



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTECNIA

**“MASTITIS Y CALIDAD DE LA LECHE EN BOVINOS
LECHEROS”**

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERA ZOOTECNISTA

AUTORA: KARLA ESTEFANÍA VALLE SÁNCHEZ
DIRECTOR: ING. CARLOS ANDRES MANCHENO HERRERA MSc

Riobamba – Ecuador

2021

© 2021, Karla Estefanía Valle Sánchez

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

Yo, **Karla Estefanía Valle Sánchez**, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
Riobamba, 22 de diciembre del 2021.

Karla Estefanía Valle Sánchez
CI: 060596088-9

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTECNIA

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Trabajo Investigación “**MASTITIS Y CALIDAD DE LA LECHE EN BOVINOS LECHEROS**”, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Pablo Rigoberto Andino Najera MsC PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	_____	22/12/2021
Ing. Carlos Andrés Mancheno Herrera MsC DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	_____	22/12/2021
Ing. Santiago Fahureguy Jimenez Yanez MsC MIEMBRO DE TRIBUNAL	_____	22/12/2021

DEDICATORIA

A mis padres, que me apoyaron incondicionalmente en toda mi formación personal y profesional con sus consejos y motivación; a mis hermanos, especialmente a Gaby por haberme guiado durante toda su vida; a mi abuelita, familiares y amigos que de una u otra manera me dieron su apoyo; a mi hija Ivanna Gabriela, por ser mi mayor motivación y a Iván, por haberme acompañado en buenos y malos momentos.

Karla

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por haberme dado una hermosa familia, excelentes amigos, buenos compañeros y los mejores maestros. Un agradecimiento a todos mis maestros que me guiaron con los conocimientos necesarios para lograr ser una profesional, en especial a los miembros del tribunal que me instruyeron para la realización del trabajo de titulación, agradezco también a mis compañeros y amigos con quienes he compartido muchas experiencias y conocimientos en el transcurso de la carrera.

Karla

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE ANEXOS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I.....	3
1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	3
1.1. Generalidades de la ubre bovina	3
1.2. Estructura de la ubre.....	3
1.1.1. <i>Sistema secretor de leche y conductos</i>	5
1.1.2.. <i>Alveolo</i>	5
1.2. Síntesis de la leche.....	6
1.3. Mastitis.....	7
1.3.1. <i>Conceptos de mastitis</i>	8
1.3.2. <i>Factores que predisponen a la mastitis</i>	8
1.3.2.1. <i>Manejo</i>	9
1.3.2.2. <i>Factores físicos</i>	9
1.3.2.3. <i>Factores genéticos</i>	10
1.3.2.4. <i>Factores nutricionales</i>	10
1.3.3. <i>Formas de mastitis</i>	10
1.3.3.1. <i>Mastitis subclínica</i>	12
1.4. Agentes causantes de la mastitis	14
1.4.1. <i>Patógenos causantes de la mastitis ambiental</i>	15
1.4.2. <i>Patógenos oportunistas</i>	16
1.5. La leche	16
1.6. Impacto económico de la mastitis.....	19
1.6.1. <i>Pérdidas económicas por disminución de la producción de leche</i>	21
1.7. Calidad de la leche	22

CAPITULO II	24
2.1. <i>Búsqueda de la información bibliográfica</i>	24
2.1.1. <i>Plataformas digitales, científicas</i>	24
CAPITULO III.....	26
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
3.1. Estudio de la Anatomía y fisiología de la ubre de las vacas	26
3.1.1. <i>Evaluación de la ubre</i>	26
3.1.2. <i>Ancho, cm</i>	26
3.1.3. <i>Altura (puntos)</i>	28
3.1.4. <i>Profundidad</i>	29
3.2. Alteraciones en la composición química de la leche con mastitis versus sin mastitis	31
3.2.2. <i>Contenido de materia grasa</i>	33
3.2.3. <i>Contenido de Lactosa</i>	34
3.3. Agentes causantes de los diferentes tipos de mastitis y la calidad de la leche en bovinos lecheros	37
3.3.1. <i>Recuento de Bacterias Aerobias Mesófilas</i>	37
3.3.2. <i>Recuento de Células Somáticas</i>	39
CONCLUSIONES.....	42
RECOMENDACIONES.....	43
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

LISTA DE TABLAS

Tabla 1-1:	Formas de mastitis.....	11
Tabla 2-1:	Agentes patógenos que provocan la mastitis subclínica.....	15
Tabla 3-1:	Agentes causantes de la mastitis.....	16
Tabla 4-1:	Patógenos relacionados con la mastitis	17
Tabla 5-1:	Cambios en la composición de la leche ocasionados por la mastitis.....	23
Tabla 6-3:	Evaluación de contenido de proteína de la leche y el efecto de la mastitis sobre la calidad de la leche en bovinos lecheros	31
Tabla 7-3:	Evaluación de contenido de materia grasa de la leche y el efecto de la mastitis sobre la calidad de la leche en bovinos lecheros	33
Tabla 8-3:	Evaluación de contenido de lactosa de la leche y el efecto de la mastitis sobre la calidad de la leche en bovinos lecheros	35
Tabla 9-3:	Evaluación del recuento de <i>Recuento de Bacterias Aerobias Mesófilas</i> de la leche y el efecto de la mastitis sobre la calidad de la leche en bovinos lecheros	37
Tabla 10-3:	Evaluación del recuento de recuento de células somáticas de la leche y el efecto de la mastitis sobre la calidad de la leche en bovinos lecheros.....	40
Tabla 11-3:	Evaluación del ancho de la ubre de los bovinos lecheros y el efecto de la mastitis sobre la calidad de la leche	27
Tabla 12-3:	Evaluación de la altura de la ubre de los bovinos lecheros y el efecto de la mastitis sobre la calidad de la leche	28
Tabla 13-3:	Evaluación de la altura de la ubre de los bovinos lecheros y el efecto de la mastitis sobre la calidad de la leche	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1: Visión esquemática de la anatomía de la glándula mamaria.....	4
Figura 2-1: Estructura alveolar de la glándula mamaria.....	6

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A: MODIFICACIONES DE COMPONENTES DE LA LECHE CON MASTITIS

ANEXO B: AGENTES FRECUENTES DE MASTITIS Y PERDIDA DE PRODUCCION EN GANADO VACUNO DE LECHE

ANEXO C: CORRELACIÓN ENTE EL CONTEO DE CÉLULAS SOMÁTICAS /ML CON EL PORCENTAJE DE CUARTOS INFECTADOS EN UNA EXPLOTACIÓN LECHERA

ANEXO D: CORRELACIÓN ENTE EL CONTEO DE CÉLULAS SOMÁTICAS /ML CON LAS PÉRDIDAS ANUALES KG. DE GRASA BUTIROSA

RESUMEN

El objetivo del estudio bibliográfico fue describir las alteraciones provocadas por la mastitis en la leche, la recopilación de la información se realizó utilizando criterios de selección con un límite mínimo de 5 años atrás, recopilando bibliografía científica de sitios como Scielo, Academia.edu, Scopus, E-libro, Dspace, Google académico, etc. Se determinó que las mayores alteraciones que se reportaron fueron presencia de bacterias por contaminación microbiana para los indicadores evaluados, donde se obtuvo un incremento estadísticamente significativo con respecto al eslabón primario ya que la media fue $> 1 \times 10^6$ ufc/ml, para los microorganismos totales cultivados a 30°C , 1×10^5 ufc/ml y de 1×10^3 ufc/ml para coliformes totales y *Staphylococcus coagulasa* positivo, respectivamente. En la leche con mastitis las principales alteraciones están relacionadas con la presencia de *Staphylococcus aureus*, (311, 333 UFC/ml) y se ha relacionado como agente causal de brotes de enfermedades de transmisión alimentaria. En cuanto a la anatomía de la ubre se aprecia que los resultados de las investigaciones indican medidas de ancho de $18,79 \pm 0,15$ y $19,64 \pm 0,15$ cm, y que al comparlas con autores que han estudiado esta variable afirman que la mastitis produce inflamación de los cuartos mamarios, algunas vacas presentan dolor al tacto y la leche se encuentra visiblemente alterada por coágulos, descamaciones y a veces sangre. Con lo que se concluye, que las alteraciones que sufre la leche cuando la vaca presenta mastitis, existe descenso del contenido nutricional, de proteína (3,12%) materia grasa (3,77%) contenido de lactosa (4,14%), inclusive puede perderse la producción cuando se entrega a empresas que tienen mayores exigencias de calidad.

PALABRAS CLAVES: ANATOMÍA, FISIOLOGÍA, BOVINOS LECHEROS, MASTITIS, LECHE, ALTERACIONES, COMPOSICIÓN QUÍMICA, UBRE.



2062-DBRA-UTP-2021

ABSTRACT

The objective of the bibliographic study was to describe the alterations caused by mastitis in milk. The collection of information was carried out using selection criteria with a minimum limit of 5 years ago and by compiling scientific bibliography from sites such as Scielo, Academia.edu, Scopus, E-book, DSpace, academic Google, etc. It was determined that the greatest alterations that were reported were the presence of bacteria due to microbial contamination for the evaluated indicators where a statistically significant increase was obtained with respect to the primary link since the mean was $>1 \times 10^6$ ufc / ml, for the total microorganisms cultured at 30 ° C, 1×10^5 ufc / ml and 1×10^3 ufc / ml for total coliforms and coagulase positive *Staphylococcus* respectively. In milk with mastitis, the main alterations are related to the presence of *Staphylococcus aureus*, (311, 333 CFU / ml) and it has been related as a causal agent of outbreaks of foodborne diseases. Regarding the anatomy of the udder, it can be seen that the results of the investigations indicate width measurements of 18.79 ± 0.15 and 19.64 ± 0.15 cm, and that when buying them with authors who have studied this variable, they affirm that Mastitis produces inflammation of the mammary quarters, some cows have pain to the touch and the milk is visibly altered by clots, scaling and sometimes blood. It is concluded that the alterations suffered by the milk when the cow presents mastitis, there is a decrease in the nutritional content, protein (3.12%), fat (3.77%), lactose content (4.14%) and production can be lost when it is delivered to companies that have higher quality demands.

KEYWORDS: <ANATOMY> <PHYSIOLOGY> <DAIRY BOVINE> <MASTITIS> <MILK> <ALTERATIONS> <CHEMICAL COMPOSITION> <UBRE>

INTRODUCCIÓN

La leche se ha establecido como el alimento universal tanto para humanos como animales y es el producto básico de la industria lechera; la secreción de grandes cantidades de leche de alta calidad es el objetivo primordial de la vaca lechera moderna, se considera que la industria lechera existe a nivel mundial porque los consumidores demandan leche y subproductos lácteos, desde su infancia hasta su edad adulta. Para que esta industria sea rentable debe utilizar de forma eficaz y eficiente todos los recursos a su alcance, la leche es un alimento básico en la dieta humana por su alto contenido en proteína de alta calidad, así como por su aporte de energía (Mera, 2017, pág. 51).

Las características nutricionales, tecnológicas y sensoriales de la leche y el queso están principalmente ligadas a su composición (grasa, proteína, lactosa), con especial influencia del tipo de ácidos grasos (AG) y de la presencia de minerales y vitaminas. En este sentido, la alimentación del ganado es uno de los factores que mayor influencia tiene sobre la calidad de la leche. El consumo regular de leche por parte de las personas se remonta al momento en que los antepasados dejaron de ser nómadas y comenzaron a cultivar la tierra para alimentar a los animales capturados que mantenían junto al hogar. La leche es uno de los alimentos más completos, por ello muchos países consideran la producción y abasto de leche como prioridad nacional (Fuentes, 2016, pág. 63).

La leche es capaz de cubrir, por sí sola, las necesidades energéticas y de nutrientes de los mamíferos durante el periodo de lactancia, al no tener una adecuada higiene y manejo en el ordeño diario de las vacas se producirá la mastitis que es una erupción de la glándula mamaria y generalmente es el efecto de una epidemia microbiana ocasionada por patógenos. Se interpreta por diversos cambios físicos o químicos. La leche de vaca tiene un contenido medio del 3% de proteínas las cuales están compuestas por numerosas fracciones entre las cuales se encuentran caseínas que conforman el 80% del total y las proteínas séricas, el 20% restante. (Pastor, 2018, pág. 63).

Se considera una enfermedad común del ganado y es una de las enfermedades más importantes que afectan a la industria láctea en el mundo; porque causa enormes pérdidas económicas a todos los productores de leche a nivel mundial, ya sea por la disminución en cuanto a calidad y cantidad de la producción, el incremento de costos en el procesamiento o por servicios a animales y su pérdida dado el caso. La respuesta inflamatoria de la glándula mamaria puede estar provocada por 2 factores diferentes, que podemos denominar (soplar), mecánicos (manipular o agarrar) e infección. (Pastor, 2018, pág. 56).

Esta enfermedad se refleja en la infección de las glándulas mamarias, normalmente suelen producir mucha aflicción y daño en las vacas, como consecuencia se mermará la producción. El efecto más habitual para una muerte temprana de las vacas lecheras constituye en un porcentaje alto a los problemas de salud en la glándula mamaria, así como también de fertilidad, es necesario acotar que el tratamiento de la mastitis en vacas con antibióticos creará residuos en la leche, que van a afectar directamente sobre la calidad de los subproductos lácteos que se suministrarán a la población. (Rodríguez, 2016, pág. 25).

Cuando se realiza el ordeño de las vacas es necesario realizar un control adecuado de las enfermedades más frecuentes que pueden presentarse, entre las que se considera la mastitis clínica y subclínica, que son factores determinantes en la mayor rentabilidad de la explotación ganadera. Sin embargo, la mastitis sigue siendo, económicamente, uno de los problemas más importantes de hoy en día. Teniendo además otras consecuencias como la disminución de la producción, gastos económicos en tratamientos y por último el descarte de los animales (Abril, 2013, pág. 54).

Existen otros efectos como son la disminución en la producción, así como en los gastos económicos producto de la ejecución de tratamientos y como consecuencia final se deberá realizar el descarte de los animales, con sus respectivas consecuencias económicas. Entre las características de la leche proveniente de los cuartos afectados con esta patología tenemos: menor porcentaje de sólidos totales, proteínas, grasas y calcio; mientras que aumenta el contenido de bacterias además se pueden encontrar residuos de antibióticos en la leche afectando su calidad de una manera muy notoria (Fuentes, 2016, pág. 25).

Es necesario considerar que en nuestro país existe gran frecuencia de mastitis en los hatos lecheros, razón por la cual en la presente investigación se requiere dar a conocer cuáles son las alteraciones físicas y químicas que causan las bacterias en la leche, que es un alimento que se consume a diario en los hogares por lo tanto la prioridad del producto radica en ofrecer productos de calidad que aseguren la inocuidad de los mismos, puesto que la legislación exige que la leche cumpla con ciertos estándares para que no se consideren un foco de infección por la presencia de bacterias o restos de tratamiento que dañaran la salud del consumidor (Armenteros, 2017, p. 54).

Por lo expuesto anteriormente los objetivos fueron: Estudiar la anatomía de la ubre de hembras bovinas y su efecto en la presencia de mastitis. Realizar una comparación de la composición química de la leche con mastitis con la leche sin mastitis, de acuerdo con la literatura investigada, Identificar los agentes causantes de los diferentes tipos de mastitis.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Generalidades de la ubre bovina

La función de la glándula mamaria es la producción de leche con la finalidad de alimentar las crías de los mamíferos durante sus primeras semanas o meses de vida, histológicamente se considera como una glándula sudorípara modificada de tipo lóbulo alveolar. Se halla suspendida por fuera de la pared abdominal posterior se dice que es una glándula cutánea exocrina, que produce leche, para alimentar a las crías (Abril, 2013, p. 25).

La ubre de la vaca tiene un peso que oscila entre 25 y 60 libras o más excluyendo la leche. Las ubres deben tener un tamaño suficiente para producir grandes cantidades de leche, pero no ser tan grandes que debiliten la fijación al cuerpo de la vaca (Vasallo, 2018, p. 54).

Se conoce que el peso de la ubre de la vaca cambia con la edad, así como el estado de lactación, la cantidad de leche que se va a producir en la glándula, y las características genéticas del animal. Cuando la vaca es adulta la ubre puede llegar a pesar entre 14 y 32 kg, y cuando se trata de animales de alta genética su peso puede oscilar entre 10 y 114 kg en relación con el número de partos, producto de grandes volúmenes de leche que se producen en los ordeños (Franklin, 2020, p. 12).

1.2. Estructura de la ubre

Al referir a la estructura de la ubre se dice que está constituida por cuatro glándulas mamarias, reconocidas como cuartos, siendo cada uno de ellos una unidad funcional y opera por sí misma y drena la leche por medio de su propio canal. Por lo general, los cuartos posteriores son ligeramente más grandes y producen en promedio el 60% de la leche, los cuartos anteriores producen el 40% restante. La glándula mamaria es mantenida y sostenida en posición por los ligamentos suspensorio medio (elástico), y laterales (fibrosos) (Casanovas, 2019, pág. 41).

Los principales componentes estructurales de la ubre son (Casanovas, 2019, pág. 41).:

- Sistema de ligamentos suspensorios
- Sistema secretor y conductos receptáculos

- Ligamentos suspensorios.

A la ubre le mantienen suspendida un grupo de ligamentos y tejidos conectivos prácticamente adosados a la pared abdominal, la fortificación de los ligamentos es deseable debido a que ayudan a prevenir la alineación de una ubre colgante; todos estos factores minimizan el riesgo de lesiones; y evitan dificultades cuando se utiliza en la ganadería el equipo de ordeño (Franklin, 2020, p. 12).

En la ubre se observa que las mitades derecha e izquierda están alejadas claramente, mientras que el cuarto frontal y el trasero rara vez muestran alguna clara división externa, cuando se aprecia de lado la ubre, es necesario tomar en cuenta que la parte inferior debe estar nivelada, extenderse anteriormente y fijarse con fuerza a la pared abdominal del cuerpo (Calderón, 2019, p. 57).

Mientras que en la parte posterior la fijación de la ubre tiene que ser alta y amplia, y los cuartos individuales deben mostrar simetría, esas características externas contribuyen a la productividad durante la vida y constituyen criterios importantes utilizados para valorar el tipo del ganado lechero en las exposiciones y para la calificación de razas (Villegas, 2016, p. 12).

Las estructuras más importantes que soportan a la ubre se describen en la figura 1-1 (Mera, 2017, p. 25).

- Ligamento suspensorio medio.
- Ligamento suspensorio lateral.

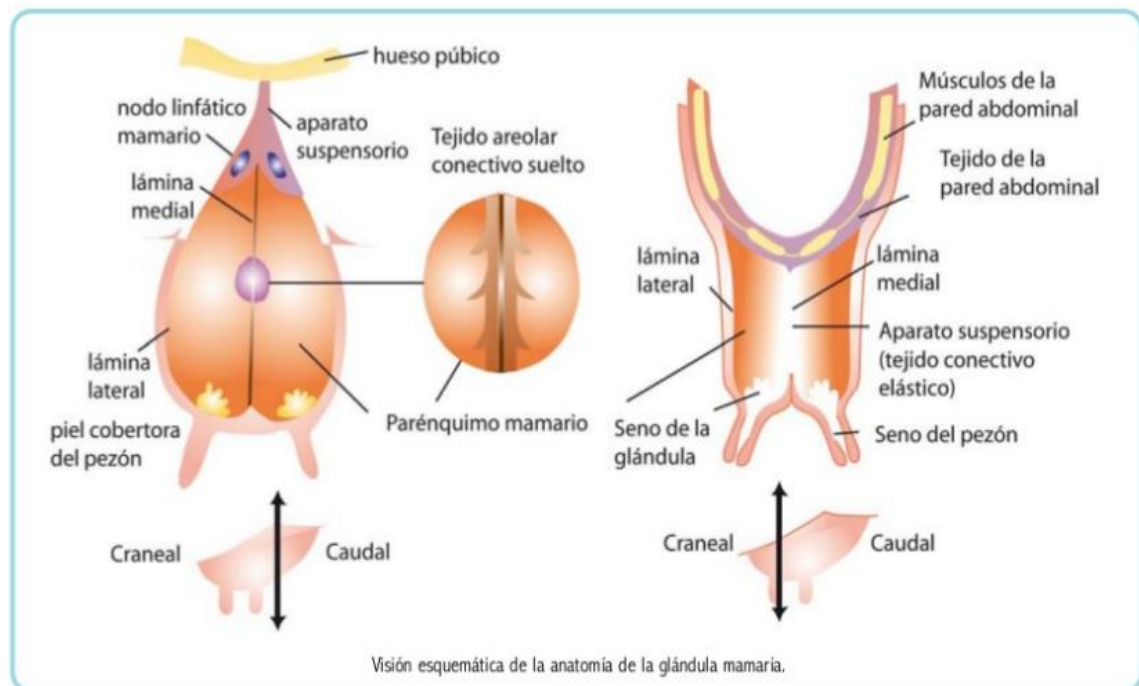


Figura 1-1. Visión esquemática de la anatomía de la glándula mamaria
Fuente: (Mera, 2017, p. 25).

1.1.1. Sistema secretor de leche y conductos

Básicamente el sistema secretor de leche está formado por dos componentes tisulares, que son el tejido glandular o parénquima y el estroma simbolizado por un sistema de tubos ramificados que terminan en extremidades abultadas en forma de alvéolos o acinos que están formando el parénquima (Mera, 2017, p. 25)..

En realidad, se compone de un gran número de lóbulos que a su vez se subdividen en lobulillos y estos en acinos formados por una membrana propia y dos filas de células, una interna de células alveolares responsables de la secreción de leche y una externa de células mioepiteliales responsables de la excreción láctea. Se describe que la ubre se considera una glándula exocrina, puesto que la leche es sintetizada en las células especializadas que se encuentran agrupadas en alvéolos, para luego ser excretada fuera del cuerpo de la vaca utilizando un sistema de conductos que se mueven de la misma forma que los afluentes de un río, su excelencia nutricional radica fundamentalmente en dos mecanismos que se describen a continuación (Cárdenas, 2018, p. 85)

- La fracción lipídica, que está formada fundamentalmente por ácidos grasos saturados, monoinsaturados, y poliinsaturados.
- La fracción proteica, que es donde se encuentran las caseínas, las proteínas del lactosuero, y las proteínas de la membrana del glóbulo graso, (Bedolla, 2017, p. 3).

1.1.2. Alveolo

La unidad funcional de producción de leche es el alveolo, que es una esfera cóncava que posee una pared con una única capa de células secretoras de leche estructuradas. Los capilares sanguíneos y células mioepiteliales que son células similares a las musculares rodean el alvéolo, y la leche secretada se ubica en la cavidad interna. Las funciones del alvéolo se describen a continuación en los siguientes apartados (Villegas, 2016, p. 41).

- Recepción de los nutrientes o los precursores circulantes en la sangre.
- La transformación de estos precursores en nutrientes de la leche.
- Y sobre todo la descarga de la leche dentro del lumen.

Tanto los alvéolos como los conductos terminales como son microscópicos, se componen de una capa simple de células epiteliales, se conoce que la función de las células que forman estas estructuras es la de retirar nutrientes de la sangre, transformarlos en leche y descargar esta última

en el lumen de cada alvéolo. La estructura de los túbulos terminales y alvéolos varía con las etapas de la preñez, la lactancia y la involución mamaria (Villegas, 2016, p. 41).

Durante la lactancia, en la condición de desarrollo completo de la ubre diversos alvéolos se agrupan en lobulillos, y varios lobulillos se reúnen en lóbulos, que son visibles a simple vista, siendo éste un patrón de desarrollo lóbulo alveolar. Existen bandas de tejido conectivo que envuelven a los lobulillos y los lóbulos, los llamados alvéolos se fijan en fibrillas delicadas de tejido conectivo que se hacen más evidentes bajo el microscopio conforme las células secretoras se pierden durante la lactancia avanzada como se indica en la figura 2-1 (Franklin, 2020, p. 42).

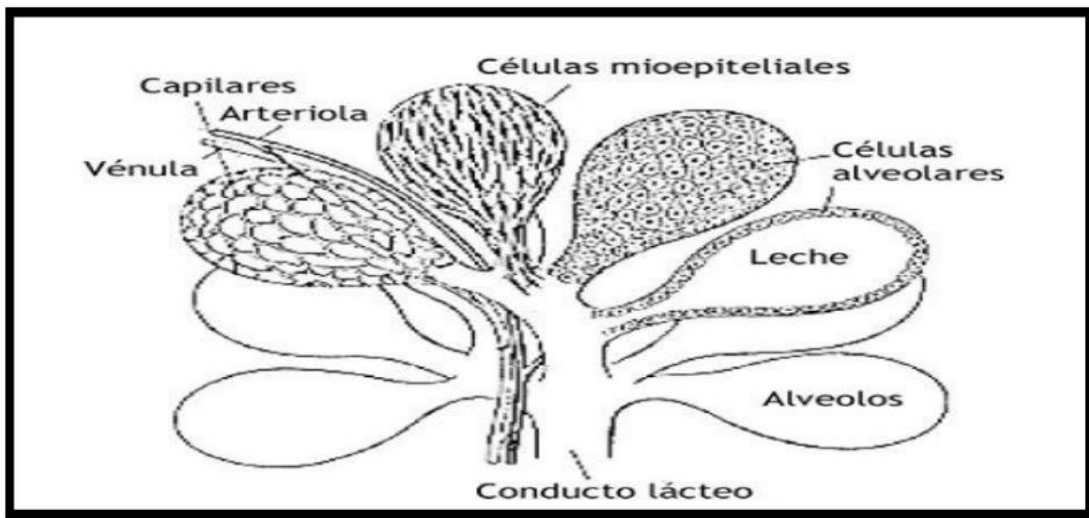


Figura 2-1. Estructura alveolar de la glándula mamaria

Fuente: (Franklin, 2020, p. 42).

Cuando se realiza una evaluación de la glándula mamaria se determinó que el diámetro del alvéolo fue de 0,25 hasta 0,5 mm, se aprecia que se ubican juntos en cantidades de 150 hasta 200 y drenados mediante los canales lactíferos, se requiere de 12 hasta 50 por glándula para formar los lóbulos, que se dirigen al seno lactífero (Franklin, 2020, p. 42).

El seno lactífero cuenta con dos cavidades que se denominan la cisterna de la glándula y la cisterna del pezón, se describe que la agrupación de alvéolos forma el lóbulo, de la misma manera se conoce que las células contráctiles se encuentran alrededor de los alvéolos y ductos y son concernientes con la refracción de salida de la leche (Navarro, 2016, p. 52).

1.2. Síntesis de la leche

A nivel de la ubre se produce la síntesis de la leche en el que participan múltiples factores, dividiéndose en tres grupos, que se describen a continuación (Pastor, 2018, p. 25).

- Los factores endógenos que son de naturaleza genética.
- Los factores ambientales como son principalmente la nutrición.
- Los factores externos de productividad, que se relacionan con signos externos morfológicos.

La irrigación de la sangre en la glándula mamaria de la vaca debe ser potente para garantizar un elevado aporte sanguíneo que se desarrolla luego del parto debido a la sangre destinada ulteriormente al útero durante la gestación hacia la glándula durante la lactación. En los rumiantes el riego arterial procede de la arteria pudenda externa que atraviesa el conducto inguinal y se divide en dos arterias mamarias (Pastor, 2018, p. 25).

Las arteriolas se dividen en el tejido mamario constituyendo una red rica capilar dispuesta alrededor de los alvéolos y últimamente existe una amplia red de plexos venosos en los que la sangre circula muy mansamente y un importante sistema de vasos linfáticos, la sangre retorna de la glándula mamaria en la vaca por tres troncos principales (Reza, 2016, p. 25):

- La vena pudenda externa, que traspasa el conducto inguinal;
- La vena subcutánea abdominal que se considera la vena de la leche y que desemboca en la vena cava craneal y por último
- La vena basal caudal, que drena en la vena cava caudal.

1.3. Mastitis

El efecto importante de las condiciones de higiene y sanidad en las explotaciones lecheras se reflejan en la calidad microbiológica de la leche, es por esto por lo que se afirma que cuanto mayor sean los cuidados aplicados a la obtención higiénica de la leche y a la sanidad de las vacas productoras de ella, menor será la contaminación y carga microbiana en la misma (Reza, 2016, p. 25).

De la misma manera cuando se presentan corrales libres de estiércol y lodo, salas de ordeño limpias, equipos de ordeño funcionando de manera adecuada y una rutina de ordeño correcta, resultarán en una baja incidencia de mastitis, lo cual se manifestará con bajos valores en los recuentos de células somáticas (Fuentes, 2016, p. 16).

Es decir que este recuento de células somáticas es un indicador de la concentración de leucocitos dentro de los cuales se anota los macrófagos, linfocitos y neutrófilos, y células epiteliales en un

mililitro de leche y es el método clásico aceptado por diversos países para monitorear el estado de salud de la glándula mamaria (Navarro, 2016, p. 26).

1.3.1. Conceptos de mastitis

El vocablo mastitis se deriva de dos palabras griegas que son “mastos”, que quiere decir “mamas” e “itis” que significa “hinchazón de”, por lo tanto, la inflamación es la respuesta de los tejidos productores de leche en la ubre a una lesión traumática o la presencia de microorganismos infecciosos u otros agentes que han ingresado a la ubre. El propósito de la respuesta inflamatoria es destruir o neutralizar el agente ofensivo, reparar los tejidos dañados y retomar la glándula a su función normal (Medina, 2017, p. 51).

Se considera que la mastitis es una afección complicada que se puede explicar como una tumefacción de la glándula mamaria, causada más comúnmente por una contaminación intramamaria por un ente contagioso o una herida, es decir una que es menos frecuente por alergia y neoplasias, desde el punto de vista de su signología, esta infección se divide en clínica y subclínica. En la mastitis clínica, el cuarto afectado se inflama, existe dolor, edema, presencia de coágulos y grumos y se torna amarilla o rojiza por la presencia de pus o también de sangre (Calderón, 2019, p. 52).

Una patología de origen multifactorial es la mastitis que es provocada por un sin número de microorganismos que continuamente cambian su dinámica ecológica por las invariables mutaciones que sufren los agentes etiológicos que hace muy difícil su tratamiento y erradicación, además de la resistencia de los animales por el mal uso de los antibióticos para tratar esta enfermedad (Calderón, 2019, p. 26).

A través del conducto glandular o pezón, los microorganismos se mueven del exterior al interior de la ubre desenlazando una inflamación en el tejido mamario, dando lugar a la formación de múltiples desordenes como la fibrosis, atrofia del tejido mamario, abscesos o gangrena en casos graves y edema inflamatoria, en el peor de los panoramas la pérdida total o parcial de la ubre (Mera, 2017, p. 42).

1.3.2. Factores que predisponen a la mastitis

Las tipologías comunes que se registran en la ubre y su manifestación al ambiente hacen de esta glándula, un sistema receptor de lesiones, al igual que su sistema anatómico puede, bajo ciertas

circunstancias, facilitar la entrada y ascenso de microorganismos desde el exterior de la ubre y el conducto del pezón (Albán, 2018, p. 12).

1.3.2.1. Manejo

Con respecto al manejo de las vacas es necesario considerar que los especímenes causantes de la mastitis se encuentran en varios entornos, por lo tanto es importante considerar la fuente y formas de transmisión de esta enfermedad, para lo cual se deberá tener mucha precaución sobre todo el momento de la limpieza general de las vacas y su alojamiento, como también buenos procedimientos de manejo especialmente en el proceso de ordeño, son las formas efectivas de controlar la difusión de la mastitis (Albán, 2018, p. 42).

Las dos fuentes de contaminación de la leche más significativas probablemente sean los equipos y utensilios empleados en la obtención y recolección, así como también las superficies que entran en contacto con el producto es decir la leche, incluidas las manos de los ordeñadores y del resto del personal. La calidad microbiológica de la leche cruda cambia significativamente durante su manejo y transporte, especialmente cuando no se cuenta con los medios para su enfriamiento inmediato una vez obtenida de la vaca (Corbellini, 2020, pág. 65).

1.3.2.2. Factores físicos

Un serio problema de la industria lechera constituye la mastitis que es una enfermedad muy costosa y que se presenta en todo el mundo, que induce a la disminución de la producción de leche debido a que llega a porcentajes que oscilan entre el 4 al 30%, de la misma manera reduce la calidad de leche, incrementa los costos del cuidado de la salud del hato y ocasiona un desecho prematuro de animales que suelen ser genéticamente mejorados (Navarro, 2016, p. 26)..

La mastitis es una enfermedad que irrumpe en la ubre, es ocasionada ya sea por contusiones físicas o por desaseo de las ubres al momento del ordeño, así como también por el mal uso de máquinas de ordeño, deficiente sellado post-ordeño, entre otros factores, que permiten la entrada de microorganismos perniciosos a las glándulas mamarias, provocándoles un daño a largo plazo.

(Fuentes, 2016, pág. 61).

- **Lesiones o heridas físicas:** provocan daños en la epidermis del pezón, si se produce una apertura del canal, no es habitual una recuperación adecuada, por lo tanto el riesgo de entrada de bacterias a la glándula a través de esa lesión es mayor y se degenera en nuevas infecciones con elevados recuentos de células somáticas.

- **Sobre el Personal:** que se encuentra en el sector de ordeño, es uno de los elementos más importantes en la producción, sin embargo, es exiguo el interés que la administración de los establos emplea en su elección e inspección, el ordeñador es la primera fuente de diseminación de organismos patógenos promotores de la mastitis.

1.3.2.3. Factores genéticos

La mastitis en las vacas es sin lugar a dudas una de las enfermedades más frecuentes y por lo tanto la más estudiada en el contexto de las numerosas patologías que afectan a la especie bovina y particularmente en las razas productoras de leche, es un hecho que algunas vacas presentan una mayor susceptibilidad a la mastitis que otras, los factores estructurales sobre todo del canal del pezón son importantes en la regulación de la entrada de microorganismos patógenos (Navarro, 2016, p. 26).

Diversos investigadores afirman que, si el tono de las estructuras anatómicas de la apertura del pezón es reducido, lo que es un carácter heredable, la resistencia a la entrada de los microorganismos efectivamente será menor. Por lo tanto, se recomienda que se deberá seleccionar genéticamente vacas con diámetro pequeño del canal del pezón, lo que hará que la frecuencia de mastitis evidencie una franca disminuya (Cárdenas, 2018, p. 21).

1.3.2.4. Factores nutricionales

Cuando se evidencia la mastitis en las vacas se aprecia que las bacterias resisten distintos nichos ecológicos, por lo tanto, también su proceso de difusión e infección, sin embargo, no es complejo su control. Las situaciones de estrés como son factores climáticos, nutricionales, entre otros, suelen complicar los casos subclínicos, aumentando la prevalencia de casos clínicos, así como los recuentos celulares en leche de tanque, posiblemente debido a cambios nutricionales y/o hormonales que influyen negativamente los mecanismos de defensa (Navarro, 2016, p. 26).

La mastitis suele ser más evidente cuando la vaca se encuentra en el periodo de periparto, donde, al igual que en la etapa de secado, son también máximas las tasas de nuevas infecciones, la alimentación de la vaca lechera es de gran trascendencia ya que si es buena mantiene una producción de leche óptima; esto compone un factor de influencia en el aspecto fisiológico que suele desatar la mastitis clínica en vacas. (Cárdenas, 2018, p. 21).

1.3.3. Formas de mastitis

La mastitis es una afección muy frecuente en las vacas lecheras y es causante de pérdidas económicas para el ganadero, debido a que afecta a salud del animal y a la calidad de la leche producida. Si la vaca no recibe atención veterinaria la mastitis puede llegar hacerse crónica, en cuyo caso el ganadero tendrá que sacrificar la vaca, pueden establecerse diversos tipos de mastitis bovina según el agente patógeno, que se describen a continuación en la tabla 1-1 (Calderón, 2019, p. 29).

A la mastitis clínica se la define como una anomalía en la glándula mamaria de la vaca, que se analiza fácilmente, la forma de diagnóstico es el enrojecimiento, tumefacción o dolor en la ubre, debido a esto, la leche puede exponer una apariencia poco común y su rendimiento y calidad desmejoran bastante, en varios casos, hay incremento de la temperatura rectal, letargo, anorexia y por último la muerte. (Rodríguez, 2016, p. 52) .

Tabla 1-1: Formas de mastitis

Formas de mastitis	Vaca	Ubre	Leche
Clínica hiper aguda	Muy enferma puede morir. No tiene coordinación muscular	Fibrosis mamaria. Puede agravarse.	Frecuentemente aguada y con manchas de sangre.
Clínica aguda	No hay cambios observables.	El cuarto afectado se muestra duro, rojo e inflamado.	Purulenta y acuosa.
Clínica sub aguda	No hay cambios observables.	El cuarto afectado puede estar inflamado.	No se ven cambios, pero la producción puede reducirse.
Subclínica	No hay cambios observables.	No hay cambios observables.	No hay cambios observables.

Fuente: (Calderón, 2019, p. 29).

En ciertos casos la infección de los cuartos mamarios es acompañada de signos clínicos que se reflejan en las vacas con una inflamación mamaria y una enfermedad sistémica, por lo que es diagnosticada entonces como mastitis clínica que es una anomalía fácilmente observada por los ganaderos en cualquiera de los dos casos: ya sea en la leche y/o en la ubre, es un problema que subsiste en muchos hatos lecheros (Acuña, 2018, p. 39).

Las grandes variaciones en la eficacia de curación determinan que el conocimiento del agente causal sea un aporte fundamental para delinear un protocolo de terapia antibiótica sobre una base racional (Bedolla, 2017, p. 53).

1.3.3.1. *Mastitis subclínica*

Es aquel proceso inflamatorio que no produce los signos típicos de inflamación, calor, dolor, tumor, rubor, ni cambios macroscópicos de la secreción láctea. El cuadro clínico de esta enfermedad puede variar desde una inflamación sobre aguda con toxemia y muerte del animal, hasta casos inaparentes que solo pueden ser detectados a través de pruebas diagnósticas especiales, (Cárdenas, 2018, p. 21)..

La mastitis subclínica manifiesta una agrupación de bacterias en conjunto con un conglomerado de células somáticas de la leche infectada, cuando se presenta mastitis subclínica los cambios no son instantáneos en la leche o en la ubre, estos se pueden analizar con la prueba de California Mastitis Test (CMT), la cual expone una alteración en la estructura interna de la leche debido a factores inflamatorios, que disminuyen su producción. (Cárdenas, 2018, p. 21).

La mastitis subclínica no es detectada a tiempo, por lo que se hace indispensable realizar un conteo frecuente de células somáticas a través de pruebas de laboratorio y cultivos bacteriológicos, sin lo cual el impacto económico será mucho mayor por una producción menor de leche y el incremento de estas células en los tanques de enfriamiento. (Cuayla, 2017, p. 54).

Se ha determinado que la mastitis subclínica es mucho más difícil de localizar y curar, la vaca aparenta normalidad y la leche no tiene cambios organolépticos (olor, color, sabor), siendo la mayor causa de una disminución notable de la producción en los hatos. La infección se contrae por *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus agalactiae* ocasionando una pérdida de funciones en los alvéolos implicados. (Cuayla, 2017, p. 54).

Esta afección (mastitis), presenta dos principales consecuencias en la salud del animal, en primera instancia aumenta la presión intramamaria y en segunda la leche residual ayuda a un progreso de la infección notable. Este tipo de mastitis posee un rendimiento menor en la producción de leche, composición con alteraciones y la presencia de bacterias en la leche. (Cárdenas, 2018, p. 21).

Se evidencia un incremento de los electrolitos exactamente los iones de sodio y cloro, debido a que después de la irrupción bacteriana son evidentes la obstrucción de los conductos intralobulares, congestión capilar y edematización del tejido secretor, lo cual altera la constitución de la leche, cómo se indica a continuación (Fuentes, 2016, p. 43).:

- Desciende la calidad y cantidad de caseína sintetizada
- Se reduce la grasa butirosa y la lactosa
- Se incrementa la concentración de sodio
- Existe un aumento de los cloruros
- Se aprecia un incremento de las proteínas del suero sanguíneo
- Así como aumentan enzimas
- Finalmente aumentan las células somáticas

Para conocer más profundamente los agentes patógenos de la mastitis subclínica se realiza una clasificación de la mastitis de acuerdo con su nivel de gravedad, en los siguientes aspectos (Armenteros, 2017, p. 25)

- La mastitis clínica subaguda: que es una forma de inflamación moderadamente clínica; cuando, se presenta en las vacas existen alteraciones leves como coágulos, apariencia acuosa o flóculos pequeños, que pueden estar ligeramente inflamados, ocasionando una reducción en la producción de leche sin manifestación de problemas sistémicos.
- Mastitis clínica aguda: se caracteriza por la ubre rojiza, endurecida, inflamada, y sensible al tacto. La leche se ve anormal, de suero aguado o sanguinolento, aminorando gravemente la producción. Se añaden síntomas como: disminución de la función ruminal, postración, temblores, diarrea, pulso acelerado y depresión.
- Mastitis clínica hiperaguda: este caso es raro; se caracteriza por un desarrollo activo; los síntomas exteriorizados son los mismos que en el anterior caso de la mastitis clínica aguda, pero es mucho más grave por las dolencias agregadas que incluyen: reducción del reflejo pupilar, septicemia, fiebre, choque, fibrosis de la ubre, extremidades frías.
- Mastitis crónica: es la que tiene una mayor duración y se puede presentar como en los previos casos o con una infección subclínica, con exposición clínica repentina e intermitente; los síntomas son de tejido fibroso, alteraciones en tamaño y forma de éste y reducción de la utilidad en la leche.

- Mastitis no específica: denominada también mastitis aséptica o mastitis no bacteriana; se caracteriza por un incremento progresivo del conteo de células somáticas en las muestras de leche; puede deberse a trastornos físicos en la glándula mamaria, irritaciones químicas, por el uso de productos para tratar la mastitis o por el manejo inadecuado de las máquinas de ordeño.

1.4. Agentes causantes de la mastitis

La mastitis en las vacas se presenta como una reacción inflamatoria de la glándula mamaria, y produce alteraciones físicas y químicas en la leche, aumento del número de células somáticas por la presencia de microorganismos patógenos y finalmente cambios como es la pérdida de la funcionalidad. En la glándula mamaria bovina se han identificado hasta 140 especies, subespecies y variedades microbianas (Fuentes, 2016, p. 43).

Esta enfermedad es producto de más de 100 especímenes diferentes de microorganismos patógenos y el 95% de estas infecciones se deben a cinco bacterias: *S. aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus uberis* y *S. epidermidis*, uno de los microorganismos más usuales es el *Escherichia coli*, mientras que la mastitis subclínica se debe al *Staphylococcus aureus*, que se manifiesta por largos periodos de tiempo, lo que visualmente es muy leve en la ubre de la vaca. (Abril, 2013, p. 52).

Estos microorganismos clásicamente causantes de infección intramamaria o mastitis en las vacas se clasifican en patógenos ambientales y contagiosos; considerando su asociación epidemiológica y a su propensión a la infección oportunista, dependiendo, asimismo, de su recopilación inicial y el entorno contra el cuarto de la glándula mamaria afectada. (Bedolla, 2017, p. 51).

En promedio del 90 al 95% de los casos se producen por cuatro microorganismos, los cuales son *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus uberis*, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus dysgalactiae*. Existen adicionalmente otros gérmenes para la inflamación de la ubre que son los *Streptococcus*, los *Staphylococcus* los *Coliformes*, *Corynebacterium pyogenes*, las *Pseudomonas* y levaduras. Los que se encuentran con menos continuidad son los microplasma, *Bacilo céreus*, *Nocardias*, hongos, entre otros, los cuales se señalan en la tabla 2-1 (Reyes, 2017, p. 21).

Los microorganismos patógenos que son causantes del contagio de la mastitis son organismos que se transmiten de una vaca a la otra, en el reservorio primario se encuentran la mayoría de los patógenos y esto limita al proceso del ordeño. (Bedolla, 2017, p. 25).

Tabla 2-1: Agentes patógenos que provocan la mastitis subclínica

Frecuencia de la infección	Microorganismos	Fuente
Infección más común en la mayoría de los hatos lecheros	<i>Streptococcus agalactiae</i>	Ubres de otras vacas Ubres
	<i>Streptococcus dysgalactiae</i>	Ubres infectadas, material fecal, ambiente del establo
	<i>Streptococcus uberis</i>	
	<i>Enterococci</i>	
	<i>Staphylococcus aureus</i>	Ubres infectadas y manos de operarios
Problemas esporádicos y problemas ocasionales en el hato	<i>Escherichia coli</i> , <i>Enterobacter sp.</i> , <i>Citrobacter sp.</i> , <i>Klebsiella sp.</i>	Material fecal y agua contaminada

Fuente: (Bedolla, 2017, p. 25) .

1.4.1. Patógenos causantes de la mastitis ambiental

Las bacterias patógenas que la vaca puede adquirir del ambiente a diferencia de los microorganismos contagiosos son transmitidos durante el proceso de ordeño por el ambiente que sirve como la fuente primaria de estos organismos, debido a que las estrategias de control cambian para patógenos contagiosos y ambientales, es necesario identificar los microorganismos involucrados en los casos de mastitis a nivel local, para desarrollar un programa de control efectivo de acuerdo a los agentes causantes de estos trastornos, (Bedolla, 2017, p. 25).

Por lo que es necesario realizar cultivos bacteriológicos de la leche de los cuartos de las ubres afectadas, como se indica en la tabla 3-1, para realizar el análisis bacteriológico necesario. Las fuentes de patógenos ambientales incluyen los que se presentan a continuación:

- Materiales que forman la cama
- Estiércol
- Suciedad y lodo
- Agua estancada
- Alimento

Tabla 3-1: Agentes causantes de la mastitis.

Patógenos contagiosos	Patógenos ambientales	Patógenos oportunistas
<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Pseudomona spp</i>
<i>Streptococcus agalactiae</i>	<i>Klebsiella spp.</i>	Levaduras
<i>Corynebacterium spp</i>	<i>Streptococcus dysgalactiae</i>	<i>Prototheca spp.</i>
<i>Mycoplasma spp</i>	<i>Streptococcus uberis</i>	<i>Serratia marcescens</i>
	<i>Enterococcus spp</i>	<i>Serratia marcescens</i>

Fuente: (Ruiz, 2018, p. 145).

1.4.2. Patógenos oportunistas

El principio de los microorganismos perjudiciales es el ambiente de la vaca, así como el modo de dispersión primordial es del entorno mediante un manejo inadecuado del primero, son denominados patógenos oportunistas, ciertos ejemplos incluyen la cama húmeda, terrenos sucios, ubres mojadas por la leche, preparación inadecuada de la ubre y los pezones antes del ordeño, sistemas de estabulación que favorecen las lesiones en los pezones, y la exposición de los cuartos no infectados a los patógenos ambientales que puede ocurrir en cualquier momento durante la vida de una vaca, (Bedolla, 2017, pág. 52).

1.5. La leche

A la leche se le considera como uno de los alimentos nutritivos más completos recomendado por la organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización de las Naciones Unidas para la educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) como elementos que no pueden faltar para la nutrición humana, especialmente para los infantes. Dicho alimento, cuando no tiene un buen manejo ya sea en su proceso de producción, transformación o distribución, se considera un vehículo ideal para transferir enfermedades tanto de tipo zoonóticas como las ocasionadas por las leches contaminadas con microorganismos patógenos (Arango, 2017, pág. 54).

Además, se afirma que se conoce por leche al producto íntegro normal y fresco obtenido del ordeño higiénico e ininterrumpido de vacas sanas, además, debe estar limpia, libre de calostro y de materiales extrañas a su naturaleza. La leche deberá presentar olor, sabor, color y aspecto

característico del producto, desde el punto de vista físico-químico, en la tabla 4-1, se describe los microorganismos patógenos relacionados con la mastitis (Bedolla, 2017, p. 25).

Tabla 4-1: Patógenos relacionados con la mastitis.

	Patógenos principales asociados a la ubre contagiosos	Patógenos principales asociados al medio ambiente	Patógenos menores asociados a la ubre
Agente patógeno	<i>S. Agalactiae</i> <i>S. aureus</i> <i>G Scc. L- Scc</i> (<i>S. disgalactiae</i>)	(estrep. esc. pos.) (<i>S. uberis</i> , <i>esterococos</i>) Cepas coliformes	Estafilococos Coagulasa positivos Corinebacterias <i>C.bovis</i>
Reservorio	La ubre	El medio ambiente La piel de la ubre	La piel de la ubre El canal lineal (<i>C. bovis</i>)
Transmisión	Al ordeño	En cualquier tiempo	En cualquier tiempo
Profilaxis	Higiene al ordeño	Factores	Factores

Fuente: (Bedolla, 2017, pág. 52).

Por lo tanto la leche es un líquido compuesto de sustancias orgánicas entre los cuales se incluyen los glúcidos, lípidos, proteínas y vitaminas y de sustancias minerales como son el calcio, sodio, potasio magnesio y cloro, con presencia elevada de ácidos grasos saturados y vitaminas liposolubles principalmente A y D, suspensión para proteínas, entre ellas caseínas y lacto albuminas, en forma de micelas y solución para lactosa entre otros componentes, (Calderón, 2019, pág. 25). Se deben considerar varios aspectos al existir riesgos de salud para el consumidor:

- Los riesgos farmacológicos – ticológicos
- Los riesgos microbiológicos que fomentan el incremento de bacterias patógenas en la microbiota intestinal.
- Riesgos inmunopatológicos como son las alergias.

Según (Mera, 2017, pág. 15), se deberá tomar en cuenta las siguientes definiciones de leche que se describen a continuación:

- **Leche:** se considera como el producto íntegro de la secreción mamaria normal sin adición ni sustracción alguna y que ha sido obtenida mediante el ordeño.

- **Leche cruda entera:** Es el producto íntegro no alterado ni adulterado especialmente con agua, del ordeño higiénico, regular y completo de vacas sanas y bien alimentadas, sin calostro y exento de color, olor, sabor y consistencia anormales y que no ha sido sometido a procesamiento o tratamiento alguno.
- **Leche pasteurizada:** es aquella leche que ha sido sometida a un tratamiento térmico específico y durante un tiempo determinado, con el fin de lograr la completa destrucción de los organismos patógenos que pueda contener la leche, sin modificar apreciablemente su composición, sabor, aroma o valor nutricional.
- **Leche ultra pasteurizada:** Es la que ha sido sometida a un proceso rápido de alta temperatura, sin causar modificaciones considerables, en su composición, sabor, ni valor alimenticio, obteniéndose un producto comercialmente estéril.
- **Leche Higienizada:** Es aquella considerada como Leche, Leche cruda y Leche íntegra o entera que ha sido sometida a uno de los procesos de Leche pasteurizada, Leche ultra pasteurizada y Esterilización comercial.
- **Leche homogenizada:** Es aquella que ha sido procesada de manera tal, que los glóbulos grasos han sido fragmentados a tal grado que después de 48 horas de mantener la leche en reposo, no ocurre ninguna separación visible de la crema.
- **Esterilización comercial:** Para leche empacada herméticamente, se entiende como tal, el proceso tecnológico, mediante el cual los microorganismos patógenos y sus esporas son destruidos, paralelamente con otros tipos de microorganismos que causan deterioro al producto.
- **Leche adulterada:** Tendrá la condición de adulterada, toda leche a la que se le ha adicionado o sustraído, cualquier sustancia para variar su composición, peso o volumen, con fines fraudulentos o para encubrir cualquier defecto debido a ser de inferior calidad o tener la misma alterada. No se considera adulteración la adición o sustracción de cualquier sustancia para variar su composición, siempre y cuando cumpla con alguno de los Tipos contemplados en esta norma.
- **Leche alterada:** Tendrá la consideración de alterada, toda leche que, durante su obtención, preparación, manipulación, transporte, almacenamiento o tenencia, y por causas no provocadas deliberadamente, hayan sufrido variaciones tales en sus características organolépticas, composición química o valor nutritivo, que su aptitud para la alimentación haya quedado anulada o sensiblemente disminuida, aunque el producto se mantenga inocuo.

- **Leche contaminada:** Tendrá la consideración de contaminada, toda leche que contenga gérmenes patógenos, sustancias químicas o radioactivas, toxinas o parásitos capaces de transmitir enfermedades al hombre o a los animales. No será obstáculo, a tal consideración, la circunstancia de que la ingestión de tal leche, no provoque trastornos orgánicos en quien la hubiera ingerido.
- **Leche falsificada:** Tendrá la condición de falsificada, toda leche en la que se haga concurrir alguna de las siguientes circunstancias: que haya sido preparada o rotulada para simular otra. que su composición real no corresponda a la declarada y comercialmente anunciada. cualquier otra capaz de confundir al consumidor.
- **Leche reconstituida:** Es el producto uniforme que se obtiene de la reintegración de agua a la leche en polvo, sea integra, semidescremada o descremada, agregándole o no grasa láctea deshidratada o sometiéndola luego a higienización de forma que presente las mismas características de la leche líquida correspondiente.
- **Leche recombinada:** Es el producto de la mezcla de la leche cruda con la leche reconstituida en proporción no mayor al 30% de esta última, higienizada posteriormente y que presenta características fisicoquímicas y organolépticas similares a la de la leche correspondiente.
- **Ordeño:** Es la extracción higiénica, ininterrumpida y completa, una o varias veces al día de la leche, de su fuente natural, por medios naturales o mecánicos.

1.6. Impacto económico de la mastitis

En un nivel global, la mastitis es la enfermedad más costosa para el sector ganadero, ya que afecta principalmente a la producción de leche. Por lo tanto, las vacas que generan estas pérdidas son sacrificadas debido a su baja productividad, permitiendo a los productores centrarse en el adecuado tratamiento de esta afección para una calidad mayor a la hora del ordeño y una mejor rentabilidad. (Bedolla, 2017, p. 25).

Sin embargo, económicamente, la enfermedad sigue siendo una de las más importantes en la actualidad, debido a que ocasiona daño a la mitad del ganado, en una estimación, representa el 70% de los costos totales para los industriales en la leche, lo que genera pérdidas cada año. (Mera, 2017, p. 52) .

Al efectuar numerosos estudios se ha demostrado su importancia dentro de la economía y las pérdidas del ganado, vinculando los principales componentes con la disminución de la producción lechera por casos clínicos y subclínicos, los gastos en medicamentos y laborales asociados, reduce la demanda, la mastitis subclínica tiene mayor relevancia e importancia que la mastitis de tipo clínica por varios motivos los cuales se indican a continuación (Mera, 2017, p. 52):

- En casi la totalidad de los hatos ganaderos se manifiestan de 20 a 50 veces más casos de mastitis subclínica que la tipo clínica.
- Debido a su naturaleza desapercibida convierte a las vacas con mastitis subclínica en punto inicial de contagio que aumenta las siguientes infecciones.
- La respuesta de congestión de los cuartos afectados produce un incremento en el conteo de células somáticas (RCS), lo que restringe su precio e incluso la comercialización de la leche.
- Aproximadamente del 70-80% de las pérdidas de las vacas se deben a mastitis subclínica y sólo el 20-30% a la clínica. (Wolter, 2018, p. 42).

Las pérdidas causadas por mastitis se clasifican como se describe a continuación, (Acuña, 2018, pág. 41)

- ✓ Cuando se aprecia la presencia de casos de mastitis clínica, se evidencia la pérdida por baja producción de leche en el animal enfermo, así como la merma de producción por el tiempo que dura que se suprima el medicamento. Continuamente existe un daño duradero en la utilidad de la vaca, elevación por los costos de medicamentos y los honorarios del médico veterinario, con el consecuente aumento en el rubro de coste de la mano de obra.
- ✓ En los casos de presencia de mastitis subclínica, la producción diaria de leche disminuye, su composición no es la misma y del mismo modo el procedimiento de cuajado del queso no es el mejor, los daños por la mastitis subclínica son mucho más graves, ya que esa manera de mastitis es unas 20 a 50 veces más usual que la mastitis clínica, además de los costos altos para el ganadero la mastitis merma el valor higiénico de la leche y de sus subproductos, como son el yogurt, el queso, natillas entre otros. (Cuayla, 2017, p. 25):

Algunos agentes causales de la mastitis son patógenos en humanos, que pueden deberse primordialmente a los siguientes aspectos (Bedolla, 2017, pág. 45).

- Puede haber residuos de antibióticos o químicos en la leche de modo circunstancial por el tratamiento de la ubre.
- El consumidor tiene el derecho de exigir que la leche proceda de animales con buena salud, por otro lado, el tiempo de cuajado es mayor en el procesamiento del queso y su cantidad se reduce considerablemente.

1.6.1. Pérdidas económicas por disminución de la producción de leche

Las pérdidas económicas por decrecimiento de la producción de la leche tienen las siguientes repercusiones (Arango, 2017, pág. 41)

- **Grado de pérdida de leche:** Con la mastitis clínica, la seriedad del incidente del estado de lactación es superior cuando las vacas son afectadas antes del pico de lactación, de la cantidad de partos que es más grave en cuanto aumentan y del nivel de producción.
- **Descarte de leche:** La leche con señales clínicas de mastitis y la que tiene tratamiento con productos como antibióticos, se debe desechar. Sin embargo, no es tan recomendable según la opinión de varios veterinarios debido a la resistencia antibiótica y los problemas de salud pública en las vacas.
- **Medicamentos y otros gastos de tratamiento:** Son diversos, van desde el tratamiento de muestras para cultivos microbiológicos y su logística, hasta procedimientos para las vacas de traza antibiótica, oxitócicos, hidratación, estimulantes de la inmunidad.
- **Trabajo extra:** La mastitis clínica se relaciona con trabajo extra que se debe a la demanda en la administración de medicamentos y las variaciones en las prácticas de ordeño.
- **Costos veterinarios:** Los gastos de consulta veterinaria, transporte de técnicos y mano de obra son una razón de pérdida con la mastitis.
- **Descartes:** La mastitis clínica incrementa la posibilidad de prescindir de una vaca, esto depende de la fase de lactación al momento de la mastitis y del estatus reproductivo del animal. Los costos de exclusión o descarte se incrementan, debido a la compra de reemplazo.
- **Costos fijos unitarios:** Al dividir los costos fijos entre la producción, si esta se reduce por efecto del manejo de la mastitis, los costos fijos unitarios y por ende los costos totales

600-800 ordeños. De todos modos, las infecciones la presencia de células Gram negativas son causantes del 30 al 50 % de los casos clínicos en el año. (Arango, 2017, p. 25).

Debido a un aumento de las células somáticas se reduce la estabilidad de la leche a la pasteurización lo que disminuye su vida de anaquel, también hay una disminución en la absorción de calcio de la sangre en la leche resultando en la coagulación característica de la leche mamitosa. La enfermedad de la glándula mamaria (mastitis) es la responsable del aumento de la conductividad de la leche, el sodio y el cloro ascienden, el potasio se reduce y debido a que el calcio se asocia a la caseína, la reducción de esta produce menos calcio. (Calderón, 2019, p. 25).

Tabla 5-1: Cambios en la composición de la leche ocasionados por la mastitis.

Parámetro	Cambio	Causa
Lactosa	Disminución	Disminuye la síntesis
Grasa	Disminución	
Caseína	Disminución	
Proteínas del suero	Aumento	Pasan de la sangre
Cloruros	Aumento	Paso de las sustancias alcalinas de la sangre.
Sodio	Aumento	
Ph	Aumento	

Fuente: (Arango, 2017, p. 25).

CAPITULO II

2. METODOLOGÍA

2.1. *Búsqueda de la información bibliográfica*

Se utilizo para la búsqueda bibliográfica diferentes instrumentos para recopilar información que se utilizaron según el propósito, el diseño adecuado de estos instrumentos fue esencial para llegar a conclusiones fiables y válidas, la forma fue sistemática es decir tomando en cuenta los parámetros que requiere una investigación como son año de publicación, sitio confiable, seguro y de alto valor científico, artículos de relevancia, disponibilidad de resultados confiables y que estén acordes al tema de la investigación, entre otros.

2.1.1. *Plataformas digitales, científicas*

Las plataformas digitales científicas que se utilizaron fueron:

- Scopus
- Dspace, ESPE, ESPOCH, UTA, etc
- Academia.edu
- Scielo
- E-libro
- Google Académico
- Dialnet
- World Wide Science
- Springer Link
- Microsoft Academic
- Ciencia.Science.gov

2.2. *Criterios de selección*

Los criterios de selección de la información fueron basados en el año de recopilación efectuando de la siguiente manera:

- 2015: Parámetros zootécnicos que afectan la prevalencia de mastitis en hatos lecheros. (Arango, 2017).
- 2016: Normas de calidad que requieren cumplir d los productos lácteos en el Ecuador, (INEN, 2016)
- 2017: La investigación del ensayo de conductividad eléctrica y su correspondencia con el de California para mastitis. CNM. V Congreso Nacional de Control de Mastitis. 29-31 de mayo (Medina, 2017)
- 2018: Calidad Bacteriológica de la leche cruda en ganaderías de la provincia del Azuay” (Cárdenas, 2018)
- 2020: El libro blanco de la leche y los productos lácteos (Franklin, 2020)

2.3. Sistematización de la información

El concepto de sistematización no es nuevo; su aparición y desarrollo ha estado ligado al desarrollo del método científico y, en los últimos años, sus usos más frecuentes han estado asociados, básicamente, a dos campos:

- La sistematización de información o sistematización de datos; y,
- La sistematización de experiencias, la sistematización de información se refiere al ordenamiento y clasificación de todo tipo de datos e información, bajo determinados criterios, categorías, relaciones, etc. Su materialización más extendida es la creación de las bases de datos.

Existen diferentes maneras de sistematizar la información recolectada, pero para casi todas ellas, la información debe estar completamente o en su mayoría transcrita, para evitar el plagio, la información recopilada se organizó en tablas y gráficos para de esta manera exista una mejor comprensión e interpretación de la misma.

CAPITULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Estudio de la Anatomía y fisiología de la ubre de las vacas

3.1.1. *Evaluación de la ubre*

En el estudio de (Bedolla, 2017, pág. 25), se reportó que un 10 % de hato registró tumefacción de la ubre con modificación en el tejido glandular y la leche, lo cual se detectó mediante inspección y/o palpación, por lo tanto, se habló de una mastitis clínica. Además (Armenteros, 2017, pág. 51), en su investigación determinó que la inflamación de la glándula mamaria (mastitis), fue originada por microorganismos que ingresaron en la ubre por el canal de los pezones. La penetración ocurrió por diversos factores como fueron, la duplicación de microorganismos, movimiento mecánico, impulso durante el ordeño o por una combinación de estos factores. A continuación, se describe la anatomía de la ubre donde directamente se produce la mastitis:

3.1.2. *Ancho, cm*

Para el estudio del ancho de la ubre trasera de las vacas se tomó como referencia la investigación realizada por diferentes autores, entre las cuales se puede mencionar que de acuerdo con (Macas, 2019, pág. 25), quien menciona que el ancho de la ubre de las vacas estudiadas presentó diferencias altamente significativas ($P \geq 0,0001$) entre el segundo y tercer parto, con medidas de $18,79 \pm 0,15$ y $19,64 \pm 0,15$ cm.

El promedio del ancho de las ubres que es independiente del número de partos resultó similar al reportado por (Muñoz, 2017, pág. 63), quien registró un promedio de 19,19 cm, medición que la encontró en vacas Holstein mestizas. Por su parte en el estudio de (Estrella, 2015), en la valoración porcentual de la calificación de las de la ubre delantera del hato lechero de la estación experimental Tunshi, reportó 20,35 cm, como se indica en la tabla 6-3.

Tabla 6-3: Evaluación del ancho de la ubre de los bovinos lecheros y el efecto de la mastitis sobre la calidad de la leche

Autor	Ancho de la Ubre
(Macas, 2019, pág. 58)	18,79 ± 0,15 segundo parto y 19,64 ± 0,15cm. tercer parto
(Muñoz, 2017, pág. 65),	19,19
(Estrella, 2015, pág. 62)	20,35 cm
(Peñañiel, 2017, pág. 59),	4,83 ± 0,24

Elaborado por: Valle, Karla 2021.

Finamente se cita la investigación realizada por (Peñañiel, 2017, pág. 59), en la evaluación de la característica zoométrica de ancho posterior de la ubre en el hato lechero de Burgay se reportaron valores medios de $4,83 \pm 0,24$ puntos y que indica que el error es muy bajo, con una D.E. de 1,17; estableciéndose, las respuestas con mayor frecuencia de vacas de 4 puntos (10 vacas), en 41,7 % del hato.

La altura de la ubre de la vaca tiene relación directa con el ancho de los cuartos traseros alojados entre las extremidades traseras, se considera un buen indicador de la capacidad de la vaca para producir leche, el cálculo puede efectuarse a dos distancias, en el nacimiento del tejido glandular o en la mitad de toda la longitud en dirección vertical, esta medición debe ser evaluada momentos antes del ordeño, la escala de calificación va desde 1 = estrecha; 5 = intermedio; 9 = ancha,

Los resultados expuestos tienen su fundamento según (Wolter, 2018, p. 42) que al evaluar una vaca generalmente se valora la disposición de la ubre tomando en cuenta la base de la ubre y el corvejón. Las vacas que tienen una ubre más alta que los corvejones tendrán menos cantidad de lesiones en la ubre y pezones y generalmente se espera que sean más longevas.

Las ubres caídas, colgantes y por debajo del corvejón son mucho más susceptibles a sufrir lesiones que producirán golpes y por ende la mastitis, la implantación delantera, el ligamento suspensorio anterior de la ubre está representado por la línea que corre a través de la parte superior de la ubre delantera en donde esta se une al cuerpo de la vaca. Un tejido fuerte parecido a un cordón crea esta unión, el cual previene que la parte delantera de la ubre se separe del cuerpo.

Cuando existe presencia de mastitis las ubres se presentan infectadas, con mayor ancho, afecciones de los pezones y sobre todo colonización del canal del pezón, transmitiéndose de vaca a vaca y de un cuarto a otro cuarto al momento de realizar el ordeño o momentos después, los bovinos lecheros frecuentemente desarrollan edema fisiológico de la ubre durante el período periparto, caracterizado por una excesiva acumulación de fluidos en el espacio del tejido intercelular de la ubre y el tejido subcutáneo alrededor de la ubre. El edema de la ubre puede ser una incomodidad principal para los bovinos y causa problemas de manejo tales como dificultad al ordeño, creciente riesgo para lesiones de pezones y ubre, mastitis, y también puede reducir la producción de leche.

3.1.3. *Altura (puntos)*

Con referencia a la variable altura de la ubre no existe mayores referencias bibliográficas que indiquen la influencia directa de la altura de la ubre de las vacas con mastitis sin embargo se citan los registros de (Estrella, 2015, pág. 85), quien para la altura de la ubre trasera determinó una media general de 5,74 puntos \pm 1,17 puntos, con un error típico de 0,14, y que corresponde a una altura de la ubre trasera optima y que es evidencia de la calidad genética del animal, Mientras que para (Peñañiel, 2017, pág. 25), la valoración de la característica altura posterior de la ubre de las vacas del hatu Burgay, reportó valores medios de 5,70 puntos.

Como se indica en la tabla 7-3.

Tabla 7-3: Evaluación de la altura de la ubre de los bovinos lecheros y el efecto de la mastitis sobre la calidad de la leche

Autor	Altura de la Ubre
(Estrella, 2015)	5,74 puntos \pm 1,17
(Peñañiel, 2017)	5,70 puntos.
(Muñoz, 2017)	34,73 \pm 0,99 cm

Elaborado por: Valle, Karla 2021.

Asimismo, se observa que para (Muñoz, 2017, pág. 41), la altura de la ubre posterior de las vacas Holstein Mestizas en la Estación Experimental Tunshi fue en promedio de 34,73 \pm 0,99 cm valores que varían entre 33,74 y 35,73 cm. Manifestando que mientras mejor disposición de ubres

presenta las vacas mejor será la producción de leche además al reproducirse se alcanzará crías más productivas, con mejores rasgos genéticos propios de la raza Holstein.

Dentro de los parámetros de calificación de la ubre, la altura posterior de la misma es importante debido a que al menos el 60 % de la producción depende de los cuartos posteriores y debe existir esa capacidad anatómica para dar cabida a la mayor producción posible, y como el pasar cada lactancia el tejido secretor se va alargando, es preferible tener una ubre por encima del corvejón que por debajo de él.

Al respecto (Calderón, 2019, pág. 25), registró que el ligamento de la ubre trasera de la vaca establece la altura de la ubre posterior y cuando se efectúan los programas de clasificación lineal es medido del punto más alto donde la vaca acumula la leche, ubres más altas indican una mayor capacidad de producción de leche. Una ubre ideal es aquella donde la implantación está a 4 dedos de la vulva. Las ubres traseras más altas permiten mayor capacidad de producción, además indica que tan arriba se sujeta la ubre, es la distancia entre la parte inferior de la vulva y la inserción de la ubre, una inserción alta nos da mayor longevidad. Los valores más altos son los más deseables.

3.1.4. *Profundidad*

La profundidad de la ubre es la distancia existente entre los corvejones y la parte más baja del piso, una ubre alta es sinónimo de poca producción y lo contrario una ubre caída es susceptible a lesiones y mastitis, a continuación se puede observar los valores obtenidos por (Estrella, 2015, pág. 52), quien al evaluar la profundidad de la ubre determinó una media general de 5,50 puntos \pm 1.11 puntos, y que corresponde a una profundidad óptima, como se indica en la tabla 8-3.

Tabla 8-3: Evaluación de la profundidad de la ubre de los bovinos lecheros y el efecto de la mastitis sobre la calidad de la leche

Autor	Profundidad de la Ubre
(Estrella, 2015, pág. 52)	5,50 puntos \pm 1,11
(Peñañiel, 2017, pág. 59),	5,58 \pm 0,28 puntos
(Macas, 2019, pág. 63)	35,32 \pm 0,14 cm
(Casanovas, 2019, pág. 15)	18.4 cm.

Elaborado por: Valle, Karla 2021.

A su vez, (Peñañiel, 2017, pág. 52), al realizar el juzgamiento ganadero afirma que es necesario considerar cada una de las características lineales que presentan las vacas, por lo tanto, al valorar la profundidad de la ubre del hato lechero de Burgay, reportó valores medios de $5,58 \pm 0,28$ puntos.

En comparación con los datos registrados por (Macas, 2019, pág. 63), cuya profundidad de las ubres presentó diferencias estadísticas altamente significativas ($P \geq 0.0001$), en vacas Holstein mestizas de segundo parto fueron de $35,32 \pm 0,14$ cm. Por último, se encuentran los resultados obtenidos por (Casanovas, 2019, pág. 23), que al realizar las mediciones de la ubre obtuvo un valor para la profundidad de 18.4 cm.

En diversas investigaciones se aprecia que los estudios epidemiológicos indican que las ubres de las vacas secas y en lactancia están comúnmente expuestas a millones de bacterias de tipo Gram- y transportan miles de patógenos potenciales en su piel, así como en las superficies mucosas, que son responsables de la aparición de mastitis en las vacas de los hatos ganaderos.

Aunque se procura mantener las normas de limpieza, cuidado, y manejo adecuado el momento del ordeño, la cantidad de infecciones intramamarias es muy baja en contraste con las que generan las bacterias Gram⁺. Esto debido a la corta durabilidad de las bacterias Gram⁺, que usualmente se consideran como mastitis clínicas, desapareciendo de la glándula mamaria en materia de días, pero permaneciendo la inflamación en la vaca.

Aproximadamente sólo el 1 % de los cuartos mamarios de ganado tienen contagios por bacterias Gram -, contrastando con una tasa del 35-50 % por bacterias Gram +, en un mismo lapso. Así, se concluye que se requieren 2000- 4000 ordeños para considerar una infección mamaria por bacterias Gram -, mientras que la asiduidad de infecciones por bacterias Gram + es de 1 por cada 600-800 ordeños.

Sin embargo, los contagios por bacterias Gram - son causantes del 30 al 50 % de todos los casos clínicos que ocurren en el año de un hato ganadero, a escala que utiliza la (Asociación Holstein. 2008) se describe a continuación

- 1 cuando presentan 130 cm por debajo del corvejón,
- 5 cuando presentan 140 cm al nivel del corvejón,
- 9 cuando presentan 150 cm sobre el corvejón.
- Como escala de referencia se tiene: nivelado 2 puntos en (0 cm); y 3cm de variación por cada punto

3.2. Alteraciones en la composición química de la leche con mastitis versus sin mastitis

3.2.1. Contenido de Proteína

En la evaluación del comportamiento del contenido de proteína de la leche cruda se utilizó como referencia los datos determinados en la investigación de (Abril, 2013, pág. 52), quien al valorar la condición fisicoquímica en la leche cruda que ingresa a la ciudad de Cuenca, para su comercialización reportó valores de 3,1 % en la leche de vacas sanas y de 2.8 % en vacas mastíticas; que son superiores de acuerdo a lo establecido según la NTE INEN 16, que señala que el valor de proteína requerido para la leche cruda es de 2,9 % (fracción de masa), según el (INEN, 2016), como se indica en la tabla 4-3

Tabla 9-3: Evaluación de contenido de proteína de la leche y el efecto de la mastitis sobre la calidad de la leche en bovinos lecheros

CONDICIÓN	Contenido de proteína %	Autor
Sin mastitis	3,1	(Abril, 2013)
Con mastitis	2.8	
Sin mastitis	2.98	(Calderón, 2019)
Con mastitis subclínica	2.90	
Sin mastitis	3.21	(Mera, 2017)
Con mastitis	3,19	
Sin mastitis	3.28	(Fuentes, 2016)
Con mastitis	3.21	
Sin mastitis	3.20	(Farinango, 2014)
Con mastitis	3.19	
NTE INEN 16	2.9	(INEN, 2016)

Elaborado por: Valle, Karla 2021.

Por su parte (Calderón, 2019, pág. 23), al evaluar las consecuencias de la mastitis subclínica y sus efectos en el rendimiento de la fabricación del queso costeño realizó una evaluación de la calidad de la leche y reportó que los mayores niveles de proteína se presentaron en la leche que no fue producida por vacas que no presentaron mastitis con medias de 2.98%, en comparación con leche que registró mastitis subclínica; donde los niveles de caseína merman, pero se incrementa los de

albúmina y globulina, por lo que el contenido de proteína puede ser estable, pero la calidad de la leche es distinta, pese a esto los resultados fueron de 2.90 %.

De acuerdo con la evaluación de (Mera, 2017, pág. 63), el contenido de proteína de la leche alcanzo medias de 3,21% en leche de vacas que dieron negativo a mastitis en comparación de los valores del análisis de la leche con mastitis que registraron medias 3.19 %, rango considerado como elevado de acuerdo a lo establecido por la norma, es decir, que los cambios en la composición de la leche se ven afectados por la mastitis, y al ser una leche de vacas sin esta afección el contenido proteico de la leche aumenta y por tanto, se tendrá mayor rendimiento, sin sufrir afectaciones en los parámetros organoléptico de otras producciones.

Finalmente (Fuentes, 2016, pág. 62), reportó que los contenidos de proteína en leche de vacas con resultados negativas, a mastitis subclínica utilizando el método de California Mastitis Test de seis ganaderías en estudio obtuvieron valores promedio de proteína que variaron desde 3.21 % en leche de vacas sanas y de 3.19 % en leche de vacas mastíticas es decir que tienden a disminuir con la reacción a leche a la que se realizó las pruebas de California Mastitis Test CMT, sin embargo esta diferencias no fueron significativas.

Es decir que las alteraciones en la calidad de la leche están directamente relacionadas con la salud de los bovinos lecheros lo que es corroborado con las apreciaciones de (Arango, 2017, pág. 25) quien menciona que el contenido de proteínas en la leche es la cantidad de nitrógeno total de la leche expresada convencionalmente como contenido de proteínas y determinada mediante procedimientos normalizados.

Se considera que la presencia de mastitis en las vacas reduce la producción de leche y altera su composición, sobre todo la caseína, la cual es la proteína principal de la leche, la cual disminuye y otras proteínas de menor valor nutricional se incrementan, por lo tanto, afecta la calidad de los productos lácteos como el queso, yogurt, requesón entre otros, (Bedolla, 2017, pág. 45).

La mastitis produce una inflamación de las ubres que se refleja en la destrucción de la barrera endotelio capilar-epitelio mamario por lo tanto existe una inserción poco común de componentes del plasma sanguíneo a la leche. Este plasma también incluye lipasas y proteasas, las cuales activan la descomposición de la grasa y de la proteína de la leche, (Acuña, 2018, pág. 12).

Especialmente la plasmina, que es una enzima proteolítica que se origina de plasma sanguíneo que suele producir un daño muy fuerte sobre la caseína de la leche, que cuando se somete al proceso de enfriamiento, descompone a la caseína más lentamente, considerando que esta enzima

es pernicioso en el procesamiento de los distintos productos lácteos y al ser termorresistente, es activada durante la pasteurización y soporta también a algunos de los procesos de UHT, causando perjuicio a la proteína láctea durante la elaboración de los productos y durante su almacenamiento hasta su consumo, (Bedolla, 2017, pág. 45).

3.2.2. *Contenido de materia grasa*

El porcentaje de grasa es uno de los parámetros considerados de una elevada variabilidad entre todos los que se emplean para evaluar la calidad de la leche, por esta razón se hace necesario citar la investigación realizada por (Calderón, 2019, pág. 52), quien, al evaluar el porcentaje de la grasa en leches, pudo observar que las leches sin mastitis subclínica obtuvieron un resultado superior siendo el valor de 3.77% en 5-3.

Tabla 10-3: Evaluación de contenido de materia grasa de la leche y el efecto de la mastitis sobre la calidad de la leche en bovinos lecheros

Condición	Contenido de grasa %	Autor
Sin mastitis	3.77	(Calderón, 2019)
Con mastitis	3.64	
Negativas a mastitis	3.77	(Mera, 2017)
Positivas a mastitis	2.75	
Negativas a mastitis	3,56	(Fuentes, 2016)
Positivas a mastitis	3,45	
Negativas a mastitis	3.61	(Abril, 2013)
Positivas a mastitis	3.42	
Norma NTE INEN 12	3 %	(INEN, 2016)

Elaborado por: Valle, Karla 2021.

Mientras que, (Mera, 2017, pág. 42), observó una disminución en el contenido de grasa de la leche de los bovinos que presentaron mastitis, reportando un valor de 2,75%, mientras que en leches de vacas sin mastitis los resultados fueron de 3.77 %. Valor que se considera bajo de acuerdo con la NTE INEN 12, que establece como contenido mínimo de materia grasa 3,0%.

En cuanto a (Fuentes, 2016, pág. 52), los porcentajes de grasa obtenidos en su estudio muestran una aparente disminución de la grasa cuando se presenta un grado mayor de mastitis, ya que las vacas negativas y subclínicas presentaron valores de 3.56 %, mientras que las positivas tuvieron 3.45%, sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Por último, se presentan los resultados obtenidos por (Abril, 2013, pág. 63), quien al evaluar la calidad físico química de la leche reportó el mayor porcentaje de grasa con medias de 3.61 %, en vacas que no reportaron mastitis y de 3.42 % en vacas que reportaron positivo de acuerdo al análisis de la leche con el test de California Mastitis Test

Los resultados anteriores demuestran que el porcentaje de grasa es influenciado por la mastitis subclínica debido a lo que indica (Navarro, 2016, pág. 47), quien manifiesta que al presentarse mastitis en las vacas se presenta una infección que disminuye la capacidad de síntesis del epitelio alveolar, de tal forma que el contenido en sólidos totales decrecen llegando a niveles entre 5 a 10 %, en conformidad lineal al crecer el número de células somáticas. La influencia sobre el contenido de grasa es inestable.

De acuerdo con la mayor cantidad análisis existe una disminución de menos el 10 %, sin embargo, la composición de grasa varía, reduciendo la calidad de los productos lácteos hechos. Si bien el número total de ácidos grasos no presenta un cambio, se incrementa la cantidad de ácidos grasos libres, así como se reduce la cantidad de fosfolípidos, lo cual se debe a una disminución en el tamaño del glóbulo de grasa. La composición de la membrana del glóbulo de grasa tiene también una modificación y es en promedio un 10 % menor que la de leches no mastíticas.

3.2.3. Contenido de Lactosa

De acuerdo con (Abril, 2013, pág. 52), al cotejar el porcentaje de lactosa entre las leches que están o no afectadas por mastitis subclínica, se determinaron diferencias significativas (0.05 %), entre medias registrándose que para el porcentaje de lactosa existió una disminución en leches con mastitis subclínica puesto que los promedios fueron de 4.14%, en contraste con leches sin mastitis subclínica que lograron resultados de 4.79%, por lo tanto se delimitó que la mastitis reduce la concentración de lactosa entre un 10 %, como se menciona en la tabla 6-3.

Tabla 11-3: Evaluación de contenido de lactosa de la leche y el efecto de la mastitis sobre la calidad de la leche en bovinos lecheros

Condición	Contenido de lactosa %	Autor
Leches de vacas con mastitis	4,14	(Abril, 2013)
Leches de vacas sin mastitis	4.79	
Negativo a mastitis	4.98	(Fuentes, 2016)
Positivo a mastitis	4,72	
Negativo a mastitis	3.05	(Pastor, 2018)
Positivo a mastitis	2.95	
Negativo a mastitis	3.10	(Farinango, 2014)
Positivo a mastitis	2.90	

Elaborado por: Valle, Karla 2021.

De igual manera es importante señalar los resultados obtenidos en la investigación de (Fuentes, 2016, pág. 60), ya que el resultado del análisis de lactosa realizado a leches crudas en las ganaderías, clasificadas según la prueba de california para mastitis, se encontraron valores de lactosa que variaron de 4,7% a 5,26%, ya que para las vacas a las que se realizó la prueba de CMT negativo se obtuvo un 4.98%, y las de resultados positivos a mastitis un 4.72%, sin embargo estas diferencias no fueron significativas.

Mientras que para (Pastor, 2018, pág. 68), en la evaluación del porcentaje de lactosa por la incidencia de mastitis subclínica y su efecto en algunas características nutricionales de la leche, registró un promedio de 3.05 % en vacas negativas a mastitis y de 2.95 %, en vacas positivas a mastitis estos datos referentes a la lactosa se encuentran dentro de los parámetros normales de la leche.

Finalmente (Farinango, 2014), al evaluar la presencia de mastitis bovina con el uso de la prueba de análisis de California Mastitis Test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la Comunidad de Pulisa, reportó valores de 3.10 % en vacas con presencia de mastitis y de 2.90 % en la leche proveniente de vacas que reportaron positivo a mastitis.

Al respecto (Acuña, 2018, pág. 14), manifiesta que la lactosa, es el componente que más abunda entre los sólidos presentes en la leche y es el principal componente de influencia en la presión osmótica

en las glándulas mamarias; presenta un cambio de entre 4.2 y 5 % respecto al volumen total de la leche; siendo menor su concentración al final de la lactancia y en leches que provienen de cuartos con mastitis.

Esta variabilidad de la prevalencia de mastitis subclínica en los diferentes hatos es el resultado de los disímiles tipos de manejo que se llevan a cabo en cada establo lechero. La disminución de la lactosa en la leche de vacas con mastitis subclínica puede deberse a un proceso de reducción enzimática de este disacárido en la glándula infectada, además de la reducción de la capacidad de síntesis por parte de la misma, al respecto (Mera, 2017, pág. 52), menciona que en la glándula inflamada existe una alta concentración de cloruro de sodio, lo que trae como consecuencia una disminución en la síntesis de lactosa como mecanismo de compensación osmótica

En un estudio acerca de la concentración de la lactosa y como esta se ve influida cuando las vacas poseen mastitis, se encontró que, aunque los niveles de lactosa varían poco entre razas, cuando hay mastitis el porcentaje de la lactosa en leche disminuye.

Este resultado está en concordancia con los hallazgos en Sonsonate en donde mostraron un decrecimiento en la lactosa por efecto de mastitis que no fue significativo por variación alta en los datos. La cantidad de lactosa que sintetiza una célula determina la cantidad de agua secretada por la misma, o sea la cantidad de leche producida por la vaca, pues el agua es el principal componente de la leche, (Vasallo, 2018, pág. 25).

El papel que juega en la determinación del volumen de leche se debe a la solubilidad de este componente en el agua. Conforme la lactosa se sintetiza en la célula mamaria, se produce un desbalance osmótico en la célula, que se corrige mediante la absorción de agua. La síntesis de lactosa en la célula es el producto de una extracción de glucosa por la glándula mamaria, donde ésta es convertida al azúcar de la leche.

La medida de lactosa en las leches de vacas que presentan mastitis tiene una disminución del 10% y, para que exista un balance osmótico de la leche, se tiene que aumentar y modificar el perfil mineral, lo que es trascendente no sólo alterando la capacidad industrial de la leche sino también aminorando su valor nutricional. (Corbellini, 2020, pág. 1)

3.3. Agentes causantes de los diferentes tipos de mastitis y la calidad de la leche en bovinos lecheros

La mastitis en las vacas se presenta como una reacción inflamatoria de la glándula mamaria, y produce alteraciones físicas y químicas en la leche, aumento del número de células somáticas por la presencia de microorganismos patógenos y finalmente cambios como es la pérdida de la funcionalidad, a continuación, se describen investigaciones de autores sobre algunos microorganismos causantes de la mastitis.

3.3.1. Recuento de Bacterias Aerobias Mesófilas

En el recuento del conteo de bacterias aerobias mesófilas realizado por (Fuentes, 2016, pág. 29), se presentaron una amplia variación entre las ganaderías y el estatus de mastitis utilizando la prueba California Mastitis Test (CMT), se observó un incremento en los valores de recuento de bacterias aerobias mesófilas, encontrándose promedios de 250,194 UFC/ml, en leche de vacas negativas, 311, 333 UFC/ml en la leche de las vacas detectadas con mastitis subclínica y 594,583 UFC/ml en la leche que registró positivo a mastitis, como se indica en la tabla 4-3, sin embargo no se encontró significancia en los resultados, probablemente debido a la gran variación de la población de bacterias formadoras de colonias.

La norma ecuatoriana del (INEN, 2016, pág. 2), que se codifica como NTE INEN 1529:-5 determina como requisitos microbiológicos de la leche cruda tomada en hato, un límite máximo para el Recuento de microorganismos aeróbios mesófilos REP, UFC/cm³ de $1,5 \times 10^6$.

Tabla 12-3: Evaluación del recuento de *Bacterias Aerobias Mesófilas* en la leche y el efecto de la mastitis sobre la calidad de la leche

Leche de vacas sin mastitis UFC/ml	Leche de vacas con mastitis, UFC/ml	Autor
250,194	594,583	(Fuentes, 2016, pág. 29)
752.26	992.10	(Torres, 2017, pág. 51)
1×10^6	1×10^3	(Vasallo, 2018),
1×10^8	1×10^2	(Farinango, 2014)
3582,2	8265,21	(Cárdenas, 2018, pág. 52),
Norma NTE INEN 1529:-5	$1,5 \times 10^6$.	

Elaborado por: Valle, Karla 2021.

De acuerdo con la investigación realizada por (Torres, 2017, pág. 51), quien evaluó la mastitis subclínica en las Queserías Rurales del Ecuador, reportó que un 20 % de vacas registraron mastitis puesto que el recuento de bacterias *Aerobias Mesófilas*, en la leche de vacas que no reportaron mastitis fue de 752.26 UFC/ml mientras; que, en vacas con mastitis el conteo fue de 992.10 UFC/ml

De la misma manera (Vasallo, 2018, pág. 52), para la evaluación de la calidad de la leche por efecto de la mastitis, pudo observar que se presentó una contaminación microbiana para los indicadores evaluados ($p < 0.05$), donde se obtuvo un incremento estadísticamente significativo con respecto al eslabón primario ya que la media de los conteos fue superior a 1×10^6 UFC/ml para el caso de microorganismos totales cultivados a 30°C, en vacas sin mastitis y de 1×10^3 UFC/ml, para aerobios bacterias aerobias mesófilas, en vacas con mastitis.

De la misma manera en el estudio realizado por (Cárdenas, 2018, pág. 52), quien al comparar las medias de los resultados del recuento bacteriano (UFC/ml), en lo que se refiere a bacterias *Aerobias Mesófilas*, no se muestra diferencias estadísticamente significativas con medias de $3582,2 \pm 1146,74$ UFC/ml, en la leche de vacas sin mastitis y de 8265,21 UFC/ml, en la leche de vacas detectadas positivo para mastitis.

Finalmente, en la investigación de (Farinango, 2014, pág. 59) se aprecia que la leche proveniente de vacas detectadas a través del análisis de la leche con la prueba CMT, se reportó valores de 1×10^8 UFC/ml, mientras tanto que en la leche de vacas con mastitis el conteo de bacterias aerobias mesófilas fue de 1×10^2 UFC/ml.

Es decir que al producirse una alteración en la salud de la vaca producida por mastitis existe una variación en el contenido de bacterias y que es corroborado con lo que indica (Calderón, 2019, pág. 25), quien menciona que la cantidad de bacterias en el interior de la ubre de la vaca depende del nivel de higiene que se realice durante el ordeño. Se ha descrito que la prueba CMT es una medición del grado de infección bacteriana en la ubre, ya que el reactivo CMT reacciona con el ADN, de las células blancas que salen a combatir la infección (y que son proporcionales al grado de la infección). *Los Staphylococcus aureus* son uno de los agentes causales principales de mastitis bovina.

Estudios anteriores reportaron una alta prevalencia de *Staphylococcus aureus* en los rebaños lecheros como principal agente causante de mastitis bovina, el cual puede contaminar la leche y se ha relacionado como agente causal de brotes de enfermedades de transmisión alimentaria en leche y productos lácteos (30). Por la importancia epidemiológica que tiene la presencia

de *Staphylococcus coagulasa* positivo para la comercialización y consumo de los productos lácteos, los resultados antes expuestos corroboran la necesidad de monitorear y establecer un grupo de medidas de control de la mastitis bovina en estos rebaños.

En la investigación de (Bonifaz y Requelme 2011), se aprecia la aplicación de las prácticas adecuadas de ordeño que tienen lugar en las zonas productoras de leche en el país, considerando que los puntos de influencia para un alto conteo de células somáticas son primordialmente la mala higiene en el ordeño, el uso inadecuado de la maquinaria, mal empleo de los desinfectantes y selladores, y finalmente, la efectividad de las medidas de control y los procesamientos. Lo cual se puede prever con procesos claros, capacitación al personal y un plan de seguimiento estricto en los procesos.

El atributo bacteriológico de la leche cruda en la cadena de producción investigada, en general, se considera que no es buena, ya que supera los parámetros establecidos en la norma de especificaciones de calidad de leche cruda. Esta calidad está determinada por la salud, la alimentación y la higiene en los hatos ganaderos, ambiente en el cual se encuentran y ordeñan, además la deficiente rutina de ordeño empleada, los utensilios mal higienizados, los largos tiempos de almacenamiento desde el ordeño hasta su llegada al punto de venta, las temperaturas ambientales generalmente altas y la transportación inadecuada.

3.3.2. Recuento de Células Somáticas

Para el análisis de la variable recuento de células somáticas se toma como referencia la evaluación de distintos autores entre los cuales se encuentra (Villegas, 2016, pág. 63), quien al realizar la evaluación de la calidad físico química y microbiológica de la leche cruda que se expende en el cantón Bolívar Provincia del Carchi, determino medias de 566 x 1000/ml, como se indica en la tabla 5-3, y que cumplen con el valor máximo en células somáticas que puede contener una leche cruda.

Por su parte, (Albán, 2018, pág. 52), indica en su evaluación para el conteo de células somáticas en fincas de productores con ordeño manual, conteos de 201 CCS x 1000/ml, y que presentan mastitis clínica con mayor incidencia en el hato, por lo que según la norma la calidad leche no es considerada apta para el consumo y representaría pérdidas económicas fuertes debido a que las vacas deberán ser tratadas.

Tabla 13-3: Evaluación del recuento de recuento de células somáticas de la leche y el efecto de la mastitis sobre la calidad de la leche en bovinos lecheros.

Recuento de Células Somáticas	Autor
CCS x 1000/ml	
	566 (Villegas, 2016, pág. 63),
	201 (Albán, 2018, pág. 52)
	175,80 (Rodríguez, 2016, pág. 26)
	172.23 (Fuentes, 2016, pág. 71)
	750 NTE INEN N° 9

Elaborado por: Valle, Karla 2021.

De igual manera se presentan los resultados obtenidos por (Rodríguez, 2016, pág. 26), explica la correlación de 0.9626091 entre los resultados para células somáticas (CCS) y las unidades formadoras de colonias (UFC) de todos los tratamientos. Donde se observa que la disminución de células somáticas y unidades formadoras de colonias alcanzaron un promedio de 175,80 CCS x 1000/ml. Finalmente se aprecian las respuestas de (Fuentes, 2016, pág. 71), quien para las células somáticas reportaron valores de 172.23 UFC/100ml, en vacas Holstein que fueron detectadas con mastitis.

El conteo de células somáticas es un parámetro importante para confirmar la calidad sanitaria de las muestras de leche. La NTE INEN N° 9 establece que la leche debe tener *VMP = Valor máximo permitido Contaje de Células Somáticas: 750 x 1000/ml; por encima de este valor se trata de leche proveniente de un rodeo con alta prevalencia de infecciones intramamarias.

Según (Reza, 2016, pág. 25), la mastitis subclínica se relaciona con un incremento del conteo de células somáticas de 200.00 – 1.500.000, relacionándose con agentes patógenos que invaden la ubre, Debido a un aumento de las células somáticas se reduce la estabilidad de la leche a la pasteurización lo que disminuye su vida útil, también hay una disminución en la absorción de calcio de la sangre en la leche resultando en la coagulación característica de la leche mamitosa.

Según (Wolter, 2018, pág. 25), el recuento de células somáticas se utiliza corrientemente como una medida de calidad de la leche cruda, altos niveles de estas células en la leche son indicativos de una leche anormal, de calidad disminuida, causada por una infección bacteriana intramamaria. La leche que presente una cantidad elevada de células somáticas producto de la mastitis comprende un valor imperceptible para la industria de manufactura del queso, yogur y demás derivados con

las sus pérdidas económicas. Las células somáticas están constituidas por leucocitos (indicadores de mastitis o infección de las glándulas mamarias), se introducen en la leche debido a una inflamación o lesión. La presencia de mastitis disminuye el rendimiento en la fabricación de quesos, inhibiendo la actividad de los fermentos lácticos.

La heredabilidad de la mastitis clínica fue baja sólo un 6% de la variabilidad observada por la enfermedad se debe a la genética ya que el resto viene determinado por factores ambientales como el manejo la edad de la vaca el número de lactancia entre otras. la heredabilidad estimada para que el recuento de células somáticas puede ser de 0,18 y la de los caracteres morfológicos y de la ubre tuvieron un rango entre cero 0,16 y 0,40 el carácter más correlacionado con la mastitis clínica fue el recuento de células somáticas lo que era de esperar ya que la presencia de patógenos en la glándula mamarias es contrarrestada por el organismo con un incremento de las células somáticas como medio de defensa.

CONCLUSIONES

- Las alteraciones que sufre la leche cuando la vaca presenta mastitis se reflejan en el descenso del contenido nutricional, puesto que se verificó que el contenido de proteína (3,12%) materia grasa (3.77 %) contenido de lactosa (4,14%), se ve alterado, inclusive puede perderse la producción cuando se la entrega a empresas que tienen mayores exigencias de calidad.
- Las mayores alteraciones que se reportaron por la presencia de mastitis fueron la presencia de bacterias en la leche debido a que se pudo observar que se presentó una contaminación microbiana para los indicadores evaluados, donde se obtuvo un incremento estadísticamente significativo con respecto al eslabón primario ya que la media de los conteos fue superior a 1×10^6 ufc/ml para el caso de microorganismos totales cultivados a 30°C, 1×10^5 ufc/ml y 1×10^3 ufc/ml para coliformes totales y *Staphylococcus coagulasa* positivo, respectivamente.
- En la leche que se detectó mastitis las principales alteraciones estuvieron relacionadas con la presencia de *Staphylococcus aureus*, que son uno de los agentes causales principales de mastitis bovina, el cual puede contaminar la leche (311, 333 UFC/ml) y se ha relacionado como agente causal de brotes de enfermedades de transmisión alimentaria.
- En cuanto a la anatomía de la ubre se aprecia que los resultados de las investigaciones indican medidas de ancho de la ubre de $18,79 \pm 0,15$ y $19,64 \pm 0,15$ cm, y que al compararlas con autores que han estudiado esta variable afirman que la mastitis produce inflamación de los cuartos mamarios, algunas vacas presentan dolor al tacto y la leche se presenta alterada visiblemente con presencia de coágulos, descamaciones, suero descolorido y a veces sangre.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda tomar en cuenta la importancia creciente en los países de lechería desarrollada, que al poseer en el hato vacas con mastitis posiblemente se producirá problemas de salud humana debido a intoxicaciones alimentarias derivadas de la presencia de bacterias patógenas o sus toxinas.
- Es aconsejable comprometer a los productores a que sean responsables en la explotación lechera, respetando los tiempos de retiro de la leche que expone cada uno de los mambretes comerciales, ya que el tema de la existencia de residuos químicos en alimentos es un tema de responsabilidad entre consumidores, industriales, técnicos y autoridades sanitarias.
- Se recomienda retirar la leche del mercado, de los animales diagnosticados con mastitis subclínica puesto que su calidad bioquímica es baja, debido a que existe una disminución de los componentes nutricionales de la leche, estos cambios tienen importantes repercusiones en la utilización de la leche en su procesamiento industrial

BIBLIOGRAFÍA

ABRIL, Andrea & PILCO, Viviana. *Calidad fisicoquímica de la leche cruda que ingresa a la ciudad de Cuenca, para su comercialización*". Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador : UDC, 2013. Disponible en

<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/4825>

ACUÑA, Vinicio & RIVADENEIRA, Andres. *Aislamiento, identificación y antibiograma de patógenos presentes en leche con mastitis en ganaderías bovinas de la provincia de Pichincha.*

Escuela Politécnica del Ejército. Quito, Ecuador : 2018. Disponible en:

<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/2553/T-ESPE-IASA%20I-003435.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ALBÁN, Darwin. *Identificación de los puntos críticos en sistemas de producción que influyen en el conteo de células somáticas de leche cruda y el rendimiento de queso mozzarella, Ecuador 2012.*

Universidad Politécnica de Quito, Quito, Ecuador : Universidad Politécnica de Quito ,

2018. Disponible en:

<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6048>

ARANGO, Joaquin. *Parámetros zootécnicos que afectan la prevalencia de mastitis en hatos lecheros.* Segunda edición . Barcelona, España : UNIVER, 2017.

ARMENTEROS, Marieta; et al. *Caracterización de la situación de la mastitis bovina en rebaños de lechería especializada en Cuba,.* La Habana, Cuba : Revista de Salud Animal, 2017.

Disponible en:

<https://www.redalyc.org/pdf/636/63625154001.pdf>

ÁVILA, Santiago. *Producción de leche con ganado bovino.* Segunda edición. Buenos Aires, Argentina : Editorial Manual, 2016.

BEDOLLA, Clementina; et al. *Métodos de detección de la mastitis bovina.* Buenos Aires, Argentina : Albatros. 2017.

CALDERÓN, Alfonso. *Efecto de la mastitis subclínica sobre el rendimiento en la fabricación del queso costeño.* Universidad de Córdoba, Cordova, España : UDC, 2019. Disponible:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-95502011000200003

CÁRDENAS, César. *Calidad Bacteriológica de la leche cruda en ganaderías de la provincia del Azuay*". Universidad de Cuenca, Cuenca-Ecuador : 2018. Disponible en;
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/31455>.

CARVAJAL, Julian & AHUMADA, Cesar. Mastitis subclinica en ganado vacuno de leche . [En línea] 12 de Enero de 2020. Disponible en;
https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Ganad/Ganad_2004_30_22_25.pdf.

CASANOVAS, Enrique. *Evaluación zootécnica de la aptitud de la ubre para el ordeño mecánico en vacas lecheras*. Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez", Buenos Aires , Argentina : Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez", 2019.
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/31455>

CORBELLINI, Carlos. La mastitis bovina y su impacto sobre la calidad de la leche . [En línea] 16 de Septiembre de 2020. Disponible en:
<https://www.agro.uba.ar/sites/default/files/agronomia/la-mastitis-bovina-y-su-impacto-sobre-calidad-de-leche.pdf>.

CUAYLA, Enriqueta. *Prevalencia de Mastitis subclínica bovina en las secciones C, D y E en establos inscritos en el comité zonal de productividad lechera, distrito de Majes, departamento de Arequipa. Perú.*. Universidad Católica de Santa María,, Arequipa, Peru : UCSM, 2017. Disponible en:
<https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/41>

ESTRELLA, Fabián. "Evaluación Del Hato Lechero De La Estación Experimental Tunshi, Utilizando El Programa De Cruzamiento Ganadero Select Mating Service (SMS)". Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba - Ecuador : 2015. Disponible en:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5270>

FARINANGO, Angel. *Prevalencia De Mastitis Bovina Mediante La Prueba De California Mastitis Test Con Identificación Del Agente Etiológico, En El Centro De Acopio De Leche De La Comunidad De Pulisa*. Universidad Politécnica Salesiana, Cayambe, Ecuador : Universidad Politécnica Salesiana, 2014. Disponible en:
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/9826>

FRANKLIN, Betsabe. El libro blanco de la leche y los productos lácteos. [En línea] 12 de Agosto de 2020. [Citado el: Septiembre de 19 de 2020.]. Disponible en:
https://www.uv.mx/personal/pcervantes/files/2012/05/libro_blanco_de_la_leche.pdf.

FUENTES, Fátima. *Relación entre el resultado de la prueba de California para mastitis y las características físico- químicas y microbiológicas de la leche en seis ganaderías lecheras en Sonsonate, El Salvador.* Universidad de El Salvador, Soyapango , El Salvador : UDES, 2016. Disponible en:
<https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/9535>

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION . Normas de calidad de los productos lácteos . Quito, Ecuador : INEN. 12 de Agosto de 2016.

MACAS, Gladys. *Relación Del Volumen Aparente De La Ubre, Frente A La Cantidad De Leche Producida Por Vacas Holstein Mestizas, En La Provincia De Chimborazo.* Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba - Ecuador : 2019. Disponible en:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/13186>

MEDINA, Carlos & MONTALDO, Victor. *El uso de la prueba de conductividad eléctrica y su relación con la prueba de California para mastitis. CNM. V Congreso Nacional de Control de Mastitis. 29-31 de Mayo.* Segunda edición. Aguascalientes : Agsort, 2017.

MERA, Andrade. *Mastitis bovina y su repercusión en la calidad de la leche.* Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador : 2017. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/pdf/636/63653574004.pdf>

MUÑOZ, Gorqui. *“Evaluación Bovinométrica Y Productiva Del Rejo En El Programa Bovinos De Leche Tunshi”.* Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba – Ecuador : 2017. disponible en:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/7755>

NAVARRO, Clemente. *Mastitis bovina causada por ECN, Artículos Rumiantes.* Zaragoza : Grupo Asís Biomedica, S.L., 2016. págs. 23 - 52.

PASTOR, Francisco. *Incidencia de la mastitis subclínica y su efecto en algunas características nutricionales de la leche en 4 establos de Comarca Lagunera.* Instituto Nacional de

Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental La Laguna, Mexico : 2018.

PEÑAFIEL, “*Evaluación Del Hato Lechero Del Centro De Excelencia Agropecuario De Burgay, Utilizando El Programa De Cruzamiento Ganadero Select Mating Service (Sms)*”. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba - Ecuador : 2017. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/7096>

REZA, Gilberto. *Mastitis bovina su reconocimiento clínico, programas de prevención y su terapia con antimastiticos a base de cefapirinas. Mastitis bovina su reconocimiento clínico.* Segunda edicion. México D. F. México: Lupera , 2016.

RODRÍGUEZ, Angel. “*Evaluación del uso de flameado de ubres en la población de mesófilos aerobios, E. coli, Coliformes y Mastitis Subclínica en leche cruda de bovino*”. Universidad Tecnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador : 2016. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/1632>

RUIZ, Jacinto; et al. *Determinación de concentraciones inhibitorias mínimas a algunos antibióticos de las bacterias aisladas de glándula mamaria bovina en San Pedro de los Milagros.* [ed.] Segunda edicion. Antioquia. : Rev. Col. Cien. Pec., 2018.

TORRES, Germanico. mastitis subclínica en las Queserías Rurales del Ecuador. [En línea] 20 de Abril de 2017. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/18364/1/Tesis%2031%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20343.pdf>.

VASALLO, Ailin. *Calidad e inocuidad en la leche cruda de una cadena de producción de una provincia occidental de Cuba.* Laboratorio de Microbiología, CENLAC, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba : 2018.

VILLEGAs, Zianie. *Evaluación de la calidad físico química y microbiológica de la leche cruda que se expende en el cantón Bolívar Provincia del Carchi*”. Universidad Tecnica del norte, Ibarra, Ecuador : 2016.

WOLTER, Simmon. La mastitis bovina. [En línea] 12 de Agosto de 2018. Disponible en: <http://infolactea.com/wp-content/uploads/2015/03/608.pdf>.

ANEXOS

ANEXO A: MODIFICACIONES DE COMPONENTES DE LA LECHE CON MASTITIS

COMPONENTES	MODIFICACIÓN
Extracto seco magro y total	Disminución
Materia grasa	Ligera disminución
Proteínas totales	Sin cambio
Caseína	Disminución
α - lactoalbúmina	Ligera disminución
α - Lactoglobulina	Ligera disminución
<u>Seroalbumina</u>	Ligero aumento
<u>Inmunoglobulinas</u>	Importante aumento
<u>Lactosa</u>	Importante disminución
<u>Sales minerales</u>	Igual o ligero aumento
<u>Calcio</u>	Ligera disminución
<u>Sodio</u>	Importante aumento
<u>Potasio</u>	Disminución
<u>Fosforo</u>	Ligera disminución
<u>CLoro</u>	Importante aumento

Fuente: (Carvajal, 2020, p. 6)

ANEXO B: AGENTES FRECUENTES DE MASTITIS Y PERDIDA DE PRODUCCION EN GANADO VACUNO DE LECHE

Tipo de mamitis	Agente
Estreptocócica	Género Streptococcus: - S. Agalactiae - S. Uberis - S. dygalactiae - S. pyogenes - S. dyagalactiae
Estafilocócica	Género Staphylococcus: - S. aureus - S. coagulasa, neg.
Colibacilar	- E.coli - Enterobacter aerogenes - Klebsiella pneumoniae
Otros tipos	Genero Micrococcus Género Bacillus Género Pseudomonas Género Corynebacterium Micoplasmas Levaduras

Fuente: (Carvajal, 2020, p. 6)

RECUENTO CELULAR (cel/ml)	PÉRDIDA DE PRODUCCIÓN
200000	0%
500000	6 %
1000000	10 %
2000000	16 %
4000000	24,5 %

Fuente: (Carvajal, 2020, p. 6)

**ANEXO C: CORRELACIÓN ENTE EL CONTEO DE CÉLULAS SOMÁTICAS /ML CON
EL PORCENTAJE DE CUARTOS INFECTADOS EN UNA EXPLOTACIÓN
LECHERA**

VACAS INDIVIDUALES		LECHE DE TANQUE	
Conteo de células somáticas	Leche Perdida por Lactancia (Kg)	Conteo de células somáticas	Leche Perdida por Lactancia por vaca por (Kg)
25.000	0	70.000	0
50.000	0	120.000	200
100.000	200	210.000	450
200.000	400	350.000	700
400.000	600	630.000	850
800.000	800	1.100.000	1100
1.600.000	1000	2.000.000	1300

Conteo de células somáticas (CCS)/ml en Leche de Tanque	% de Cuartos Infeccionados	Pérdida de Producción (%)
200.000	6	0
500.000	16	6
1.000.000	32	18
1.500.000	48	29

**ANEXO D: CORRELACIÓN ENTE EL CONTEO DE CÉLULAS SOMÁTICAS /ML CON
LAS PÉRDIDAS ANUALES KG. DE GRASA BUTIROSA**

Conteo de células somáticas /ml	Litro de leche	Pérdidas Anuales Kg. de Grasa Butirosa	\$
300.000	36.000	1.188	6534
400.000	72.000	2.376	13.068
500.000	108.000	3.564	19.602
600.000	144.000	4.752	26.136
700.000	180.000	5.940	32.670
800.000	216.000	7.128	39.204
900.000	252.000	8.316	45.738