



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**IMPACTO DEL CAMBIO CLIMATICO EN LA CALIDAD DE LA LECHE EN
GANADO BOVINO**

Tesis profesional para obtener el título de Médico Veterinario
Zootecnista que presenta:

Luis Manuel Mendoza Magaña

Asesor:

MC. Ángel Raúl Cruz Hernández

Coasesor:

MC. José Luis Carlos Bedolla Cedeño

Morelia, Michoacán. Noviembre de 2019

El presente trabajo titulado: Impacto del cambio climático en la calidad de la leche en ganado bovino, forma parte del proyecto de investigación “Mitigación de gases de efecto invernadero”, financiado por la coordinación de investigación científica de la UMSNH en el programa de investigación 2018.

Agradecimiento

A Dios, por estar conmigo cada segundo de mi vida, sobre todo en los momentos más difíciles. Enseñarme de muy diversas formas a levantarme y superar los obstáculos.

Gracias por cada persona que has puesto en mi camino y me ha enseñado cosas nuevas en la vida.

A mí familia, por todo el apoyo que me dieron para lograr alcanzar todos mis sueños y metas.

A la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo por el crecimiento intelectual que adquirí y el fortalecimiento en la actividad crítica que a través de la libertad de pensamiento y expresión me dio.

A mis profesores, por el tiempo dedicado y las enseñanzas que me dejan.

Dedicatoria

Con cariño, respeto y agradecimiento a mis padres, Humberto y Ana, quiénes pusieron en mí toda su confianza para realizarme como profesionalista.

Con cariño y agradecimientos a mis hermanos Jonathan, Jorge y Laura por siempre estar ahí.

A mis compañeros y amigos, en especial a Brayan Hernández Arriaga y Bexi Romero Hernández, por su amistad, en la que hemos pasado por buenos y malos momentos, pero ha sido parte del fortalecimiento de la misma

Índice

Resumen.....	1
Abstract.....	2
Introducción.....	3
Calentamiento global y el cambio climático.....	5
Gases de efecto invernadero.....	6
Impacto del cambio climático en la calidad de la leche del ganado bovino.....	6
Distribución de la producción de leche en México.....	8
Sistemas de producción de leche en México.....	11
Consumo de leche en México.....	14
Leche.....	14
Calidad de la leche.....	15
Normatividad aplicable a la leche.....	17
Anatomía y fisiología de la glándula mamaria.....	19
Mastitis.....	21
Mastitis clínica.....	24
Mastitis subclínica.....	26
Conteo de células somáticas.....	29
OBJETIVOS.....	32
MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
CONCLUSIÓN.....	37



RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue determinar el impacto del cambio climático sobre la calidad de la leche del ganado bovino mediante el conteo de células somáticas con DeLaval cell counter. En el periodo de Julio de 2018 a Mayo de 2019 en la población de la Presa, municipio de Morelia, Michoacán. Se muestrearon 50 hatos lecheros durante la ordeña matutina; se tomó una muestra con un cucharón estéril con previa homogenización directamente del tanque receptor. Se utilizaron frascos de plástico estériles previamente identificados, los cuales fueron llenados con 50ml de leche. Las muestras fueron colocadas dentro de una hielera cerrada herméticamente a 4 °C, para ser transportadas al taller de lácteos de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana para su procesamiento. Las muestras fueron procesadas, con los aparatos DeLaval Cell Counter para determinar respectivamente, el número total de células somáticas. Los valores arrojados muestran que el 94% de las muestras cumplen lo establecido, según la NMX-F700- COFOCALEC, 2004, el cual deben contener menos de 750,000 cs/ml, mientras que el 6% restante contienen más de 750,000 cs/ml, considerándola con problemas de mastitis en el ható.

PALABRAS CLAVE: CELULAS SOMATICAS, MASTITIS, CALENTAMIENTO GLOBAL, GASES DE EFECTO INVERNADERO, ANATOMIA.



ABSTRACT

The main objective of this investigation was to determine the impact of climate change on the quality of cow milk by determining the amount of somatic cells using the DeLaval cell Counter, during the period of July 2018 to May 2019 in the Presa community municipality of Morelia, Michoacán. Fifty dairy herds were sampled during every morning milking; a sample was taken with a sterile spoon with previous homogenization of samples taken directly from the receiving tank sterile plastic flasks were previously labelled and consequently filled with 50ml of milk. The samples were then placed inside an icebox hermetically sealed with a temperature of 4 °C, in order to be transported to the dairy laboratory for its processing at the Faculty of Veterinary Medicine of the Universidad Michoacana. The samples were processed using the Laval Cell Counter in order to determine the total number of somatic cells. The values obtained showed that 94% of samples met the established requirements according to the NMX F-700-COFOCALEC, 2004, which stipulates that 750,000 cs/ml, meanwhile the remaining 6% had more than 750,000 cs/ml, therefore inferring a problem of mastitis in the herd.



INTRODUCCIÓN

El efecto del clima en el ganado bovino es variable y complejo, ya que condiciona el medio ambiente en el que los animales viven y se reproducen. El clima afecta directa e indirectamente al ganado bovino, ya que modifica la calidad y/o cantidad de alimentos disponibles, los requerimientos de agua y energía, la cantidad de energía consumida y uso de ésta. Estos cambios bajo condiciones extremas de calor o frío, implica drásticas reducciones en los índices productivos, tales como tasa de ganancia de peso y producción diaria de leche (Arias et al, 2008).

Los impactos del cambio climático pueden tener consecuencias graves como la disminución de los recursos hídricos y la regresión de la costa, pérdidas de la diversidad biológica y de los ecosistemas naturales, aumentos en los procesos de erosión del suelo, y pérdidas de vidas y bienes derivadas de la intensificación de los eventos climáticos extremos, como inundaciones, incendios forestales y olas de calor. Estos impactos afectarán negativamente a la cantidad y la calidad del agua y de los alimentos, a los sistemas de producción agroalimentarios y a la incidencia de enfermedades infecciosas y respiratorias. Esto supone un reto para diversos sectores, incluyendo los sistemas de salud, sociales y medioambientales, que se tendrán que preparar tanto para el impacto de los fenómenos climáticos extremos (olas de calor, inundaciones) como para cambios graduales del clima (aumento de la incidencia, y brotes y emergencia de nuevas enfermedades) (Tirado, 2010).

La mastitis es la inflamación de la glándula mamaria; es una de las enfermedades más costosas en las explotaciones lecheras. La mayoría de los productores relacionan la mastitis clínica con la pérdida de leche, de ingresos y con un incremento sustancial de los costos asociados con el tratamiento veterinario y con el descarte de vacas crónicamente infectadas. No obstante, muchos no son conscientes de la importancia de la mastitis subclínica, ya que está asociada con una ausencia total de síntomas.



Un recuento de células somáticas (RCS) es el número total de los diferentes leucocitos y células epiteliales por mililitro de leche. La principal razón para reducir el RCS está asociado a la pérdida láctea; tener un menor RCS da referencia como un mayor porcentaje de proteína y grasa, menos casos de mastitis clínica, mayor rendimiento a la producción de queso y más calidad y estabilidad de los productos lácteos (Izurieta, 2017).

Las células somáticas son células blancas propias del organismo cuya función es la defensa de la glándula mamaria del bovino contra organismos patógenos. La determinación del conteo de células somáticas de la leche del tanque o de los cuartos de la glándula mamaria de la vaca, es el medio de diagnóstico más importante para evaluar el estado de salud de la ubre de un hato lechero (Hernández et al, 2008).

Un nivel de células somáticas bajo o dentro de un rango aceptable por las industrias pasteurizadoras, garantiza a los productores una leche de mejor calidad y a su vez ser mejor pagada; asimismo les permite tener un hato libre de enfermedades (Ministro de agricultura y desarrollo rural, 2012).

El parámetro aceptable de células somáticas en la leche, según SEDESOL es de: 400,000- 750,000 ccs/ml (SEDESOL, 2007).



CALENTAMIENTO GLOBAL Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático ocupa uno de los primeros lugares entre los problemas que afectan a la humanidad, por sus efectos medio ambientales y, sobre todo, porque su principal determinante es el incremento de los gases de efecto invernadero, resultantes de la actividad humana (Useros, 2010).

El calentamiento global es el aumento de la temperatura superficial terrestre, debida al aumento de la cantidad de gases de efecto invernadero en la atmósfera, mientras que el cambio climático es aquella modificación del clima habitual, atribuido o no a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial, y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante largos periodos de tiempo (Alonso et al, 2012).

El dióxido de carbono se produce al quemar combustibles fósiles para generar energía y al talar y quemar bosques. El metano y el óxido de nitrógeno se emiten en las actividades agrícolas, los cambios en el uso de la tierra, y otras fuentes. Los químicos artificiales, llamados halocarbonos (CFCs, HFCs, PFCs) y otros gases de larga vida como el hexafluoruro de azufre (SF₆) se liberan en los procesos industriales (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), 2003).



GASES DE EFECTO INVERNADERO

Los gases de efecto invernadero son componentes de la atmósfera, tanto de origen natural como generados por las actividades humanas, que absorben y reflejan las radiaciones infrarrojas de la luz solar (SAGARPA, 2018).

La vida actual en la Tierra depende, entre otros factores, de una delgada capa gaseosa: la atmósfera. Esta capa es una mezcla de gases en la que dominan principalmente el nitrógeno (78.1%) y el oxígeno (20.9%), así como pequeñas cantidades de argón (0.93%) (SEMARNAT, 2009).

Al absorber la radiación infrarroja, estos gases controlan la forma en que fluye la energía natural a través del sistema climático. En respuesta a las emisiones humanas, el clima ha comenzado a ajustarse a un manto más grueso de gases de efecto invernadero, para así mantener el balance entre la energía que proviene del sol y la energía que escapa al espacio (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), 2003).

IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CALIDAD DE LA LECHE DEL GANADO BOVINO.

El cambio climático es un proceso inequívoco; se dice cómo la producción bovina estimula uno de los factores que lo produce: el efecto invernadero; sin embargo es importante conocer su efecto contrario: cómo el cambio climático afecta la ganadería (Garzón, 2011).

El clima afecta al ganado directa e indirectamente, ya que modifica la calidad y/o cantidad de alimentos disponibles, los requerimientos de agua y energía, la cantidad de energía consumida y el uso de ésta. Los animales hacen frente a las condiciones adversas del clima mediante la modificación de mecanismos



fisiológicos y de comportamiento para mantener su temperatura corporal dentro de un rango normal. Como consecuencia, es posible observar alteraciones en el consumo de alimento, comportamiento y productividad. Estos cambios se acentúan bajo condiciones extremas de frío o calor, implicando drásticas reducciones en los índices productivos, tales como tasa de ganancia de peso y producción diaria de leche (Arias et al, 2008).

Debido al cambio climático se espera altos niveles de incertidumbre en la productividad de cultivos y pasturas, ampliación en períodos de sequía que generan problemas de disponibilidad de agua para riego y consumo animal, aumento en la intensidad de lluvias generando inundaciones que perjudican la producción; aumento en la incidencia de enfermedades y plagas tanto en la producción animal como en la vegetal como consecuencia del incremento de temperatura y humedad; mayores riesgos de no disponer de agua para el ganado; más eventos de estrés calórico estival, disminución del pastoreo, de la producción de leche y de la fertilidad; menores pérdidas medias de peso invernal por menos trabajo de regulación térmica; mayor riesgo de degradación de la composición botánica de las pasturas y menor resiliencia (capacidad de recomposición ante eventos extremos); cambios en la distribución anual de las pasturas y en la dinámica de poblaciones de las especies forrajeras del campo natural; mayor riesgo de erosión de suelos y contaminación de aguas superficiales; cambios en la dinámica y proporción de especies de la flora y fauna de bosques nativos, y mayor riesgo de incendios forestales (Alonso et al, 2012).

Las altas temperaturas y la humedad pueden provocar deshidratación en el ganado bovino, pero también una disminución de hasta 15% de la producción lechera. El exceso de calor hace que la vaca beba más agua e ingiera menos alimentos, que pase más tiempo parada para mantenerse fresca, además de experimentar aumento en la actividad metabólica y en la temperatura corporal de hasta 39°C, lo que condiciona a la presencia de mastitis ocasionando que la vaca produzca diariamente entre 10 y 15% menos leche (Aguilar, 2016).



DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN MÉXICO

Situación mundial de la producción de leche.

Tabla 1. Principales productores e importadores de leche.

En el cuadro siguiente se toma un grupo seleccionado de los principales países productores e importadores que representan alrededor del 60% de la producción mundial de leche de vaca, en el cual se puede observar un crecimiento de la producción del 2,7%, para los primeros 2 meses del año 2018 respecto a igual período del año anterior.

Países/Bloques	Período	2018/2017
Argentina	ene-feb	13,2%
Australia	ene-feb	4,0%
Bielorusia	ene-feb	3,8%
Chile	ene-feb	5,7%
Nueva Zelanda	ene-feb	-3,7%
Turquía	ene-feb	14,2%
Ucrania	ene-feb	-1,2%
Unión Europea – 28 países	ene-feb	3,4%
Estados Unidos	ene-feb	1,8%
Uruguay	ene-feb	3,8%
Brasil	ene-feb	s/d
Japón	ene-feb	0,5%
México	ene-feb	1,7%
Rusia	ene-feb	2,9%
Total Países Seleccionados Año 2018		2,68%
Total Anual Países Seleccionados Año 2017		1,49%
Total Anual Países Seleccionados Año 2016		-0,02%
Total Anual Países Seleccionados Año 2015		1,28%
Total Anual Países Seleccionados Año 2014		3,39%



(OCLA, 2018).

Continúa el crecimiento en USA y en la UE-28 (+1,8% y +3,4, respectivamente) y NZ presenta una caída del 3,7% que responde a cuestiones climáticas. En América Latina, se destacan los crecimientos observados en Chile (+5,7%) y Uruguay (+3,8%). El dato de Argentina que proviene de la evolución a tambo constante según la DNL-MinAgro tuvo un crecimiento interanual en el bimestre del 13,2%.

La producción mundial de leche de vaca totaliza unos 690 mil millones de litros de leche en 2017 (estimado sobre datos FIL 2016), de los cuales se comercializaron en el mercado mundial entre un 10 y un 11% (si no consideramos las ventas intra Unión Europea), por lo que de una tasa de crecimiento del 2,7% de la producción mundial, implicaría una oferta agregada en el mercado mundial del 25 al 27%, ante un crecimiento normal de la demanda que es prácticamente la mitad a esos valores (OCLA, 2018).

**Tabla 2. 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

(Gaytán, 2015).



SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN MÉXICO

El sistema lechero mexicano no es homogéneo, es decir, las unidades productivas no son iguales en cuanto a tecnología, número de vientres, técnicas y procedimientos reproductivos utilizados, calidad de los forrajes y de la alimentación para los animales; así como mecanismos de comercialización y de aprovechamiento de los recursos disponibles (Inforural, 2012).

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 (Gaytán, 2015).

Sistema especializado o intensivo

En la ganadería intensiva, el ganado se encuentra estabulado, generalmente bajo condiciones de temperatura, luz y humedad que han sido creadas de forma artificial, con el objetivo de incrementar la producción en el menor lapso de tiempo; los animales se alimentan, principalmente, de alimentos enriquecidos. Es por esto que se requiere grandes inversiones en aspectos de instalaciones, tecnología, mano de obra y alimento, entre otras (Vasquez, 2017).

Está representada por explotaciones con un mayor tamaño de hato, en promedio, en promedio, de 230 vientres y con un rango de 100 a 3 000 vientres por hato (Blanco, 2016).



El sistema especializado emplea 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 (Gaytán, 2015).

Este sistema, se desarrolla principalmente en la Comarca lagunera, Chihuahua, los altos de Jalisco, Aguascalientes, Guanajuato, Estado de México, Querétaro e Hidalgo, entre otros (Blanco, 2016).

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 (Gaytán, 2015).

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 (Gaytán, 2015).



Sistema 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; en este tipo de lechería se observan grandes picos de producción en la época de lluvias; se calcula que en el sistema de doble propósito se ordeñan 2.3 millones de vacas, de lo cual se obtiene 40% de la producción nacional en más de 120 000 explotaciones ganaderas, ubicadas en el trópico húmedo y trópico seco, bajo el sistema de libre pastoreo en praderas nativas e inducidas; aquí, poco se utiliza la suplementación y las lactancias son cortas y con un promedio calculado en 700 litros por vaca por año, con un intervalo entre partos de 17 meses (Blanco, 2016).

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 (Gaytán, 2015).

Sistema familiar o 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 (Gaytán, 2015).

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) (Blanco, 2016).

Se cuenta con animales con baja calidad genética, reducidos rendimientos productivos, alimentación deficiente y manejo sanitario prácticamente nulo. En



este tipo de sistema, los animales son considerados como una fuente extra al ingreso familiar (Angelica, 2014).

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 (Gaytán, 2015).

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 a la 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 (Gaytán, 2015).

Como definición legal; la leche 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.

Desde el punto de vista dietético, la leche es uno de los alimentos más completo que se encuentra en la naturaleza, por ser rica en proteínas, grasas, vitaminas y minerales, necesarias para la nutrición humana. La proteína de la leche, contiene una gran cantidad de aminoácidos esenciales necesarios para el organismo



humano y que no puede sintetizar, la proteína que se encuentra en mayor proporción en la leche es la caseína. Entre la vitaminas que contiene están: la Vitamina B12 (riboflavina) la B1 (tiamina), y las vitamina A, D, E y K liposolubles. Entre los minerales de mayor cantidad están el calcio y el fósforo. Su contenido de grasa se debe principalmente a los triglicéridos (FAO, 2016).

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 (Gaytán, 2015).

De una perspectiva física, se define la leche como un líquido de color blanco opalescente característico debido a la refracción de la luz cuando los rayos de luz inciden sobre las partículas coloidales de la leche en suspensión. Cuando es muy rica en grasa, presenta una coloración cremosa, debido al caroteno que contiene la grasa, la leche baja en grasa toma un color ligeramente azulado (FAO, 2016).

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 (Gaytán, 2015).

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 (FAO, 2018).

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 (Gaytán, 2015).

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 (Gaytán, 2015).

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 (Gaytán, 2015).



Así mismo, la calidad de la leche cruda es influenciada por múltiples condiciones entre las que se destacan los factores zootécnicos, asociados al manejo, alimentación y potencial genético de los animales así como factores relacionados a la obtención y almacenamiento de la leche recién ordeñada. Los primeros, son los responsables por las características de la composición de la leche y por la productividad (González, 2010).

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, 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. La calidad de la leche también depende en forma conjunta de las siguientes condiciones: calidad sanitaria, residuos de medicamentos (Gaytán, 2015).

La leche contiene una serie de nutrientes, entre ellos la grasa, proteína, lactosa, minerales, vitaminas, etc. (FAO, 2011).

La composición de la leche varía con la especie, raza, tipo de alimentación, estado sanitario y fisiológico del animal, época del año y el número de ordeños.

Los valores promedio de la composición de la leche son: Agua 86.9%, proteína 3.5%, grasa 4.0%, Lactosa 4.9 %, cenizas 0.7% (Zela, 2005).

NORMATIVIDAD APLICABLE A LA LECHE

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 (Gaytán, 2015).



ANATOMIA Y FISILOGIA DE LA GLÁNDULA MAMARIA

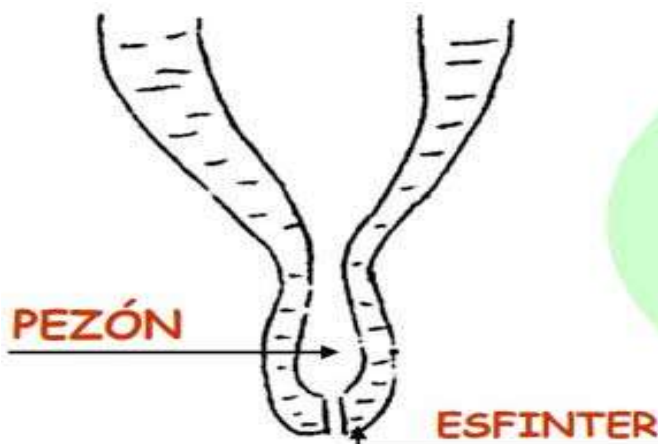
La glándula mamaria recibe varios nombres, entre ellos están: Glándula mamaria. Ubre. Mamas. De acuerdo a la especie a la cual pertenece la hembra mamífera, el número de glándulas puede variar, así por ejemplo se tiene que: Res 4, Cabra 2, Oveja 2. También su forma y tamaño dependerán de este factor, 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 (Gaytán, 2015).

La ubre es el órgano donde se produce y se acumula la leche. La ubre está constituida por cuatro mamas y cada una de ellas recibe el nombre de cuarto o cuarterón.

Los 4 cuarterones que constituyen la ubre están unidos entre sí, aunque cada uno conserva su independencia, lo que puede apreciarse exteriormente mediante la observación directa.

Cada cuarterón contiene una sola glándula mamaria y su correspondiente pezón de salida. Para que no se escape la leche así como para evitar que se contamine, el pezón permanece cerrado mediante un anillo muscular llamado esfínter (Espadas, 2016).

Imagen 1 Anatomía de un cuarto mamario

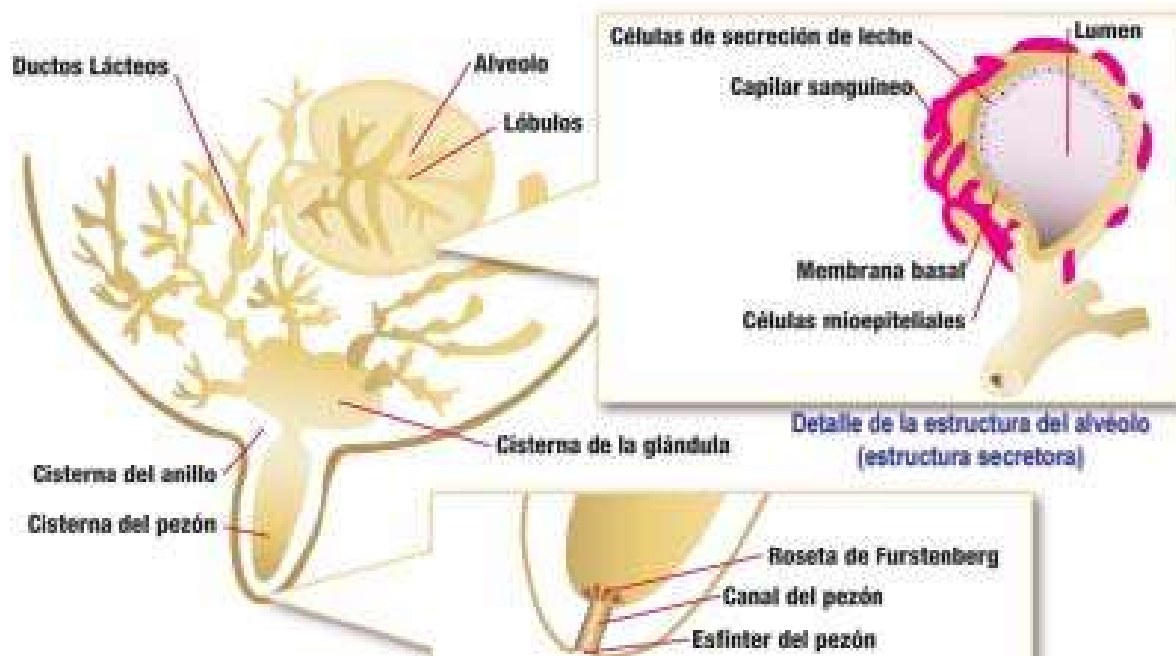




La glándula mamaria está constituida por un tejido glandular con células secretoras. El tejido glandular contiene muchos alveolos de un diámetro que va de 0.1 a 0.25 ms. El número promedio es de 2×10^9 . La cavidad de los alveolos está revestida por células secretoras y contráctiles en las cuales terminan 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 (Gaytán, 2015).

Imagen 2 Estructuras secretoras y colectoras de leche



Fuente (Espadas, 2016).



MASTITIS

La mastitis bovina es una inflamación de la glándula mamaria, producida por diversos agentes, principalmente de tipo infeccioso, caracterizándose por cambios físicos y químicos en la composición de la leche y ocasionando alteraciones patológicas localizadas en la glándula mamaria (González, 2018).

De acuerdo a su duración, se puede clasificar en aguda o crónica. En relación a sus manifestaciones clínicas, pueden ser clínica o subclínica (Elvis, 2013).

Es una de las enfermedades más frecuentes en las vacas lecheras y una de las más importantes de las que afectan a la industria láctea mundial. Si no se trata, puede cronificarse incluso provocar un deterioro del estado del animal, que obligue a su sacrificio, o su muerte (Zoetis, 2018).

La inflamación de la ubre se caracteriza por cambios en el tejido glandular y la leche. Cuando estos cambios son detectables mediante inspección y/o palpación, hablamos de mastitis clínica. Si no hay cambios detectables clínicamente, se recurre a métodos indirectos de campo o de laboratorio; y si éstos son positivos, hablamos de mastitis subclínica (Hans, 2001).

Esta genera grandes pérdidas económicas representadas en la disminución de la producción, alteración de la calidad de la leche, fuente de contaminación para otros animales, altos costos por tratamiento y los descartes, y por el riesgo potencial que presentan para la salud humana donde su importancia se debe a ausencia de síntomas visibles lo que la convierten un enemigo peligrosa en la ganadería (González, 2018).

Se considera que esta enfermedad representa el 70% de los gastos totales para los ganaderos lecheros, resultando en una pérdida de billones de dólares cada año (Bedolla, 2008).



Otras pérdidas, están dadas por el desecho de la leche contaminada (14%), el costo empleado en el tratamiento de los casos clínicos (9%), al incremento en gastos por concepto de reemplazos (13%- 25%) anual, por pérdidas en el potencial genético, la disminución de leche por cuarto afectado (9-30%) y la reducción en el precio de venta (5%) (González, 2018).

La constitución anatómica de la ubre, la expone constantemente a lesiones y agentes patológicos de diversos orígenes. El propósito de la respuesta inflamatoria es destruir o neutralizar al agente causal y preparar la forma de sanar y retornar a su función normal.

La inflamación intramamaria está asociada con un aumento en el conteo de células somáticas en la leche. Sin embargo, la magnitud del aumento en el conteo de células somáticas (CCS) varía de acuerdo a la bacteria involucrada en la infección intramamaria (Bedolla, 2008).

En la actualidad se han reportado más de 100 microorganismos como causantes de infección intramamaria. La mayoría de las infecciones, incluidas las de importancia económica, son ocasionadas por especies de estafilococos, estreptococos y bacterias Gram-negativas. Las últimas son esencialmente coliformes.

Los patógenos contagiosos de primera importancia incluyen al *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Corynebacterium spp.*, y *Mycoplasma spp.* Estos organismos se transmiten de vaca a vaca, donde el reservorio primario que alberga los patógenos es el animal infectado o el cuarto de la ubre, y la exposición de los cuartos mamarios no infectados se restringe al proceso de la ordeña.

Los patógenos ambientales a diferencia de los contagiosos son transmitidos entre las ordeñas por el ambiente que sirve como la fuente primaria de estos organismos. Los patógenos principales en este grupo son los bacilos entéricos



Gram-negativos (*Escherichia coli*, *Klebsiella spp.*), *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus uberis*, y *Enterococcus spp.*

Las fuentes de patógenos ambientales incluyen:

- 1).- materiales de cama;
- 2).- estiércol;
- 3).- suciedad y lodo;
- 4).- agua estancada;
- 5.- alimento.

La fuente más importante es la cama porque los pezones están en contacto frecuente y prolongado con ella. Por tanto, la prevención de la contaminación de los pezones es muy importante y la práctica de mantener los materiales de cama secos ayudan a reducir las poblaciones de esos organismos (Bedolla, 2008).

La infección de la glándula mamaria se produce a través del conducto del pezón, a partir de dos fuentes principales de contaminación: la ubre infectada y el medio, por lo tanto, según su epidemiología las mastitis pueden clasificarse como contagiosas o ambientales (López, 2014).

La contaminación de las manos de los ordeñadores, paños de lavado y copas de aparatos de ordeño pueden diseminar con rapidez la infección a los pezones de otros animales por la leche procedente de cuarterones infectados.

Los microorganismos pueden invadir el canal del pezón por distintas vías: 1) Entre ordeños las bacterias pueden avanzar por el canal del pezón por multiplicación, 2) pueden ingresar por la presión física ejercida sobre la punta del pezón cuando la vaca se mueve, 3) durante el ordeño mecánico pueden ser impulsados hacia el canal del pezón o desde el mismo hacia el interior de la cisterna del pezón, por los



impactos que causan las fluctuaciones de vacío contra el orificio del pezón y 4) durante la aplicación de un antibiótico pueden ser empujados físicamente a través del canal del pezón por la inserción completa de la cánula (Bedolla, 2008).

La invasión microbiana de la glándula mamaria ocurre siempre siguiendo la vía del conducto del pezón y a primera vista, el desarrollo de la inflamación después de la infección se antoja como un fenómeno natural. Sin embargo, la aparición de la mastitis es más compleja de lo que este concepto puede indicar y quizás resulte más satisfactorio explicarla en términos de tres etapas: invasión, infección e inflamación.

Etapa de invasión.- es aquella en la que el microorganismo pasa del exterior de la ubre a la leche que se encuentra en el interior de la cisterna del pezón.

Etapa de infección.- este es el momento en que los microorganismos se multiplican rápidamente e invaden el tejido mamario; se establece una población bacteriana que se disemina por toda la glándula, dependiendo de la patogenicidad del microorganismo.

Etapa de inflamación.- todo lo anterior deriva en una inflamación (mastitis) y aumenta notablemente la cuenta leucocitaria en la leche ordeñada (Bedolla, 2008).

MASTITIS CLINICA

La mastitis clínica es definida como una anormalidad en la glándula mamaria de la vaca o la leche, que puede ser fácilmente observada (Fernández et al, 2012).

Se caracteriza por la tumefacción o dolor en la ubre, enrojecimiento, la leche presenta una apariencia anormal y, en algunos casos, hay aumento de la



temperatura rectal, letargo, anorexia e incluso la muerte. Además, las bacterias están presentes en la leche, el rendimiento es muy reducido, y su contenido está alterado considerablemente (Bedolla, 2008).

En los casos en que la inflamación de la ubre es acompañada de signos clínicos es diagnosticada entonces como mastitis clínica. La mastitis clínica puede presentarse de forma aguda y se caracteriza por su aparición súbita. En la forma crónica, se presenta una infección de larga duración, con leche de apariencia anormal y/o cambios al realizar la palpación del tejido de la ubre (Fernández et al, 2012).

Se han identificado aproximadamente 140 especies causantes de mastitis, que se dividen en patógenos contagiosos y ambientales; dentro de los primeros, los principales son *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus* y *Mycoplasma*; siendo su principal vía de entrada es el canal del pezón. Los géneros más frecuentes de patógenos ambientales, cuyo reservorio es el ambiente donde permanecen los animales y no las glándulas mamarias infectadas, son *Streptococcus* ambientales y en menor medida los coliformes. Contrariamente los patógenos contagiosos, tienen su hábitat en la glándula mamaria bovina y se transmiten de ubre a ubre principalmente durante el ordeño de las vacas. Estos microorganismos se han adaptado a las condiciones de la ubre, desarrollando estrategias para evadir el sistema inmune y permanecer en la mama.

Staphylococcus aureus: (*S. aureus*) es la principal causa de infección intramamaria en los rumiantes, por lo que se le considera el agente causal más importante y frecuente de la mastitis bovina. No es un patógeno obligado de la ubre, ya que se puede encontrar también en lesiones de la piel de los pezones, en las manos de los ordeñadores, en las camas en los equipos de ordeño. Es una bacteria en forma de coco Gram + coagulasa positivo, coloniza las heridas de la piel y las hiperqueratosis producidas como consecuencia del ordeño en los esfínteres de los pezones (Fernández et al., 2012).



Las pérdidas causadas por mastitis clínica se clasifican como sigue:

*Pérdida por baja producción del animal enfermo.

*Pérdida de producción de leche por desecho de la misma, durante la eliminación del medicamento.

*Frecuentemente hay un perjuicio duradero en el rendimiento lechero de la vaca, por el uso de medicamentos o la presencia de la enfermedad.

*Costos de medicamentos y del Médico Veterinario.

*Aumento en los costos de la mano de obra (Bedolla, 2008).

MASTITIS SUBCLINICA

La mastitis subclínica se caracteriza por la presencia de un microorganismo en combinación con un conteo elevado de células somáticas en leche, esta puede desarrollar fácilmente una inflamación y no tener tratamiento (Fernández et al, 2012).

La mastitis subclínica es sutil y difícil de corregir, la vaca parece saludable, la ubre no muestra ningún signo de inflamación y la leche parece normal, sin que existan cambios organolépticos en la misma. El número de células somáticas en la leche, indicativo de la respuesta inflamatoria, se encuentra elevado, al igual que el número de bacterias, lo que va acompañado de una disminución del nivel de producción de la secreción láctea, así como de la alteración de la composición de dicho producto. Comúnmente es de larga duración, difícil de tratar con los antibióticos, difícil de detectar, reduce drásticamente la producción de leche,



afecta adversamente la calidad de leche, y puede servir como un reservorio para infectar a otros animales en el rebaño lechero (Bedolla, 2008).

La mastitis subclínica se deriva del manejo deficiente, la higiene y de los traumas relacionados con los procedimientos ligados al ordeño; así como por la presencia de los microorganismos patógenos que pueden alcanzar el sistema mamario y ubicarse entre el conducto galactóforo del pezón y la cisterna glandular; el cual culmina con un proceso inflamatorio en la glándula mamaria; desencadenando los procesos celulares y bioquímicos; incluyendo: la producción de agentes locales que alertan la migración leucocitaria mamaria (Arauz, 2011).

Esta presentación de la enfermedad es la más persistente en el ganado lechero; Ocorre frecuentemente, y puede conducir a grandes pérdidas económicas no solo por la reducción de la producción, también por los elevados conteos de células somáticas presentes en los tanques de leche. En la práctica, los casos de mastitis subclínica con frecuencia no son detectados rápidamente, o pueden incluso no ser reconocidas por el ordeñador. Para identificar estos casos de mastitis se hace necesario las técnicas de laboratorio como la medición del conteo de células somáticas y el cultivo bacteriológico (Fernández et al, 2012).

La mastitis, particularmente subclínica y crónica, es el más persistente y más amplio del grupo de enfermedades de importancia por la higiene de la leche en el ganado lechero.

La mastitis subclínica ocurre frecuentemente, y puede conducir a grandes pérdidas económicas debido al reducido rendimiento de leche, y multas a causa de los elevados conteos de células somáticas presentes en los tanques de leche.

Es imperativo para los granjeros lecheros y sus asesores veterinarios enfocar su principal atención al control de la mastitis subclínica debido a que: 1) es 15 a 40



veces más prevalente que la mastitis clínica; 2) usualmente precede a la mastitis clínica; 3) es de duración prolongada; 4) es más difícil de detectar debido a la naturaleza oculta de la enfermedad; 5) reduce significativamente la producción láctea; 6) afecta adversamente la composición de la leche y 7) constituye un reservorio de patógenos causantes de mastitis que pueden diseminarse a otras vacas en el hato (Bedolla, 2008).

La mastitis subclínica cuya frecuencia es de 20 a 50 veces superior a la mastitis clínica, es hoy en día el principal problema de todo el complejo patológico que representa la mastitis. Cuidadosos análisis indican que el 80% de las pérdidas de la producción de leche son debidas a las mastitis subclínicas.

Dentro de los principales factores que causan pérdidas por la presencia de mastitis subclínica, se pueden mencionar los siguientes:

- a) Disminución drástica en la producción lechera de las vacas afectadas.
- b) Costos en los tratamientos antimastóticos.
- c) Pérdida de cuartos mamarios en infecciones severas o crónicas y desecho de vacas al rastro.
- d) Gastos médico-veterinarios y de diagnóstico.
- e) Castigo por parte de las plantas pasteurizadoras por mala calidad de la leche (Bedolla, 2008).



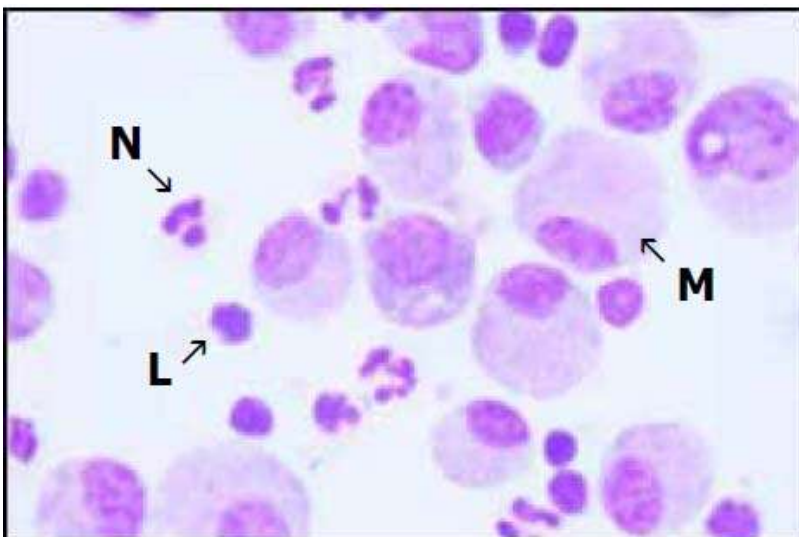
CONTEO DE CÉLULAS SOMÁTICAS (CCS)

Desde hace varios años, los investigadores y la industria han utilizado el conteo de células somáticas (CCS) en la leche, para diagnosticar problemas múltiples que pueden existir en un hato lechero, relacionados con la calidad de la leche y los patógenos que ocasionan la mastitis (Sánchez, 2010).

Las células somáticas están constituidas por una asociación de leucocitos y células epiteliales. Los leucocitos se introducen en la leche en respuesta a la inflamación que puede aparecer debido a una enfermedad o a veces, a una lesión. Las células epiteliales se desprenden del revestimiento del tejido de la ubre (Hernández, 2008).

Las CS, indican una concentración en un mililitro de leche de leucocitos muertos (95%) y células exfoliadas del epitelio mamario (5%) (Bedolla et al, 2018).

Incluye también Células plasmáticas, Linfocitos (L), Macrofagos (M) y Neutrófilos (N).



Fuente: Bedolla et al., 2018.



En la leche bovina normal, y cuando no existe inflamación, el RCS está compuesto primordialmente por macrófagos (~80%), seguido por poblaciones de glóbulos blancos (también llamados leucocitos). La mayoría de estos leucocitos son los linfocitos (~15%), y en mínimas proporciones por glóbulos blancos polimorfonucleares (<5%) (López, 2017).

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.

El sector de transformación o agroindustrial necesita contar con un insumo de alta calidad, lo cual es esencial para someter la leche a su procesamiento, para transformarse en una gran variedad de derivados lácteos, donde juegan un papel importante los microorganismos. En general conteos altos de bacterias y de células somáticas en la leche fluida, producen alteraciones en las propiedades nutritivas y organolépticas y reducen la vida útil de sus derivados que pueden afectar la salud pública (Avilés et al, 2018).

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 (Gaytán, 2015).

Las glándulas mamarias que nunca se han infectado normalmente tienen CCS de 20,000 a 50,000 células/ml. En grandes poblaciones de vacas, 80% de los



animales no infectados tendrán un CCS menor de 200,000 células/ml y 50% menor de 100,000 células/ml. (Hernández et al, 2008).

Para determinar la calidad de la leche en base al conteo de células somáticas existen diferentes normas.

Australia, Nueva Zelanda, Canadá y otros países europeos manejan un límite legal máximo de células somáticas en tanque de 400,000/ml de leche, mientras que otros países como Estados Unidos permiten hasta 750,000 cs/ml, y en el caso de Brasil hasta <1,000,000 cs/ml. En México el límite es de 1,000,000 cs/ml (Bedolla et al, 2018).



OBJETIVO

Determinar el impacto del cambio climático sobre la calidad de la leche del ganado bovino en la población de la presa, municipio de Morelia Michoacán a través del conteo de células somáticas con DeLaval cell counter.



MATERIAL Y MÉTODO

La presente investigación se realizó de Julio de 2018 a Noviembre de 2019 en la población de la presa de Chiquimitío municipio de Morelia, Michoacán. Se encuentra en las coordenadas GPS: *-101.271667 de longitud y a una latitud de 19.795000*, La localidad se encuentra a una mediana altura de 2100 metros sobre el nivel del mar (Nuestro-Mexico, s/f).

Se recolectaron 50 muestras de leche del bote de recepción durante la primera ordeña de un número igual de hatos lecheros de la presa de Chiquimitío del municipio de Morelia, Michoacán. Previamente se homogenizó la leche con un cucharón de aluminio previamente esterealizado y se vació a un frasco coprológico esterilizado. Posteriormente se colocaron las muestras en una hielera herméticamente cerrada para ser transportada al taller de lácteos de la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo para su análisis inmediato; para la determinación del número total de células somáticas se utilizó el aparato DeLaval cell counter. Para ello, primeramente se calibro el aparato, se homogenizo la leche de cada tubo, enseguida, se procedió a hacer la toma de una pequeña muestra con el cassette que se utiliza para este aparato. Finalmente, la lectura de los resultados se llevó a cabo después de 45 segundos el cual se expresa a través de la pantalla del contador.



RESULTADO Y DISCUSIÓN

En el presente trabajo se analizaron un total de 50 muestras de leche obtenida del mismo número de unidades de producción de la población de la Presa municipio de Morelia, Michoacán. El muestreo se realizó al azar, considerando la disposición de los propietarios en cuanto a la colaboración para el muestreo.

Se clasificó el número de células somáticas de acuerdo a (Bedolla, 2018; Smith, 2010). En tres clases, la primera representa todas las muestras de menor o igual a 400,000 la segunda entre 400,000 a 750,000 y la tercera mayor o igual a 750,000 cs/ml. En E.U.A. el límite legal es de 750,000 cs/ml. Mientras que en México se permite hasta 1,000,000 de cs/ml.

País	CCS	Número de muestras	Porcentaje
Europa	≤400,000 cs/ml	40	80%
U.S.A	401,000 a ≤750,000 cs/ml	6	12%
México	>751,000 cs/ml	4	6%
Total		50	100

El 6% de las muestras recolectadas presentaron valores superiores a la Norma Mexicana- NMX-F-700-COFOCALEC-2004 lo que indica que son los casos registrados como mastitis clínica y subclínica.

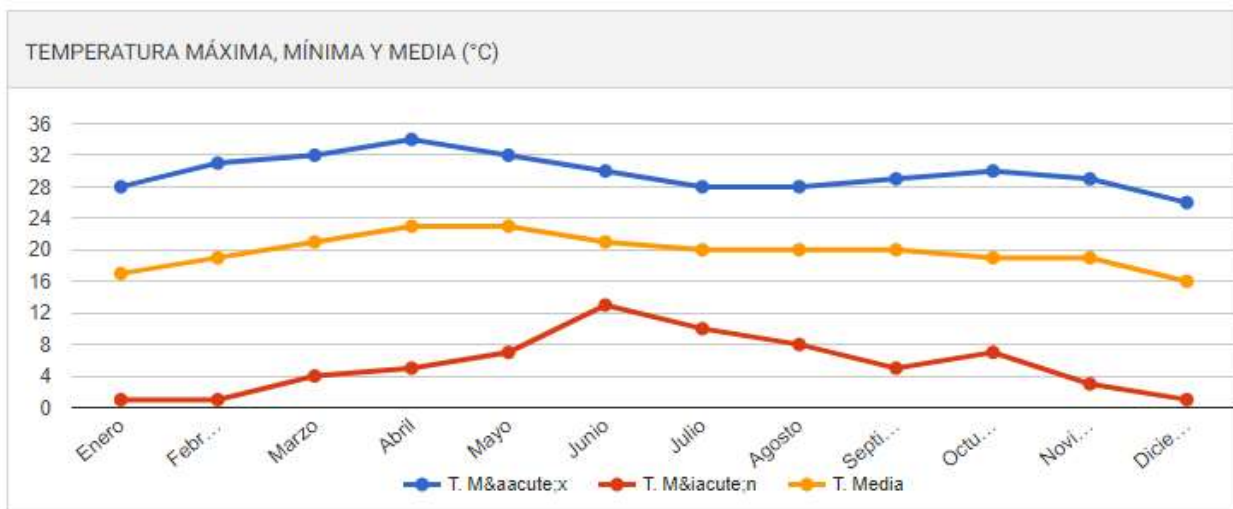
La mayor parte de las muestras se encontraron libres de mastitis clínica con valores inferiores a los 750,000 cs/ml lo que nos indica que en la zona el manejo de los animales ha sido adecuado por lo que en un 94% se encuentran en rangos libres de mastitis.



El incremento de la temperatura en el estado de Michoacán ha venido incrementando en los últimos 20 años según los registros del meteorológico (véase gráfica 1 y 2).

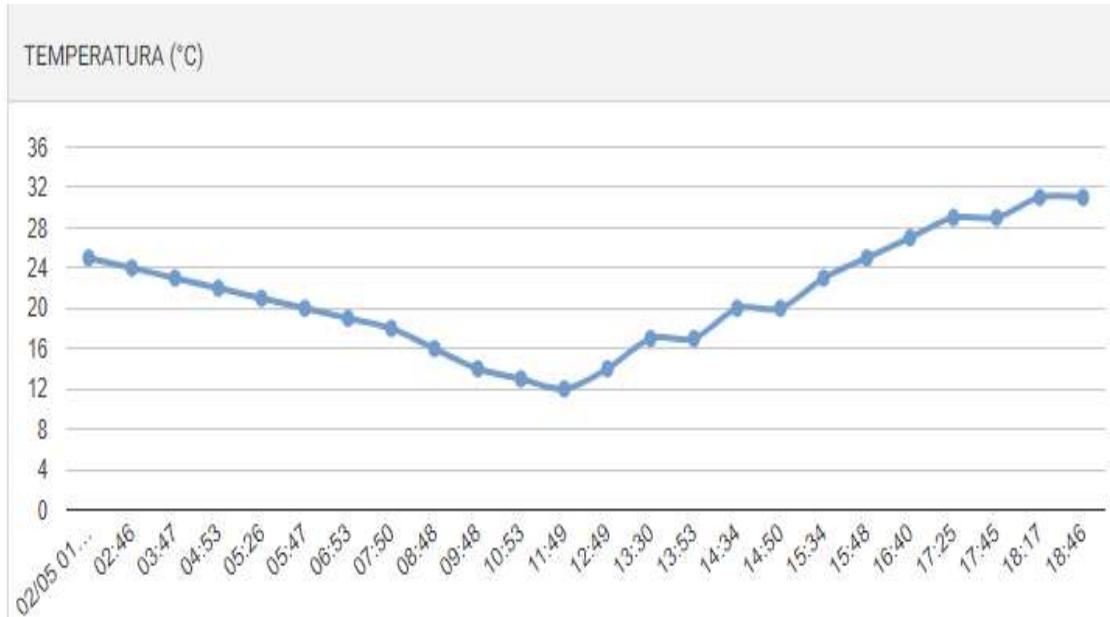
El cambio climático no ha tenido un impacto en la calidad de la leche bovina ya que según la Organización Panamericana de la Salud dice que la mayoría de bacterias patógenas prefieren la franja de temperatura de 35°C- 45°C para crecer; por lo tanto, estos últimos años no ha habido gran fluctuación en las temperaturas, más sin embargo, el alto conteo de células somáticas puede atribuirse a la falta de higiene durante y después del ordeño.

Gráfica 1. Fluctuación de temperatura de Morelia en el año 2000





Grafica 2. Fluctuación de temperatura en tiempo real de Morelia, Michoacán.



Fuente (Meteored, 2019).



CONCLUSIÓN

Se concluye que de acuerdo a los resultados obtenidos con el contador DeLaval cell counter en base a la clasificación que hace (Bedolla et al, 2018; Smith, 2010) y a la Norma Mexicana- NMX-F-700-COFOCALEC-2004, nos marca que la leche obtenida en la población de La Presa, Municipio de Morelia Michoacán, se considera de óptima calidad, en un 94% ya que cumple con lo establecido por la Norma citada con anterioridad.

De acuerdo con (Bedolla et al, 2018; Hernández et al, 2008), hace referencia que una ubre sana es aquella que ha tenido un conteo de células somáticas menor a 200,000cs/ml, por lo tanto, solo un 60% de la muestra es una leche de excelente calidad, más sin embargo, el 40% restante tiene mastitis subclínica.

El cambio climático no ha tenido impacto en la calidad de la leche del ganado bovino, ya que en su mayoría se ha producido leche de buena calidad para el consumo humano, lo anterior basándome en los resultados de temperatura en la toma de muestras los cuales no excedieron los 35° C, la Organización Panamericana de la Salud hace referencia a que la temperatura óptima para que las bacterias patógenas proliferen con mayor facilidad es superior a los 35° C.



Bibliografía

Aguilar, Aldrete, Arturo. 2016. El cambio climático afecta a la generación de leche en bovinos. Informador.MX. <https://www.informador.mx> (consultado en línea 25/Octubre/2019).

Alonso, Spilsbury Maria, Ramiro, Ramirez Necoechea y Jesus, Taylor Preciado Juan de. 2012. Redvet. [En línea] 2012. [Citado el: 20 de Febrero de 2019.] <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111112/111204.pdf>.

Angelica, S. 2014. Sistema de producción en bovinos. *SlideShare*. [En línea] 30 de Octubre de 2014. [Citado el: 22 de Febrero de 2019.] https://es.slideshare.net/Angelik_S/sistemas-de-explotacion-en-bovinos.

Arauz, S. Edil Enrique. 2011. Engormix. *La mastitis subclínica y su influencia en la producción, calidad y economía lechera y medidas de manejo estratégico para su prevención y control apropiado*. [En línea] 20 de Septiembre de 2011. [Citado el: 05 de Marzo de 2019.] <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/mastitis-subclinica-t28995.htm>.

Arias, A., R y P.C., Mader T. L. Escobar. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Scielo*. [En línea] 2008. [Citado el: 20 de Febrero de 2019.] https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X2008000100002.

Avilés, Ruíz R, Posadas, Valencias M y Martínez, Jaime O.A. 2018. *Evaluación de la Salud de la Ubre como Estimador de la Calidad de la leche de vacas en hatos familiares*. [En línea] 2018. [Citado el: 11 de Abril de 2019.] <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume3/4/5/62.pdf>.

Bedolla, C.C. 2008. RedVet. *Pérdidas económicas ocasionadas por la mastitis bovina en la industria lechera*. [En línea] 2008. [Citado el: 28 de Febrero de 2019.] <https://www.redalyc.org/pdf/636/63611952010.pdf>.

—. 2007. REDVET. *Métodos de detección de la mastitis bovina*. [En línea] 2007. [Citado el: 30 de Abril de 2019.] <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090907/090702.pdf>.



Blanco, Ochoa Miguel Ángel. 2016. Zootecnia de bovinos productores de leche. *Infolactea*. [En línea] 2016. [Citado el: 22 de Febrero de 2019.] http://infolactea.com/wp-content/uploads/2016/01/unidad_3_bovinosleche.pdf.

Elvis, A. H. 2013. SlideShare. *Mastitis bovina*. [En línea] 6 de Septiembre de 2013. [Citado el: 28 de Febrero de 2018.] <https://es.slideshare.net/elvis0000/mastitis-bovina-25972882>.

Espadas, Máximo. 2016. Anatomía de la ubre y la producción de la leche. [En línea] 2016. [Citado el: 30 de Abril de 2019.] http://www.remugants.cat/2/upload/anatomia_braguer_i_produccion_llet.pdf.

FAO. 2011. Leche y productos lácteos. [En línea] 2011. [Citado el: 25 de Febrero de 2019.] http://www.fao.org/tempref/codex/Publications/Booklets/Milk/Milk_2011_ES.pdf.

—. **2016.** Manual de composición y propiedades de la leche. *DEFINICIÓN, COMPOSICIÓN, ESTRUCTURA Y PROPIEDADES DE LA LECHE*. [En línea] 2016. [Citado el: 24 de Febrero de 2019.] http://infolactea.com/wp-content/uploads/2016/01/301105_LLECTURA_Revision_de_Presaberes.pdf.

—. **2018.** Portal lácteo. *Calidad y evaluación*. [En línea] 2018. [Citado el: 25 de Febrero de 2019.] <http://www.fao.org/dairy-production-products/products/calidad-y-evaluacion/es/>.

Fernández, Bolaños Omar Fernando, Graffe, Trujillo José Eduardo y Peña, Cabrera Jonh Jaiver. 2012. RedVet. *Mastitis bovina: generalidades y métodos de diagnóstico*. [En línea] 2012. [Citado el: 03 de Marzo de 2019.] http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/infecciosas/bovinos_leche/78-mastitis.pdf.

Garzón, Alfonso J. E. 2011. CAMBIO CLIMÁTICO: ¿CÓMO AFECTA LA PRODUCCIÓN GANADERA? [En línea] 2011. [Citado el: 20 de Febrero de 2019.] http://www.produccion-animal.com.ar/clima_y_ambientacion/68-cambio.pdf.

Gaytán, Juárez José Luis de Jesús. 2015. *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*. 2015.

González, Martínez Kevin. 2018. Enfermedades bovinas. *Mastitis bovina*. [En línea] 8 de Septiembre de 2018. [Citado el: 28 de Febrero de 2019.]



https://zoovetespasion.com/ganaderia/enfermedades-bovinas/mastitis/#mastitis_en_la_vaca.

González, Cu. Rafael, Gaspar de los Reyes, Molina Sánchez Baldomero Coca Vásquez. 2010. Calidad de la leche cruda. [En línea] 2010. [Citado el: 25 de Febrero de 2019.] https://www.uv.mx/apps/agronomia/foro_lechero/Bienvenida_files/CALIDADDELALACHECRUDA.pdf.

Hans, Andresen S. 2001. Scielo. *Mastitis: Prevención y control*. [En línea] 2001. [Citado el: 28 de Febrero de 2019.] <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v12n2/a10v12n2.pdf>.

Hernández, Reyes Juan Manuel y Bedolla, Cedeño José Luis Carlos. 2008. Redvet. *Importancia del conteo de células somáticas en la calidad de la leche*. [En línea] 12 de Agosto de 2008. [Citado el: 07 de Julio de 2018.] <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090908/090904.pdf>.

Inforural. 2012. Leche, sistemas de producción. [En línea] 27 de Agosto de 2012. [Citado el: 21 de Febrero de 2019.] <https://www.inforural.com.mx/leche-sistemas-de-produccion/>.

Izurieta, M Galo. 2017. Perdidas económicas por altos conteos de células somáticas en leche cruda. [En línea] 20 de Octubre de 2017. [Citado el: 10 de Julio de 2018.] <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/perdidas-economicas-altos-conteos-t41133.htm>.

López, Mario. 2017. Engormix. *El recuento de células somáticas*. [En línea] 20 de Febrero de 2017. [Citado el: 05 de Marzo de 2019.] <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/recuento-celulas-somaticas-t40270.htm>.

López, Rodríguez José Manuel. 2014. Ciencia veterinaria. *Mamitis bovina: definición, etiología y epidemiología de la enfermedad*. [En línea] 28 de Mayo de 2014. [Citado el: 03 de Marzo de 2019.] <http://cienciaveterinaria.com/mamitis-definicion-etilogia-y-epidemiologia/>.

Meteored. 2019. Meteored.com. *Histórico del clima en Morelia*. [En línea] 2019. [Citado el: 02 de Mayo de 2019.] <https://www.meteored.mx/morelia/historico>.

Ministro de agricultura y desarrollo rural. 2012. [En línea] 20 de Enero de 2012. [Citado el: 07 de Julio de 2018.] <https://www.minagricultura.gov.co/ministerio/direcciones/Documents/d.angie/Res%20%20000017%20de%202012.pdf>.



Nuestro-Mexico. s/f. La Presa (La Presa de Chiquimitío) - Michoacán de Ocampo. [En línea] s/f. [Citado el: 09 de Julio de 2018.] <http://www.nuestro-mexico.com/Michoacan-de-Ocampo/Morelia/Areas-de-menos-de-500-habitantes/La-Presa-La-Presa-de-Chiquimitio/>.

OCLA. 2018. Evolución de la producción mundial de leche. *infoleche*. [En línea] 18 de Abril de 2018. [Citado el: 20 de Febrero de 19.] <http://fepale.org/infoleche/2018/04/18/evolucion-de-la-produccion-mundial-de-leche/>.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). 2003. Cambio climático, compendio informativo. [En línea] 2003. [Citado el: 20 de Febrero de 2019.] http://unfccc.int/resource/iuckit/infokit_es.pdf.

SAGARPA. 2018. ¿Qué es el calentamiento climático o calentamiento global? [En línea] 2018. [Citado el: 11 de Febrero de 2019.] http://centro.paot.org.mx/documentos/sagarpa/Que_es_cambio_climatico.pdf.

Sánchez, Salas Jeffry. 2010. Interpretación y uso del conteo de células somáticas en la leche. [En línea] 2010. [Citado el: 11 de Abril de 2019.] http://eeavm.ucr.ac.cr/Documentos/ARTICULOS_PUBLICADOS/2010/156.pdf.

SEDESOL. 2007. MANUAL DE NORMAS DE CONTROL. [En línea] 06 de Junio de 2007. [Citado el: 07 de Julio de 2018.] file:///C:/Users/Manuel%20Mendoza/Downloads/calidad_de_leche_cruda.pdf.

SEMARNAT. 2009. Cambio climático, ciencia, evidencia y acciones. [En línea] 2009. [Citado el: 11 de Febrero de 2019.] https://www.conafor.gob.mx/biblioteca/cambio_climatico_09-web.pdf.

Smith, K. L. 2010. APROCAL. *Estandares para células somáticas en la leche*. [En línea] 2010. [Citado el: 27 de Mayo de 2019.] http://www.aprocal.com.ar/wp-content/uploads/estandares_para_celulas_somaticas.htm.pdf.

Useros, Fernandez J. L. 2010. El cambio climático: sus causas y efectos medio ambientales. [En línea] Febrero de 2010. [Citado el: 11 de Febrero de 2019.] <https://www.google.com/search?q=calentamiento+global+y+cambio+climatico+pdf&oq=calentamiento+global+y+cambio+climatico&aqs=chrome.1.69i57j0l5.12584j1j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>.

Vasquez, Livy. 2017. Tipos de explotaciones bovinas. *SliderShare*. [En línea] 18 de Septiembre de 2017. [Citado el: 21 de Febrero de 2019.] <https://es.slideshare.net/LivyVasquez/tipos-de-explotaciones-bovinas>.



Zela, Jesus María. 2005. Aspectos nutricionales y tecnologicos de la leche. [En línea] Julio de 2005. [Citado el: 25 de Febrero de 2019.] http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con3_uibd.nsf/7AE7E7AB111562710525797D00789424/%24FILE/Aspectosnutricionalesytecnol%C3%B3gicosdelaleche.pdf.

Zoetis. 2018. Principales Patologías por especies. [En línea] 2018. [Citado el: 28 de Febrero de 2019.] <https://www.zoetis.es/conditions/vacuno/mastitis.aspx>.