciendo en la gran mayoría de equipo propio para enfriamiento y conservación de la leche, por

lo que se considera un nivel medio de tecnología en infraestructura y equipo. La alimentación está basada en pastoreo, complementada con forraje de corte y concentrado. También presentan cierto tipo de control productivo y programas de reproducción con inseminación artificial (Cuamani, 2016; Ochoa, 2016).

### **Familiar:**

Se caracteriza por pequeñas explotaciones que fluctúan entre 3 y 30 vacas, que normalmente manejan los integrantes de la familia; este tipo de productores utilizan sistemas tradicionales de producción y aprovechan en forma importante los esquilmos de la agricultura (pajas y rastrojos de maíz, sorgo y trigo); Las inversiones fijas son bajas, ya que se tienen construcciones rústicas, donde el manejo es deficiente, sobre todo en la higiene del ordeño, de lo que resulta un producto de baja calidad que normalmente se expende como leche bronca a boteros intermediarios, queseros de la localidad, centros de acopio o directamente al consumidor (Cuamani, 2016; Ochoa, 2016).

### **Doble Propósito:**

Se basa en explotaciones de ganado bovino para carne, donde la producción de leche es una actividad secundaria, caracterizada por la ordeña estacional del 10% de los vientres recién paridos que muestran mayor temperamento lechero. La alimentación de este ganado se basa en el pastoreo de pastos nativos inducidos y en menor proporción los pastos mejorados, su manejo es en forma extensiva y el tamaño de los hatos que integran este sistema va de pequeño a mediano con 40 vacas en promedio por hato (Cuamani, 2016; Ochoa, 2016).

## SITUACIÓN LECHERA EN EL ESTADO DE MICHOACÁN

De acuerdo al inventario ganadero Michoacán cuenta con 950 mil 418 vientres; 379 mil 613 vaquillas; 60 mil 241 sementales; 310 mil 052 crías hembra; 263 mil 682 crías macho; 22 mil 940 becerros; 105 mil 006 novillos que dan un total de 2 millones 091 mil 952 cabezas de ganado en la entidad (Americano, 2017),

En Michoacán existen 4 cuencas lecheras, las cuales arrojan una producción anual estatal de 121 millones 320 mil litros de leche, que lo ubican en el 13 lugar nacional, aportando un 3 por ciento de la producción total del país y con ingresos superiores a los 2 mil millones de pesos; se producen casi dos millones de toneladas de quesos al año, además de yogurt, crema, requesón, mantequilla, toda vez que en la entidad se destinan poco más de 18 millones de litros de leche para producir lácteos. (Secretaría de Desarrollo Rural y Agroalimentario , 2018)

El municipio de Marcos Castellanos produce 90 mil litros de leche diarios; arrojando una producción anual de 32 millones 400 mil litros estimados, este municipio es el líder en producción de leche en Michoacán y más del 60% de este producto lo destina para la elaboración de quesos y otros derivados (Rivera, 2017).

En la región del municipio Tepalcatepec, Coalcomán, Buena Vista se producen diariamente 70 mil litros y de manera mensual alrededor de 2 millones 100 mil litros y al año logran producir poco más de 25 millones 200 mil litros. (Americano, 2017)

La otra cuenca lechera importante se sitúa en la Ciénega de Sahuayo que genera diariamente alrededor de 60 mil litros de leche; por lo tanto al mes producen un millón 800 mil litros y al año 21 millones 600 mil. Sin duda, el Valle de Morelia - Queréndaro es otro bastión productor de leche que genera diariamente alrededor de 90 mil litros,



al mes arroja una producción de 2 millones 700 mil litros y al año 32 millones 400 mil litros. (Secretaría de Desarrollo Rural y Agroalimentario , 2018)

También destaca la zona de Zacapu - Purépero, que producen diariamente alrededor de 20 mil litros al día; y 600 mil litros al mes; generando al año una producción de 7 millones 200 mil litros anuales. En la zona de Apatzingán - Parácuaro, se producen diariamente 4 mil litros de leche al día, 120 mil al mes y un millón 440 mil al año.

En los municipios de Arteaga; Lázaro Cárdenas y de la región de Huetamo, se producen 3 mil litros diarios, en tanto que al mes se producen 90 mil y al año un millón 080 mil litros de leche (Americano, 2017; Rivera, 2017; Secretaría de Desarrollo Rural y Agroalimentario , 2018).

## **LA LECHE**

Se entiende como leche al producto integral del ordeño total e ininterrumpido en condiciones de higiene, que da la vaca lechera en buen estado de salud y alimentación. Esto además, sin aditivos de ninguna especie (Rodríguez *et al.*, 2010). Al hablar de leche se entiende única y exclusivamente la natural de vaca. En caso contrario, debe especificarse la procedencia: de cabra o de oveja, entre otras. La leche es el producto de secreción de las glándulas mamarias de las hembras mamíferas, siendo el alimento único durante el periodo de lactancia de las diferentes especies. No todas las leches de los mamíferos poseen las mismas propiedades. Por regla general puede decirse que la leche es un líquido de color blanco mate y ligeramente viscoso, cuya composición y características físico-químicas varían sensiblemente según las especies animales, e incluso según las diferentes razas. Estas características también

varían en el curso del período de lactación, así como en el curso de su tratamiento (Cacuango, 2011).

Se considera leche, a la que se obtiene fuera del período de parto, la leche de los 10 días anteriores y posteriores al parto no es leche apta para consumo humano (Rodríguez *et al.*, 2010).

## **Definición de leche**

La leche se define de manera siguiente:

Según el Código Alimentario Español (CAE) Se entiende por leche natural el producto íntegro, no alterado ni adulterado y sin calostros del ordeño higiénico, regular y completo e ininterrumpido de las hembras domésticas sanas y bien alimentadas (Perez, 2016).

Desde el punto de vista biológico, la leche es el producto de la secreción de las glándulas de las hembras mamíferas, cuya función natural es la alimentación de los recién nacidos. Desde el punto de vista físico-químico la leche es una mezcla homogénea de un gran número de sustancias (lactosa, glicéridos, proteínas, sales, vitaminas y enzimas) que están unas en emulsión (la grasa y sustancias asociadas), algunas en suspensión (las caseínas ligadas a sales minerales) y otras en disolución verdadera ( lactosa, vitaminas hidrosolubles, proteínas del suero, sales) . La grasa es el componente que más varía entre raza es inversamente proporcional a la cantidad de leche producida (Remache, 2010).

Dietéticamente es uno de los alimentos más completos pues es rica en proteínas grasas, vitaminas y minerales necesarias para la nutrición. (UNAD, 2016). Legalmente es el producto íntegro y fresco de la ordeña de una o varias vacas, sanas, bien

alimentadas y en reposo, exenta de calostro y que cumpla con las características físicas y microbiológicas establecidas (Arenal, 2012).

### **Producción de leche en la vaca**

La cantidad de leche que puede producir una vaca durante su lactación, varía de acuerdo a la raza del ganado, sin embargo, fundamentalmente estará sujeta al manejo que se realiza para que la vaca pueda mostrar todo su potencial de producción de leche después del parto.

Si el manejo alimenticio es el adecuado, elevará rápidamente la producción sin problema y lo que es más importante, mantendrá una elevada producción durante mucho más tiempo. Al contrario, si el manejo alimenticio no fue el adecuado, la producción de leche bajará bruscamente.

Un buen manejo después del parto logra el rápido restablecimiento de los ciclos reproductivos; por lo tanto a las vacas recién paridas, hay que manejarlas de modo que nunca le falte pasto o forraje y los nutrientes que requiere (Agencia de Cooperación Internacional del Japón , 2013).

### **Estructura de la ubre o glándula mamaria**

El aspecto de la ubre varía dependiendo de la madurez y del estado funcional, así como de características individuales y raciales. La cantidad de tejido secretor y el número de células secretoras son factores limitantes de la capacidad productiva de la ubre. Con todo, una gran ubre muchas veces lleva a creer que tenga una gran capacidad productiva, y, esto no siempre es verdadero, pues puede tener una gran cantidad de tejidos conectivos y adiposos, o sea estroma, y menor cantidad de

parénquima, el cual comprende las células productoras y secretoras de la leche. Por eso, la consistencia de la ubre debe ser blanda y elástica, y no fibrosa (Ledic, 2014).

La glándula mamaria bovina es una glándula de tipo túbulo alveolar compuesta, funciona bajo el control de hormonas hipofisarias, tiroideas, placentarias y adrenocorticales. La ubre de la vaca está constituida por cuatro glándulas mamarias o "cuartos". Cada cuarto es una unidad funcional en sí misma que opera independientemente y drena la leche por medio de su propio canal. Generalmente, los cuartos posteriores son ligeramente más desarrollados y producen más leche (60%) que los cuartos anteriores (40%) (Ledic, 2014).

### **Sistema de soporte**

Un grupo de ligamentos y tejido conectivo mantienen a la ubre cerca de la pared corporal. El ligamento suspensorio medio es un tejido elástico que fija la ubre a la pared abdominal. Cuando la vaca se observa desde atrás, un surco medial distintivo, marca la posición del ligamento suspensorio medio. La elasticidad del ligamento medio le permite actuar como un amortiguador cuando la vaca se mueve y también adaptarse a los cambios de tamaño y peso de la ubre con la producción de leche y la edad. Los daños o debilidades en el ligamento suspensorio pueden causar el descenso de la ubre, esto hace difícil el ordeño y expone a los pezones a ser dañados. En contraste con el ligamento suspensorio medio, el ligamento suspensorio lateral es un tejido fibroso poco flexible. Alcanza los lados de la ubre desde los tendones alrededor de los huesos púbicos para formar una estructura de soporte (Tellez, 2010).

## **Conductos y sistema secretor de leche**

La ubre es conocida como una glándula exócrina, debido a que la leche es sintetizada en células especializadas agrupadas en alvéolos, y luego excretada fuera del cuerpo por medio de un sistema de conductos que funciona de la misma forma que los afluentes de un río (Salazar, 2010; Uribe, 2010).

Los alveolos están rodeados por células mioepiteliales, que se contraen por acción de la oxitocina, lo que ocasiona que la leche sea expulsada de éstos. Un grupo de alveolos y ductos conforman un lóbulo. Los ductos forman una especie de tubería, por medio de la cual se remueve la leche, desde las células secretoras hasta el pezón. La mayoría de la leche se almacena dentro de éstos entre ordeños o amamantamientos. Los lóbulos se encuentran organizados en unidades de mayor tamaño, que descargan la leche en un conducto colector de mayor tamaño, que conduce a la cisterna de la ubre, la cual descansa directamente encima del pezón de la glándula; El pezón está entonces diseñado como una barrera para las células invasoras. La preservación de las estructuras normales del pezónes esencial para mantener los mecanismos de defensa normales contra las bacterias productoras de mastitis (Salazar, 2010).

## **Irrigación sanguínea y estructuras capilares.**

La producción de leche demanda de gran cantidad de nutrientes, traídos a la ubre por la sangre. Para producir 1 kg de leche, 400 a 500kg de sangre deben pasar por la ubre (Tellez, 2010).

## **Sistema linfático.**

La linfa es un fluido claro que proviene de tejidos altamente irrigados por la sangre. La linfa ayuda a balancear el fluido circulando hacia y adentro hacia afuera de la ubre y ayuda prevenir infecciones. Algunas veces, el incremento de flujo sanguíneo en el comienzo de la lactancia conduce a una acumulación de fluidos en la ubre hasta que el sistema linfático es capaz de remover este fluido adicional (Uribe, 2010).

## **La eyección de la leche**

La eyección o salida de la misma es un reflejo neurohormonal, que tiene un componente activo (del lumen de los alveolos a los ductos) y otro pasivo (de los ductos pequeños a los grandes). Existen una serie de estímulos naturales, que activan el reflejo de la eyección de la leche, como el amamantamiento, el lavado de la ubre o el hecho de que la vaca observe al ternero; pero también existen otros condicionados, como el sonido de los tarros de la leche o el de las máquinas de ordeño, al ofrecérseles alimento, el silbido del ordeñador o el hecho de que la vaca pueda observar la sala de ordeño. Estos mensajes llegan al cerebro (componente nervioso), que libera la hormona oxitocina en la sangre (componente hormonal), la cual actúa sobre las células mioepiteliales, ocasionando la eyección de la leche (Salazar, 2010).

## Composición de la leche

La leche es una compleja mezcla de distintas sustancias, presentes en suspensión o emulsión y otras en forma de solución verdadera y presenta sustancias definidas: agua, grasa, proteína, lactosa, vitaminas, minerales; a las cuales se les denomina extracto seco o sólidos totales (Pinot, 2013).

**Tabla 1.** Componentes de la leche de vaca

Compuesto	Porcentaje
Agua	88%
Grasa	3.40%
Proteína	3.2%
Lactosa	4.5%
Vitaminas y Minerales	0.72%

Fuente: Pinot, 2013

Sus principales características físicas y fisicoquímicas de determinación son las siguientes:

**Tabla 2.** Características físicas y químicas de la leche de vaca

Densidad a 15°C	1.030 – 1.034
Color Especifico	0.93
Punto de Congelación	0.530
pH	6.60 – 6.80

Fuente: Pinot, 2013

Estas cifras se refieren a la leche fresca y normal. La leche tiene una ligera tensión superficial, forma espuma abundante cuando se agita.

## Características organolépticas

### Olor

El olor natural de la leche es poco expresado. Se encuentran muchas variaciones y deficiencias anormales causadas por diferentes factores como variaciones propias de la vaca si está en condiciones fisiológicas anormales: leche de vacas enfermas, especialmente de enfermedades de la ubre. La primera leche de una lactación (calostro) y la última leche de una lactación (15 días antes del parto).

El alimento de la vaca puede provocar sabores extraños y olores extraños del alimento pueden entrar en la sangre y pasar a la leche (ensilaje, remolacha, cebollas silvestres, pasto de centeno, cerdasa). Por absorción de olores a los cuales se encuentra expuesta la leche, ensilaje, harina de pescado y similares en el establo, establo sucio entre otros. Por descomposición por microorganismos leche infectadas por falta de higiene durante el ordeño y la recolección. Material extraño presente en la leche, leche sucia, antibiótico, detergentes, insecticidas.

De cambios por acción químicas el sabor oxidado causado por oxidación de ácidos grasos, muchas veces catalizado por metales (Cu,Fe,Mn) y exposición a la luz del sol.

Las proteínas, en general, se descomponen tras la coagulación de la leche, dando lugar a sabores y olores desagradables. La materia grasa es hidrolizada por las lipasas microbianas, reacción lenta, que influye rápidamente sobre el sabor de la leche (Pinot, 2013; Copa, 2014).



## **Color**

El color es blanco amarillento, el blanco viene de la reflexión de la luz por los glóbulos grasos, el caseinato de calcio, y el fosfato coloidal. El amarillo viene de la carotina, provitamina A, que es soluble en la grasa (Copa, 2014).

## **Sabor**

Es muy difícil describir el sabor y el olor típico de la leche fresca, debido a que todo se relaciona con los órganos de los sentidos humanos por lo que es muy subjetivo. Puede decirse sin embargo que el sabor y olor de la leche deben de ser puros, frescos y sin deficiencias (Pinot, 2013; Copa, 2014)

## Características nutricionales de la leche

**Tabla 3** Composición Nutricional de la Leche

Composición Nutricional		
	por 100g de porción comestible	250g de porcion comestible
Energia (Kcal)	66	165
Proteinas (g)	3,3	8,3
Lipidos totales (g)	3,6	9,0
AG saturados	1,95	4,88
AG monoinsaturados (g)	0,93	2,33
AG poliinsaturados (g)	0,09	0,23
ω-3 (g)	0,016	0,04
C18:2 Linoleico (ω-6) (g)	0,068	0,170
Colesterol (mg/1000kcal)	14	35,0
Hidratos de Carbono (g)	5	12,5
Fibra (g)	0	0
agua (g)	88,1	220
Calcio (mg)	121	303
Hierro (mg)	0,1	0,3
Yodo (μg)	90	225
Magnesio (mg)	12	30,0
Zinc (mg)	0,3	0,8
Sodio (mg)	50	125
Potasio (mg)	150	375
Fosforo (mg)	92	230
Selenio (μg)	1	2,5
Tiamina (mg)	0,04	0,10
Riboflavina (mg)	0,18	0,45
Equivalentes niacina (mg)	0,8	2,0
Vitamina B <sub>6</sub> (mg)	0,04	0,10
Folatos (μg)	5	12,5
Vitamina B <sub>12</sub> (μg)	0,3	0,8
Vitamina C (mg)	1,8	4,5
Vitamina A: Eq. Retinol (μg)	38,7	96,8
Vitamina D (μg)	0,03	0,08
Vitamina E (mg)	0,1	0,3

Fuente: Fundacion Española de Nutricion, 2013

## CALIDAD DE LA LECHE

El término “calidad” no es fácil definirlo por cuanto puede englobar diversos conceptos, muchos de ellos de apreciación totalmente subjetiva. No obstante, y aceptando que cualquier globalización o generalización es discutible, podríamos considerar que la “calidad” es el grado de aptitud para el uso y, por tanto, el valor nutritivo, las características organolépticas, la conservabilidad y los elementos contaminantes van a condicionar la aptitud para el uso y por ello la calidad (UPM, 2016).

La calidad de leche es un aspecto fundamental en la competitividad de la ganadería vacuna lechera y para su consumo garantizado, debe estar exento de microorganismos, agentes patógenos y sustancias tóxicas como los pesticidas. La actividad agrícola es la que consume en mayor cantidad los plaguicidas, por lo que se considera que este sector productivo es el de mayor exposición a estos contaminantes, por tanto su inocuidad es importante como prioridad de la salud pública (Minaya *et al.*, 2015).

La leche de calidad, es procedente de vacas sanas, ricas en materias útiles y pobre en agentes contaminantes, siendo un producto completo, no alterado ni adulterado y sin calostro procedente de ordeños higiénicos: por tanto, los componentes naturales de la leche se encuentran en porcentajes normales (Callisaya *et al.*, 2016).

Los requisitos de calidad se expresan en indicadores físico-químicos, organolépticos, higiénico-sanitarios y la ausencia de peligros bacterianos que permitan obtener derivados lácteos sin riesgo de causar daño al consumidor (Vasallo *et al.*, 2017).

## **Factores que afectan la calidad de la leche**

Los principales factores que afectan la calidad de la leche son los biológicos y los químicos.

### **Contaminantes microbiológicos**

Estos pueden ser virus, bacterias, hongos y levaduras los cuales tienen un origen muy distinto ya sea tanto de origen fecal, de la piel, de la cama o del alojamiento del animal así como también del medio ambiente e incluso del manejo del ordeñador durante su trabajo.

### **Contaminantes químicos**

Estos suelen ser principalmente los medicamentos veterinarios, sustancias que se utilizan en la cría de los animales, así como insecticidas, plaguicidas, restos de detergentes y desinfectantes que se utilizan en la limpieza de los equipos (Seguridad Alimentaria, 2018).

Para que una leche sea de calidad total se deben considerar lo siguiente:

### **Calidad Composicional**

La calidad composicional está referida a los requisitos de “composición fisicoquímica” que debe cumplir la leche y se evalúa mediante la medición del contenido de sólidos totales, grasa y proteína, parámetros que determinan su valor nutricional y su aptitud como materia prima para el procesamiento de derivados lácteos (Martinez, 2013).

## **Calidad sanitaria**

Es la condición que hace referencia a la vacunación de los animales y a un hato libre de enfermedades, Se considera las leches provenientes de animales libres de enfermedades zoonóticas como brucelosis y tuberculosis (Mercado *et al.*, 2014).

## **Calidad Higiénica**

La calidad higiénica se refiere al contenido de bacterias y organismos patógenos en la leche y a la presencia de residuos de medicamentos, que pueden afectar la salud humana y el proceso de producción de algunos derivados lácteos. Es la condición que hace referencia al nivel de higiene mediante el cual se obtiene y manipula la leche (Ramirez, 2014). La calidad higiénica está relacionada con la ausencia de peligros biológicos, químicos o físicos que podrían estar presentes en la leche debido a procesos inapropiados de ordeño, manipulación y almacenamiento o a procedimientos inadecuados de limpieza y desinfección de equipos, utensilios y materiales usados en los procesos (Sanchez et al., 2014). La leche tiene múltiples fuentes de contaminación, en donde la ubre en condiciones normales puede aportar hasta 1000 microorganismos/ml.

## **MICROBIOLOGÍA DE LA LECHE**

Las características nutricionales que hacen de la leche un alimento completo para la dieta de los seres humanos, también la hacen un medio de cultivo ideal para el crecimiento de una gran variedad de microorganismos, debido a su gran cantidad de nutrientes, alta humedad, temperatura, entre otros factores.

La actividad de estas bacterias es aprovechada por una de las ramas de la industria láctea ya que utilizan cultivos bacterianos por su habilidad de producir ácido y sabor, y esta depende de gran manera de la actividad de estos microorganismos.

Otros microorganismos deben ser estudiados no por su utilidad, sino por la capacidad de alterar la composición y características organolépticas de la leche y derivados lácteos o por ser agentes causales de enfermedad en los consumidores.

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

- Los microorganismos producen cambios deseables en las características físico químicas de la leche durante la elaboración de diversos productos lácteos.
- Los productos lácteos y la leche pueden contaminarse con microorganismos patógenos o sus toxinas y provocar enfermedad en el consumidor.
- Los microorganismos pueden causar alteraciones de la leche y productos lácteos haciéndolos inadecuados para el consumo (Heer, 2010; FCV, 2011).

En la leche cruda pueden encontrarse microorganismos de los diferentes grupos: bacterias, hongos (mohos y levaduras) y virus.

## **BACTERIAS MESÓFILAS AEROBIAS**

El número de microorganismos aerobios mesófilos cuantificados en los alimentos es uno de los indicadores microbiológicos de calidad más utilizados.

Las bacterias aerobias mesófilas son aquellas cuya temperatura óptima de crecimiento se encuentra entre 30 °C y 35 °C en condiciones aerobias, se agrupan en dos géneros importantes: *Bacillus* y *Sporolactobacillus* formadores de endosporas.

Las mismas pueden provenir de la piel de los pezones, las heces, manos del ordeñador, equipo, suelo, agua, entre otras. En este sentido el recuento total de bacterias mesófilas es comúnmente usado para controlar la sanitación global y las condiciones de almacenamiento de la leche cruda son utilizadas como indicadores de la calidad del procesamiento de un alimento. No poseen un hábitat definido, y en general no provocan enfermedades en el ser humano (Camarotte, 2013; Chavez, 2015).

El recuento de microorganismos aerobios mesófilos, en condiciones establecidas, estima la microflora total sin especificar tipos de microorganismos.

Refleja la calidad sanitaria de los productos analizados, indicando además de las condiciones higiénicas de la materia prima, la forma como fueron manipulados durante su elaboración.

Un recuento bajo de aerobios mesófilos no implica o no asegura la ausencia de patógenos o sus toxinas, de la misma manera un recuento elevado no significa presencia de flora patógena. Ahora bien, salvo en alimentos obtenidos por fermentación, no son recomendables recuentos elevados.

Un recuento elevado puede significar:

- Excesiva contaminación de la materia prima.
- Deficiente manipulación durante el proceso de elaboración.
- La posibilidad de que existan patógenos, pues estos son mesófilos.
- La inmediata alteración del producto.

En el uso o la interpretación del recuento de microorganismo aerobios mesofilos hay ciertos factores que deben ser tenidos en cuenta:

Este recuento es sólo de microorganismos vivos.

- La utilidad del indicador depende de la historia del producto y el momento de la toma de muestra. En alimentos perecederos manipulados correctamente pueden desarrollar recuentos elevados y perder calidad si son almacenados por un período de tiempo prolongado. En este caso, el recuento no se encontraría elevado por la condición de higiene del producto, sino por la vida útil del mismo.

- Los procedimientos que sufre el alimento en su elaboración, por ejemplo un proceso térmico, pueden enmascarar productos con altos recuentos o condiciones deficientes de higiene. Además, el almacenamiento prolongado en congelación o con pH bajo puede producir una disminución del recuento.

- El recuento de mesófilos nos indica las condiciones higiénico sanitarias de algunos alimentos pero no tiene significado sanitario en otros productos que han sido madurados con bacterias (por ejemplo quesos) o alimentos que dentro de su formulación tienen conservadores (RENALOA, 2014).

## **ORGANISMOS COLIFORMES**

La definición generalmente aceptada para el término “coliformes” describe a estos microorganismos como bacilos Gram negativos, no esporulados, aerobios o anaerobios facultativos que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas,



aunque algunos pueden ser fermentadores tardíos o no fermentadores, como *Citrobacter* y *Serratia*, respectivamente.

Las bacterias Coliformes son de la familia Enterobacteriaceae y se hallan ampliamente distribuidas. Este grupo está constituido por cuatro géneros principalmente *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* y *Klebsiella*. El grupo coliforme está constituido por bacterias Gram negativas capaces de fermentar la lactosa con producción de gas a las 48 horas de incubación a 35°C (Pinot, 2013).

La temperatura óptima de crecimiento es de 37°C, pero existe desarrollo entre 20 y 45°C. El pH óptimo es de 7 a 7.5 con un máximo de 8.5 y un mínimo de 4 (Merino, 2010).

Es un indicador microbiológico no patógeno frecuentemente asociados a estos utilizados para reflejar el riesgo de presencia de agentes causales de enfermedades (Chavez, 2015).

La leche cruda se contamina corrientemente con bacterias coliformes, derivadas directa o indirectamente del estiércol, polvo, suelo, alimentos del ganado, insectos (moscas) o del contacto con residuos lácteos que quedan en los utensilios del ordeño, tachos mal lavados desarrollan las bacterias con facilidad. Es por eso que es tan difícil producir leche cruda libre de coliformes; sin embargo, altos recuentos de bacterias coliformes son indicativas de condiciones insanas de producción y transporte que producen cambios en la leche (Copa, 2014).

El microorganismo es sensible al calor, pudiéndose destruir fácilmente a temperaturas de pasteurización o simplemente al cocinarse correctamente los alimentos (Cipolatti, 2016).

La mayoría de los coliformes pueden encontrarse en la flora normal del tracto digestivo del hombre o animales, por lo cual son expulsados especialmente en las heces, por ejemplo *Escherichia coli*. Por esta razón, su presencia constante en la materia fecal, los coliformes son el grupo más ampliamente utilizado en la microbiología de alimentos como indicador de prácticas higiénicas inadecuadas.

Como los coliformes también pueden vivir en otros ambientes, se distingue entre coliformes totales y coliformes fecales. Esta práctica se refiere a coliformes totales.

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, cuando los coliformes son de origen no-fecal.
- Evaluación de la eficiencia de prácticas sanitarias e higiénicas en el equipo.
- La calidad sanitaria del hielo y los distintos tipos de agua utilizados en las diferentes áreas del procesamiento de alimentos (RENALOA, 2014).

## **CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LA LECHE**

La calidad microbiológica se refiere a la concentración de la población microbiana bacterias, hongos, y presencia de microorganismos patógenos de residuos de antibióticos y medicamentos. Conteos altos de bacterias y de células somáticas, residuos de inhibidores que producen alteraciones en las propiedades nutritivas y organolépticas de la leche y reducen la vida útil de los productos lácteos que pueden afectar la salud humana y los procesos de transformación de la leche (Ojeda *et al.*,

2013). La calidad microbiológica de la leche es de gran importancia en Salud Pública, ya que ésta puede servir como vehículo para microorganismos patógenos,

## **TÉCNICAS UTILIZADAS DETERMINAR LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LA LECHE**

### **Cuenta en placa de bacterias**

Cuando se requiere investigar el contenido de microorganismos viables en un alimento, la técnica comúnmente utilizada es la cuenta en placa. Esta técnica no pretende detectar a todos los microorganismos presentes, pero el medio de cultivo, las condiciones de temperatura y la presencia de oxígeno, permiten seleccionar grupos de bacterias cuya presencia es importante en diferentes alimentos

La técnica se basa en contar las “unidades formadoras de colonias” o UFC presentes en un gramo o mililitro de muestra. Se considera que cada colonia que desarrolla en el medio de cultivo de elección después de un cierto tiempo de incubación a la temperatura adecuada, proviene de un microorganismo o de un agregado de ellos, de la muestra bajo estudio; ese microorganismo o microorganismos son capaces de formar la colonia, es decir una UFC. Para que las colonias puedan contarse de manera confiable, se hacen las diluciones decimales necesarias de la muestra, antes de ponerla en el medio de cultivo; El medio de cultivo más utilizado para esta técnica es el Agar Cuenta Estándar (Camacho *et al.*, 2010).

El Agar para Métodos Estándar es un medio utilizado para el recuento de bacterias mesofílicas aeróbicas a partir de agua, aguas residuales, alimentos y productos lácteos. Este medio también es conocido como Agar Cuenta Estándar.

## **Agar Cuenta Estándar**

Este fue desarrollado por Buchbinder Baris and Goldstein en 1953 como un requerimiento de la American Public Health Association. Este medio se formula con los ingredientes originales Extracto de levadura y la peptona de caseína han sido utilizados en medios diseñados para estudiar la presencia de microorganismo termofilicos en productos lácteos desde 1928.

La peptona de gelatina y el extracto de levadura proporcionan la fuente de Carbono y nitrógeno. La dextrosa es el carbohidrato fermentable y el agar es adicionado como agente solidificante (MDC-LAB, s.f.).

## **Determinación de coliformes totales por cuenta en placa**

Los coliformes resisten la presencia de bilis en el medio de cultivo; cuando se desarrollan en el agar-lactosa-bilis-rojo violeta ABRV, el ácido producido por la fermentación de la lactosa, ocasiona el vire del indicador rojo neutro y la precipitación de las sales biliares por lo que las colonias son color rojo oscuro y generalmente están rodeadas de un halo de sales biliares precipitadas, de color rojo claro o rosa.

La posibilidad de contar las colonias se fundamenta en su dispersión y separación. La demostración y la cuenta de microorganismos coliformes, puede realizarse mediante el empleo de medios de cultivos líquidos o sólidos con características selectivas o diferenciales. Para la cuenta en placa se usa el agar-lactosa-bilis-rojo violeta (ABRV) (Camacho *et al.*, 2010).

### **Agar-lactosa-bilis-rojo violeta (ABRV).**

El Agar Bilis Rojo Violeta es usado para la enumeración de coliformes en productos alimenticios y en lácteos, este producto está en conformidad con los requerimientos de la Asociación Americana para la Salud Pública (APHA, American Public Health Association, por sus siglas en inglés).

El Digerido Enzimático de Gelatina es una fuente de carbono, nitrógeno, vitaminas y minerales en el Agar Bilis Rojo Violeta. El Extracto de Levadura provee vitaminas del complejo B que estimulan el crecimiento bacteriano. La Mezcla de Sales Biliares y Cristal Violeta inhiben la mayoría de las bacterias Gram positivas. La Lactosa es una fuente de carbohidratos. El Rojo Neutro es un indicador de pH. El Agar es el agente solidificante (MDC- LAB, s.f.).

### **NORMATIVIDAD APLICABLE A LA LECHE CRUDA**

#### **NMX-F-700-COFOCALEC-2012**

La importancia alimenticia de la leche en la nutrición humana, reside básicamente en la calidad de sus proteínas, su alta digestibilidad y alto valor biológico, así como en su contenido de calcio y de vitaminas A, B1 y B2. Es un alimento energético y complementario para toda la familia, en particular para los niños, mujeres embarazadas y ancianos, que forma parte de la dieta de los mexicanos y es materia prima para la elaboración de numerosos productos. Por sus características fisicoquímicas y de composición, la leche es altamente susceptible a la contaminación y el deterioro, afectándose su calidad por las condiciones higiénicas y sanitarias de producción, almacenamiento y transporte, además de que puede constituirse en un

excelente vehículo de organismos patógenos. Por lo anterior, es necesario contar con una Norma Mexicana que establezca las especificaciones de la leche cruda en el país, con la finalidad de uniformizar los requisitos que la industria solicita a los productores de leche.

La presente Norma Mexicana tiene por objetivo establecer las especificaciones de calidad de la leche cruda de vaca y los métodos de prueba usados para su evaluación.

Esta norma es aplicable a la leche cruda de vaca, de origen nacional o extranjera, destinada a la fabricación e industrialización de productos para consumo humano en territorio nacional.

#### Especificaciones fisicoquímicas y sanitarias

- La leche cruda de vaca debe cumplir con las especificaciones descritas en las tablas 1 y 2, en el lugar donde se acuerde la transferencia de propiedad.
- Una vez obtenida la leche cruda de vaca debe ser filtrada y refrigerada lo más pronto posible, preferentemente a una temperatura de 4 °C o menor sin llegar a la congelación.
- No se podrán usar conservadores, ni realizar ninguna manipulación de la leche cruda que modifique sus características sanitarias, salvo las que expresamente autorice la Secretaría de Salud.
- La leche cruda puede clarificarse en la explotación lechera si se cuenta con la infraestructura. Debe clarificarse en el centro de acopio o en la planta procesadora de leche (NMX-F-700-COFOCALEC-2012 ).

**Tabla 4.** Especificaciones físico químicas para la leche cruda de vaca

Parámetro	Especificación	Método de Prueba
Densidad a 15°C g/ml	1,0295 mín.	NMX-F-737-COFOCALEC-2010
Grasa butírica g/L		
Clase A	≥ 32	NOM-155-SCFI-2003
Clase B	31 mín.	
Clase C	30 mín.	
Proteínas totales g/L		
Clase A	≥ 31	NOM-155-SCFI-2003
Clase B	30 a 30,9	
Clase C	28 a 29,9	
Caseína g/L	23 mín.	NOM-155-SCFI-2003
Lactosa g/L	43 a 50	NOM-155-SCFI-2003
Sólidos no grasos g/L	83 mín.	NOM-155-SCFI-2003
Punto Crioscópico °C	Entre -0,515 y -0,536	NOM-155-SCFI-2003

**NOTA** – Punto Crioscópico expresado en °H: Entre -0,535 y -0,560

Fuente: NMX-F-700-COFOCALEC-2012.

**Tabla 5.** Especificaciones sanitarias para la leche cruda de vaca

Parámetro	Especificación	Método de Prueba
Acidez (como ácido láctico) g/L	1,3 a 1,6	NOM-155-SCFI-2003
Prueba de alcohol al 72 % v/v	Negativa	Véase inciso 1 del Apéndice Normativo A
Materia extraña	Libre	Véase inciso 2 del Apéndice Normativo A
Inhibidores	Negativo	NOM-243-SSA1-2010
Aflatoxina M1 µg/kg	0,5 máx.	NOM-243-SSA1-2010
Cuenta total de Bacterias Mesofílicas Aerobias UFC/mL		
Clase 1	≤ 100 000	NOM-243-SSA1-2010
Clase 2	101 000 a 300 000	
Clase 3	301 000 a 599 000	
Clase 4	600 000 a 1 200 000	
Conteo de Células Somáticas CS/mL		
Clase 1	≤ 400 000	Véase inciso 3 del Apéndice Normativo A
Clase 2	401 000 a 500 000	
Clase 3	501 000 a 749 000	
Clase 4	750 000 a 1 000 000	

Fuente: NMX-F-700-COFOCALEC-2012.

En el presente trabajo se consideran las siguientes normas.

NMX-F700-SSA-COFOCALEC-2012

NOM-109-SSA-1-1994

NOM-092-SSA-1-1994

NOM-113-SSA-1-1994

NOM-110-SSA-1-1994

## **OBJETIVO**

### **Objetivo General**

Determinar la calidad microbiológica de la leche del ganado bovino a través de la cuenta de Bacterias Mesófilas Aerobias (BMA) y cuenta de Organismos Coliformes (OC) de la población de Chiquimitio, Municipio de Morelia, Michoacán.



## **MATERIAL Y MÉTODOS**

El presente trabajo se realizó de Julio a Septiembre del 2018, en la localidad de Chiquimitio, la cual se localiza al noroeste de Morelia a 10 Km. por la carretera a Torreón Nuevo, a una longitud de 101° 14.9´ y 19° 30´ de latitud, a una altura sobre el nivel del mar de 2020 metros. Su clima es templado con lluvias en verano, con una precipitación pluvial anual de 709.0 milímetros y una temperatura media anual de 14° C a 18° C. Colinda al norte con el municipio de Tarímbaro; al sur con Cuto de la Esperanza; al este con la ciudad de Morelia y al oeste con la tenencia de Teremendo de los Reyes (Giovannelli, 2011).

Se recolectaron 50 muestras de leche del bote de recepción de igual número de hatos lecheros obtenidos durante la ordeña matutina de la población de Chiquimitio, Municipio de Morelia, Michoacán. Para ello, previamente se hizo una mezcla homogénea de la leche con un cucharón de aluminio esterilizado y se vació en un frasco de muestra esterilizado, enseguida se procedió a colocar las muestras en una hielera herméticamente cerrada para posteriormente transportarlas al laboratorio de bacteriología de la Unidad de Servicios Auxiliares para el Diagnostico (USAD) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) para su procesamiento inmediato.

### **Descripción**

#### **Preparación de las diluciones decimales adicionales**

Se prepararon las diluciones para obtener una distribución lo más uniforme posible de los microorganismos presentes en la porción de muestra conforme a la norma NOM-

110-SSA1-1994, Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico.

Transferir 1.0 ml de muestra en 9.0 ml de diluyente o de solución amortiguadora y se obtendrá una dilución 1:10, transferir de esta muestra a otro tubo así obtendremos la dilución 1:100 repitiendo este procedimiento obtendremos la dilución 1:1000 y 1:10,000

### **Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa**

Otra norma que se utilizó fue la NOM-092-SSA1-1994, Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. Para estimar la cantidad de microorganismos viables presentes en un alimento, por la cuenta de colonias en un medio sólido, incubado esta técnica consiste en contar las colonias, que se desarrollan en el medio de elección después de un cierto tiempo y temperatura de incubación, presuponiendo que cada colonia proviene de un microorganismo de la muestra bajo estudio.

#### **Procedimiento:**

Distribuir las cajas estériles en la mesa de trabajo de manera que la inoculación y la adición de medio de cultivo se puedan realizar cómoda y libremente. Marcar las tapas de las cajas con los datos pertinentes antes de la inoculación; Después de inocular las disoluciones de las muestras preparadas conforme a la norma NOM-110-SSA1-1994, Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico, en las cajas Petri, agregar de 18 a 20 ml de Agar Cuenta Estándar. Para homogenizar, mezclar mediante 6 movimientos de derecha a izquierda, 6 en el sentido de las manecillas del reloj, 6 en sentido contrario y 6 de atrás a adelante, sobre una superficie lisa y horizontal hasta lograr la completa incorporación del inóculo en el medio; cuidar que el medio no moje la cubierta de las cajas. Dejar solidificar. 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; . Incluir una caja sin inóculo por cada lote de medio y diluyente preparado como testigo de

esterilidad; Incubar las cajas en posición invertida durante  $48 \pm 2$  h, a una temperatura de  $35 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ; en la lectura seleccionar aquellas placas en donde aparezcan entre 25 y 250 UFC, para disminuir el error en la cuenta, contar todas aquellas colonias desarrolladas en las placas (excepto la de mohos y levaduras) incluyendo las colonias puntiformes. Hacer el uso del contador de Quebec para resolver los casos en los que no se puedan distinguir las colonias.

### **Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa**

La NOM-113-SSA1-1994. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa, Establece el método microbiológico para determinar el número de microorganismos coliformes totales presentes en productos alimenticios por medio de la técnica de cuenta en placa. El método permite determinar el número de microorganismos coliformes presentes en una muestra, utilizando un medio selectivo (agar rojo violeta bilis) en el que se desarrollan bacterias a  $35^{\circ}\text{C}$  en aproximadamente 24 h, dando como resultado la producción de gas y ácidos orgánicos, los cuales viran el indicador de pH y precipitan las sales biliares.

#### **Procedimiento:**

Distribuir las cajas estériles marcar las tapas con los datos pertinentes antes de colocar el inóculo. Después de inocular las disoluciones de las muestras preparadas conforme a la norma NOM-110-SSA1-1994, Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico, en las cajas Petri verter de 18.0 a 20.0 ml del medio ABRV fundido y mantenido a  $45 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$  en baño de agua. El tiempo transcurrido entre la preparación de la dilución primaria y el momento en que se vierte el medio de cultivo, no debe exceder de 20 minutos. Mezclar cuidadosamente el inóculo con el medio, mediante 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 nivelada. Permitir que la mezcla solidifique dejando las cajas Petri sobre una superficie horizontal fría.

No permitir que se mojen las tapas de las cajas. Solidificado el medio invertir las placas y colocarlas en la incubadora a 35°C, durante  $24 \pm 2$  h.

Después de este periodo, 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 semejante a lentes biconvexos con un diámetro de 0.5 a 2.0 mm.

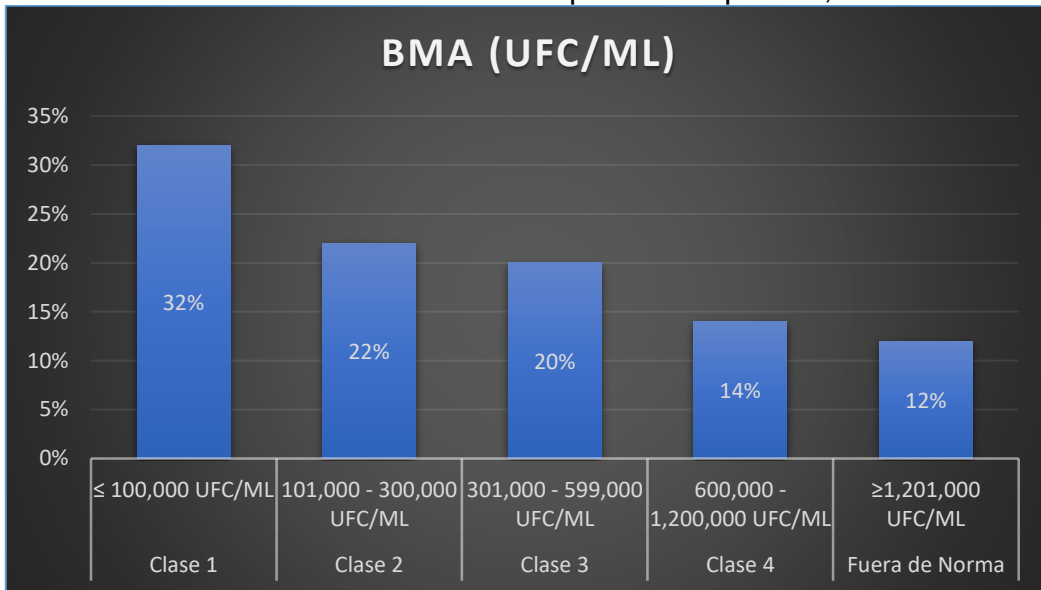
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con las 50 muestras realizadas en la comunidad de Chiquimitio, con la finalidad de cuantificar la carga microbiana de este producto, la cual da indicadores de las condiciones con las que se realizan las operaciones de ordeña, ya que se tiene por entendido que de acuerdo a dichas operaciones se obtendrá una calidad higiénica aceptable, es decir, que cumple con los requerimientos establecidos por la ley, ya sea para consumo o procesos tecnológicos.

Los resultados obtenidos para el conteo de unidades formadoras de colonias (UFC) para bacterias mesofilas aerobias fueron los siguientes:

De acuerdo con la NMX-F-700-COFOCALEC-2012 que se tomó como base podemos observar que este es dividido en clases y cada una de estas clases contienen el nivel de unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/ML) que son permitidos, por lo establecido en esta norma el análisis realizado nos dio como resultado que el 32% de las muestras de esta investigación pertenecen a la clase 1 la cual nos indica que es  $\leq 100,000$  UFC/ML, un 22% de este muestreo pertenecen a la clase 2 la cual va de 101,000 – 300,000 UFC/ML, un 20% corresponden a la clase 3 la cual nos señala que es 301,000 a 599,000 UFC/ML, de igual forma se observó que un 14% de estas muestras correspondieron a la clase 4 la cual nos menciona que va de 600,000 a 1 200 000, mientras que un 12% de las muestras analizadas en la investigación nos indican que están fuera de norma ya que son superiores a 1,201,000 UFC/ML (Ver gráfica 1).

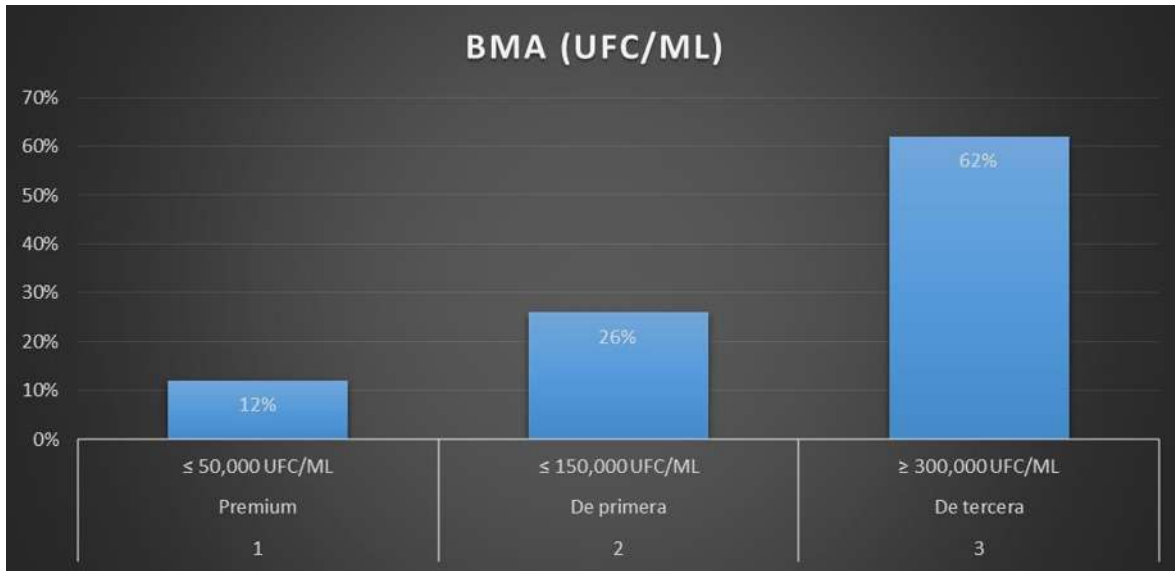
**Gráfica 1.** Bacterias Mesofilas Aerobias (UFC/ml) de las muestras de leche obtenidas en el municipio de Chiquimitio, Michoacán.



Fuente: Investigación directa, 2018

De acuerdo a la Norma Venezolana COVENIN 903-87 “Leche Cruda”, la cual nos indica que esta norma cuenta con tres clases y cada clase tiene su denominación, en la Clase 1 su denominación es Premium, la Clase 2 “De primera” y la Clase 3 “De segunda” estas se clasifican dependiendo de las UFC/ML. La clase 1 establece  $\leq 50,000$  UFC/ML, La 2  $\leq 150,000$  UFC/ML y la 3  $\geq 300,000$  UFC/ML, Respecto a esta norma se observó que el 12% de las muestras pertenecen a la clase 1 denominación “Premium”, un 26% corresponden a la Clase 2, mientras que un 62% de estas se encuentran en la denominación “De Tercera” perteneciente a la clase 3 (Ver gráfica 2).

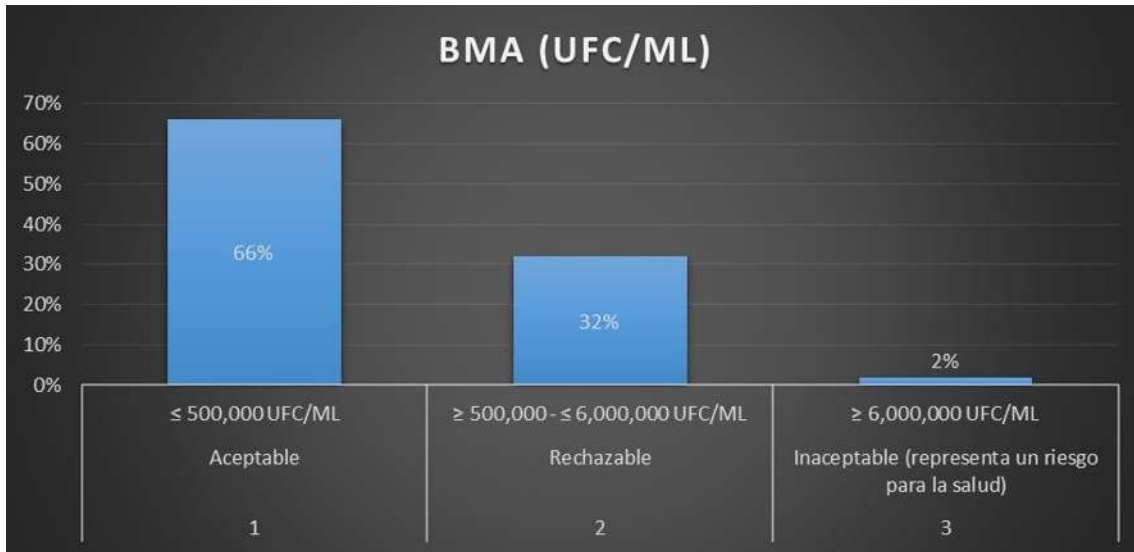
**Gráfica 2:** Bacterias mesofilas aerobias de acuerdo a la Norma Venezolana COVENIN 903-87 “Leche Cruda”.



Fuente: Investigación directa, 2018

De acuerdo a la NTS N°071 MINSA/DIGESA-V.01 “norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano”. Que establece que existen 3 clasificaciones para la leche cruda las cuales son: clase 1 “Aceptable” con las UFC/ML  $\leq 500,000$ , la clase 2 “Rechazable” con un intervalo  $\geq 500,000 - \leq 6,000,000$  UFC/ML y la clase 3 “Inaceptable” la cual representa un riesgo para la salud  $\geq 6,000,000$  UFC/ML, con lo establecido en esta norma los muestreos realizados nos arrojan que un 66% del muestreo es aceptable, que un 32% está dentro de la clase 2 y que solo un 25 representan un riesgo a la salud del consumidor (Ver gráfica 3).

**Gráfica 3:** Bacterias mesofilas aerobias de acuerdo a la Norma NTS N°071 MINSA/DIGESA-V.01.



Fuente: Investigación directa, 2018

En México no existe norma que establezca los valores mínimos y máximos permitidos de Organismos Coliformes (OC) en leche cruda una de las normas que establece estos parámetros es para leche pasteurizada y se decidió no tomarla como base ya que este conteo sobre pasaría los límites establecidos, para estos resultados se tomaron como referencia la Norma Venezolana COVENIN 903-87 “Leche Cruda” y la NTS N°071 MINSA/DIGESA-V.01.

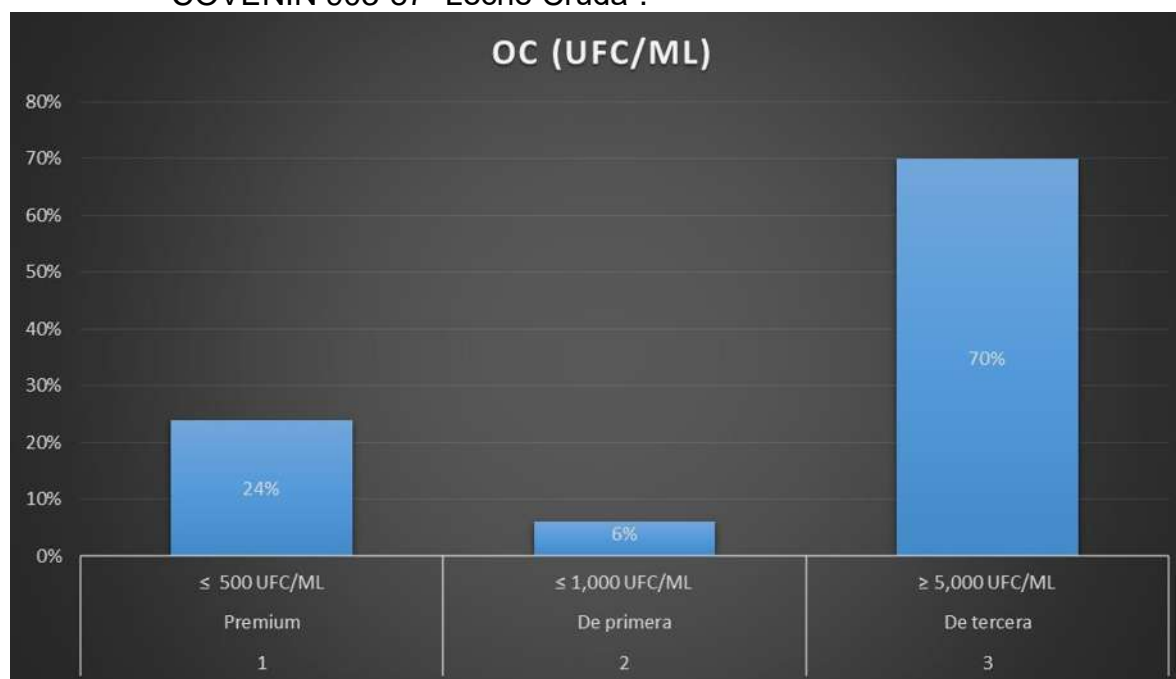
Los resultados obtenidos para el conteo de unidades formadoras de colonias (UFC) para Organismos Coliformes (OC) fueron los siguientes:

De acuerdo a la Norma Venezolana COVENIN 903-87 “Leche Cruda” esta norma indica que tiene 3 clases con denominación las cuales están clasificadas dependiendo de los valores de la UFC/ML; En la gráfica N° 4 observamos que un 24% de las muestras obtenidas pertenecen a la clase Premium la cual indica que las UFC/ML ≤ 500; mientras que solo el 6% de las muestras pertenecen a la clase “De primera” con



$\leq 1,000$  UFC/ML, así mismo podemos observar que un 70% corresponden a la clase “De tercera” las cuales contienen  $\geq 5,000$  UFC/ML (Ver gráfica 4).

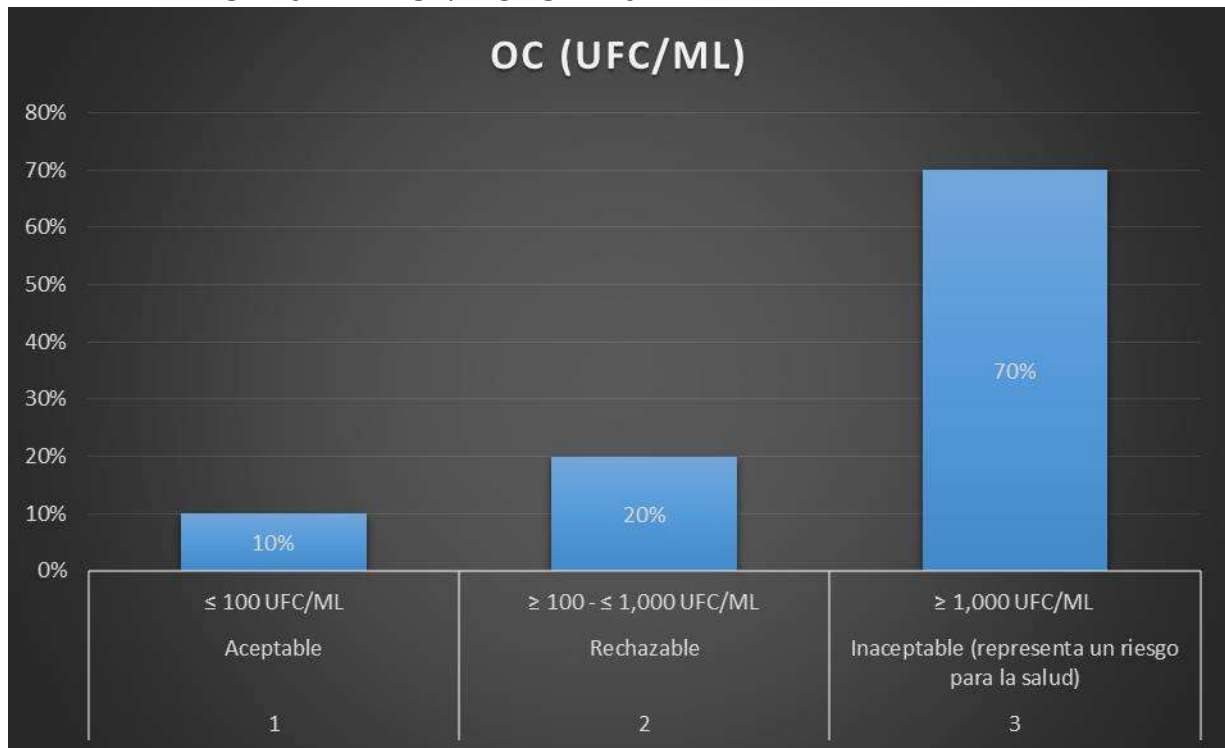
**Gráfica 4:** Organismos Coliformes (OC) de acuerdo a la Norma Venezolana COVENIN 903-87 “Leche Cruda”.



Fuente: Investigación directa, 2018

De acuerdo a la NTS N°071 MINSA/DIGESA-V.01 “norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano” que establece que existen 3 clasificaciones para la leche cruda dentro de estas clasificaciones nuestros análisis fueron los siguientes: solo el 10% de la leche es aceptable para su consumo con  $\leq 100$  UFC/ML, el 20% de la leche es Rechazable ya que se encontró en un rango de  $\geq 100$  a  $\leq 1,000$  UFC/ML; mientras que el resto de las muestras de leche (70%) resultaron Inaceptables (representa un riesgo para la salud) ya que presentaban  $\geq 1,000$  UFC/ML (Ver grafica 5).

**Gráfica 5:** Organismos Coliformes de acuerdo a la Norma NTS N°071 MINSA/DIGESA-V.01.



Fuente: Investigación directa, 2018.

La calidad microbiológica varía dependiendo de cada país, conforme a la única norma que existe en México para leche cruda, el 12% de las muestras no cumplieron con los límites bacterianos establecidos, mientras que el resto de las muestras obtenidas (88%) cumple cabalmente con lo establecido en dicha norma. Esto marca una heterogeneidad en los valores permisibles para cada análisis en los diferentes estudios.

En un estudio realizado por Fuentes *et al.*, (2004) en Ciudad Obregón, Sonora, se encontró que en productos alimenticios de consumo fresco, 32 % de las muestras de lácteos rebasaron la especificación microbiológica para microorganismos mesofílicos

aerobios, y más de 70 % de las muestras analizadas superaron las especificaciones sanitarias para coliformes totales y fecales.

Sin embargo, en una investigación realizada por Vega *et al.*, 2012 en cuatro abastecedores de productos lácteos, se obtuvieron datos donde la leche con mayor grado de contaminación de BMA y OC se encontraba por encima de los 3,000,000 UFC/ml. Martínez (2013) Al igual que Vega *et al.*, 2012 Mencionan que los recuentos de aerobios mesófilos y coliformes aumentan debido a que las vacas se exponen a contaminación ambiental, se exponen a la suciedad por estiércol y lodo, estas llegan sucias a las salas de ordeño en donde la ubre húmeda contamina las pezoneras representando un riesgo para el establecimiento de estos microorganismos.

En un estudio realizado por Ramírez (2014) en cuatro hatos lecheros hubo una disminución por debajo de 200.000 UFC/ml de BMA y OC debido a las buenas prácticas de ordeño que son aspectos de manejo que todos los productores deben utilizar rutinariamente, con el fin de generar beneficios para la obtención de leche de mejor calidad, esto nos indica que las capacitaciones en buenas prácticas de ordeño que se realizaron fueron efectivas y los ordeñadores acataron las recomendaciones que se les dio para que logaran mejorar la calidad de la leche.

Al igual que Ramírez (2014) , Barahona (2015) realizo un estudio en el cual sugiere que los programas de capacitación en buenas prácticas de producción lechera pueden mejorar notablemente la calidad del producto entregado, no solo en las BMA y OC, sino además en otras como la acidez del producto, lográndose un incremento en la rentabilidad del productor.

Coto *et al.*, (2013) Señala que el conteo de mesófilos aerobios y Organismos Coliformes para leche cruda directa de las vacas, reflejan un manejo inadecuado de la

rutina del ordeño; por ello, se requiere la desinfección de los pezones antes y después del ordeño, lavado y secado. La mala higiene de las manos del operador, maquina ordeñadora y el entorno, son un medio de contaminación más factible para la leche cruda. El área de almacenamiento de la unidad de lácteos es una fuente de contaminación principal para la leche cruda.

Esto indica que en los hatos lecheros a nivel nacional existe un importante aumento en el incumplimiento de la normatividad, sobre todo en la aplicación de las prácticas de higiene y sanidad por parte del personal que manipula los lácteos, la adquisición de material y equipo inocuo para el procesamiento de la leche.

## CONCLUSIÓN

Se concluye que debido a que en México no existe una norma que establezca o determine el número de microorganismos coliformes aceptables de leche cruda, no es factible comparar la calidad de la leche con un solo valor aceptable. Sin embargo, de acuerdo a los datos obtenidos para evaluar la calidad microbiológica de la leche en la población de Chiquimitio Michoacán, el conteo de UFC/ml de bacterias mesofilas aerobias, se encontró que el 88% de las muestras de leche analizadas están dentro de los límites establecidos para la leche cruda de acuerdo con la NMX-F-700-COFOCALEC, 2012, por lo que resulta apta para el consumo por parte del público consumidor, mientras que el resto (12%), no resulta apta, ya que rebasa los límites establecidos por dicha norma.

## LITERATURA CITADA

Agencia de Cooperación Internacional del Japón JICA, 2013. Fisiología de la lactación, Bolivia: Comité de Ayuda al Desarrollo, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico..

Americano, V., 2017. Ganeros se organizan para enfrentar al mercado internacional. [En línea] Available at: <https://americanovictor.com/ganaderos-se-organizan-para-enfrentar-al-mercado-internacional/> [Último acceso: 5 octubre 2018].

Analia, C., 2013. Caracterización de cepas proteolíticas de bacterias psicrótrofas aisladas de leche cruda bovina refrigerada. Montevideo: s.n.

Anon., s.f. s.l.:s.n.

Anon., s.f. Turismo Morelia. [En línea] Available at: <http://turismomorelia.com/tenencias/chiquimitio/>

Arenal, U. H. d., 2012. Producción y Calidad de Leche de Vacas en Pastoreo o en Estabulación., Chapingo, Estado de Mexico: Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Zootecnia..

Barahona, C. y V. k., 2015. Determinación del recuento de Aerobios Mesófilos en Leche Cruda que ingresa a industrias lácteas Ochoa- Fernandez. Ecuador(Cuenca): s.n.

Brussett, M. y otros, 2015. Calidad físico-química, microbiológica y toxicológica de leche cruda en las cuencas ganaderas de la región Puno. Puno: Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad Nacional de Trujillo.

Cacuango, E. G. C., 2011. La leche, s.l.: UTN.

Callisaya, P. A. D. y otros, 2016. Evaluación de la calidad de la leche cruda bovina (*Bos taurus*) en la Comunidad Mazo Cruz del Departamento de La Paz-Bolivia.. La Paz, Bolivia.: Universidad Pública de El Alto, Villa Esperanza Ciudad de El Alto, Bolivia..

Camacho, A., Ortega, A., Serrano, B. & Velázquez, O., 2010. Determinación de coliformes totales por cuenta en placa. Mexico: Facultad de Química, UNAM.

Camacho, A., Ortega, A., Serrano, B. & Velázquez, O., 2010. Técnicas para el Análisis Microbiológico de Alimentos.. Mexico: Facultad de Química, UNAM.

Camarotte, A., 2013. Caracterización de cepas proteolíticas de bacterias psicrótrofas aisladas de leche cruda bovina refrigerada. Montevideo: Facultad de Ciencias, Universidad de la Republica Uruguay.

Chavez, P. B. B., 2015. Estudio estadístico de los datos obtenidos en el análisis microbiológico de leche cruda entre unidades IBC y UFC para obtener el cálculo del factor de conversión. Quito: Química de alimentos, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Central del Ecuador.

Cipolatti, F. G. y. L. S. E., 2016. Analisis de la Calidad Higienica y Sanitaria de la Leche en un tambo de la localidad de Villa Valeria (Cordoba). Argentina: Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Cordoba.

Claridades agropecuarias , 2010. Situación actual y perspectiva de la producción de leche de bovino en Mexico. Mexico: Coordinación General de Ganadería SAGARPA.

Copa, J. Q., 2014. Evaluación de la Calidad de la Leche Bovina para la época seca y húmeda, en el Altiplano Norte de la Provincia Onomasuyos del departamento de la Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés; Facultad de Agronomía, Ingeniería Agronómica.

Copa, J. Q., 2014. Evaluación de la Calidad de la Leche Bovina para la época seca y húmeda, en el Altiplano Norte de la Provincia Onomasuyos del departamento de la Paz. Bolivia: Ingeniería Agronómica, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés..

Coto, G. F. y otros, 2013. Analisis microbiologico de leche de origen orgánico Analisis microbiologico de leche de origen organico, atributos deseables para su transformación. Mexico: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México.

Cuamani, T. R. y. R. R. F. J., 2016. Manejo productivo y eficiencia económica en establos lecheros familiares en Texcoco, Estado de Mexico., Toluca: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA.

De los Reyes, G., Molina, B. & Coca, R., 2010. Calidad de la Leche Cruda. Veracruz: s.n.

DOF, 1994. Norma oficial mexicana NOM-092-SSA1-1994, bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa , s.l.: s.n.

DOF, 1994. Norma oficial mexicana NOM-110-SSA1-1994, bienes y servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico, s.l.: s.n.

DOF, 1994. NORMA Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa., s.l.: s.n.

Escobedo, B., 2016. Estudio microbiológico (cualitativo y cuantitativo). Revista Electrónica sobre Cuerpos Académicos y Grupos de Investigación en Iberoamérica, pp. 1- 29.

FCV, 2011. Microbiología de la leche cruda. Venezuela: Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Zulia.

Fuentes, A. F., Montenegro, O. N. C. B. & Meza, M., 2004. Calidad Sanitaria de Alimentos disponibles al público en de Ciudad Obregon, Sonora, México.. Obregon Sonora Mexico: Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora..

Fundacion Española de Nutricion (FEN), 2013. Leche Entera, s.l.: Nutricion alimentacion españa | Nutricion alimentacion Espana Estudio conocimiento y mejora de la nutricion en Espan.

Giovannelli, C., 2011. Nuestro Mexico. [En línea] Available at: <http://www.nuestro-mexico.com/Michoacan-de-Ocampo/Morelia/Chiquimitio/>

Heer, G., 2010. Microbiología de la leche. Argentina: Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Litoral.

LACTODATA, 2018. Información sobre el Sector Lacteo.. Mexico: s.n.

Ledic, I. L., 2014. Sistema Mamario, Colombia: Ganaderia SOS: Solucion Integral Ganadera.

Luigi Teresita; Rojas Legna; Valbuena Oscar, 2013. Evaluación de la calidad higiénico-sanitaria de leche cruda y pasteurizada expendida en el estado Carabobo, Veracruz. Redalyc.org, pp. 25-33.

M.L.C, s.f. Microbiología de la leche cruda. Fundamentos de Microbiología de la Leche, pp. 1-26.

Martinez, M. M. y. G. C. A., 2013. Calidad composicional e higienica de la leche cruda recibida en industrias lacteas de Sucre, Colombia.. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, 11(2), pp. 93- 100.

MDC- LAB, s.f. AGAR BILIS ROJO VIOLETA. Mexico: Especialistas en medios de cultivo (MDC-LAB).

MDC-LAB, s.f. Agar Cuenta Estandar. Mexico: Especialistas en medios de cultivo (MDC-LAB).

Mercado, M., Gonzalez, V., Rodriguez, D. & Carrascal, A. K., 2014. Perfil sanitario nacional de leche cruda para consumo humano directo. Colombia: Ministerio de Salud y Proteccion Social.



Merino, L., 2010. Fisiología Bacteriana. s.l.:Microbiología e Inmunología, Facultad de Medicina, Universidad Nacional del Nordeste.

Minaya, M. B. y otros, 2015. Calidad fisicoquímica, microbiológica y toxicológica de leche cruda en las cuencas ganaderas de la región Puno –Perú. Peru: Scientia Agropecuaria, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Trujillo.

NMX-F-700-COFOCALEC-2012 , s.f. NMX-F-700-COFOCALEC-2012 SISTEMA PRODUCTO LECHE – ALIMENTO – LÁCTEO –LECHE CRUDA DE VACA – ESPECIFICACIONES FISICOQUÍMICAS, SANITARIAS Y MÉTODOS DE PRUEBA.. Mexico: ORGANISMO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN DEL COFOCALEC.

Ochoa, M. Á. B., 2016. Zootecnia de bovinos productores de leche, Mexico: Infolactea.

Ojeda, E. V., Morales, E. P., Ayala, L. H. & Jurado, L. A., 2013. Evaluacion de la Calidad Microbiologica de la Leche. Tijuana, Mexico: Maestría en Ciencias de la Salud, Facultad Ciencias Químicas e Ingeniería, Universidad Autonoma de Baja California.

Perez, S. J. P. P. S., 2016. Leche; de la produccion al consumo, Madrid, España: Real Academia de Ciencias Veterinarias de España.

Pinot, V. M. S., 2013. Guia de evaluacion de la calidad de la leche cruda para su procesamiento en una planta de lacteos , Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias quimicas y Farmacia.

Pinot, V. M. S., 2013. Guia de Evaluacion de la calidad de la leche cruda para su procesamiento en una planta de lacteos en guatemala. Guatemala: Facultad de Ciencias Quimicas y Farmacia, Universidas de San Carlos de Guatemala.

Ramirez, T. A. O., 2014. Evaluacion de la calidad Higienica, Sanitaria e Inocua de la leche de tanque en hatos lecheros del oriente y norte de Antioquia. Medellin, Antioquia: Universidas Nacional Abierta y a Distancia, Escuela de Ciencias Agricolas, Pecuarias y del Medio Ambiente, Zootecnia.

Remache, N. X. R., 2010. Evaluacion de la calidad del manjar de leche aplicando tres tipos de sustrato (pectina, sacarosa y maicena), Riobamba, Ecuador: Escuela superior politecnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingenieria en Industrias Pecuarias.

RENALOA, 2014. Analisis Microbiologico de los Alimentos. Cordoba: Red Nacional de Laboratorios Oficiales de Analisis de Alimentos (ReNaLOA).

Rivera, F., 2017. Produce Michoacán casi 2 millones de toneladas de quesos. [En línea]

Available at: [Produce Michoacán casi 2 millones de toneladas de quesos](#) [Último acceso: 5 octubre 2018].

Robledo, R., 2017. Producción de Leche en Mexico y su comercio de lacteos con paises del APEC. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

Rodríguez, S. G., Gayol, M. M., Martínez, V. D. & Santamarina, M. Á. Á., 2010. Analisis de la leche, s.l.: PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN.

Rojas, M. y. C. E., 2014. Determinación de la calidad microbiológica de la leche cruda de vaca durante la temporada invernal en Tuxpan, Veracruz, Veracruz: Academia Journals.

SAGARPA, SEMARNAT, 1994. [En línea] Available at: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/113ssa14.html>

Salazar, J. A. E., 2010. Anatomia de la ubre y secrecion de la leche, Costa Rica: Escuela Centroamericana de Ganaderia, La revista de mas prestigio en el sector.

Sanchez, D. A. B., Fornagera, J. E. C. & Alfonso-, M. C. S., 2014. Recomendaciones para mejorar la calidad higiénica, sanitaria y composicional de leche en finca. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Secretaria de Desarrollo Rural y Agroalimentario SEDRUA, 2018. Produccion Ganadera en Michoacan, Morelia, Michoacan: Secretaria de Agricultura, Ganaderia, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentacion.

Secretaria de Economia, 2012. Análisis del Sector Lácteo en México. Mexico: Direccion General de Industrias Lacticas.

Seguridad Alimentaria, 2018. Leche y Derivados. España: Seguridad Alimentaria "Lacteos".

Servicio de Informacion Agroalimentaria y Pesquera SIAP, 2017. Panorama de la Leche en Mexico 2017. Mexico: Secretaria de Agricultura, Ganaderia, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

SIAP, 2016. Panorama de la leche en Mexico, Mexico: Secretaria de Agricultura, Ganaderia, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

SIAP, 2018. Panorama de la leche en Mexico 2018, Mexico: Secretaria de Agricultura, Ganaderia, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

Tellez, S. A. y. R. L., 2010. Anatomia y Fisiologia de la Glandula Mamaria, Mexico: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autonoma de Mexico.

UNAD, 2016. Definicion, composicion, estructura y propiedades de la leche, s.l.: Nacional abierta y a distancia, Escuela de ciencias universidad basicas, tecnologia e ingenieria. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).

UPM, 2016. Calidad Higienica de la leche. Madrid: Universidad Politecnica de Madrid (UPM).

Uribe, M. E. R., 2010. Imduccion a la lactancia en vacas holstein utilizando un protocolo hormonal prolongado, Saltillo Coahuila Mexico: Universidad Autonoma Agraria "Antonio Narro"; Division de Ciencia animal, departamento de produccion animal.

Vasallo, A. M. y otros, 2017. Calidad e inocuidad de la leche cruda en las condiciones actuales de Cuba. Cuba: Laboratorio para el Control de la Calidad de los Alimentos, CENLAC, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA).

Vega, R. Z. y otros, 2012. Estudio microbiológico de queso fresco adicionado con el probiótico *Saccharomyces boulardii*. Michoacan. Mexico: Facultad de Químico Farmacobiología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. .