

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
SEDE MANAGUA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA.



TESIS DE GRADO

Para optar al Título de Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia

VARIACIÓN DE LA COMPOSICIÓN E HIGIENE DE LA LECHE CRUDA EN BOVINOS CON MASTITIS SUBCLÍNICA Y SIN MASTITIS EN LA FINCA "SANTADEO", TISMA, 2024.

Sustentantes

- Br. Leslie Omar Torres Campos
- Br. Laura Estefanía Murillo Palma

Asesor/Asesores

MSc. Deleana del Carmen Vanegas.

Managua, Nicaragua, Enero 2025

INDICE

Sección	Pág.
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo General	2
2.2. Objetivos Específicos	2
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
IV. JUSTIFICACIÓN	5
V. ANTECEDENTES	6
VI. HIPÓTESIS	8
6.1. Hipótesis Investigativa.	8
6.2. Hipótesis Nula.	8
6.3. Hipótesis Alternativa	8
VII. MARCO DE REFERENCIA	9
7.1 Marco Conceptual	9
7.1.1 Leche	9
7.1.2 Ubre	9
7.1.3 Mastitis	9
7.1.4 Mastitis Subclínica	10
7.1.5 Patogénesis de la Mastitis	10
7.1.6 Patógenos Causantes de Mastitis	10
7.1.7 Prueba de California de Mastitis	11
7.1.8 Características Organolépticas de la Leche	11
7.1.9 Propiedades Fisicoquímicas de la leche	12

7.1.10 Fuentes de contaminación de la leche cruda	13
7.1.11 Pruebas Bioquímicas	14
7.1.12 Buenas Prácticas de Ordeño	14
VIII. MATERIALES Y MÉTODOS	18
8.1. Ubicación del área de estudio	18
8.2. Diseño Metodológico	19
8.2.1 Tipo de Estudio	19
8.2.2. Criterios de Inclusión y Exclusión	19
8.2.3. Fase De Campo	20
8.2.4. Fase de Laboratorio	22
8.3. Variables a Evaluar	22
8.3.1. Operacionalización de variables	22
8.4 Recolección de Datos	24
8.5. Análisis de Datos	25
8.6. Materiales	25
IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
9.1. Prevalencia de mastitis subclínica, en vacas de ordeño mediante la prueba de California Mastitis Test (CMT)	26
9.2. Composición e higiene de la leche de las vacas rectoras y no rectoras a las pruebas bioquímicas.	32
9.3. Identificar factores del mal manejo higiénico durante el ordeño.	43
X. CONCLUSIONES	46
XI. RECOMENDACIONES	48
XII. LITERATURA CITADA	49
XIII. ANEXOS	54

INDICE DE TABLAS

Tabla	Pag.
1. Pruebas TRAM (Tiempo de reduccion de azul de metileno)	17
2. Características Fisicoquímicas	17
3. Prevalencia de Mastitis Subclínica mediante la prueba de California Mastitis Test de las vacas en ordeño de la Finca San Tadeo.	26
4. Composición de la leche en diversos grados de mastitis subclínica.	32
5. Buenas Prácticas de Ordeño	43

INDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1. Localización Vía GPS de la finca “San Tadeo” 12°04’42. 1”N 86°00’28.6”W	18
2. Raqueta de CTM con muestras de leche	20
3. Aplicación del reactivo CMT en raqueta	20
4. Recoleccion de muestras de leche	21
5. Recopilacion de muestras de leche	21
6. Mantenimiento de muestras de leche	21
7. Prevalencia de vacas afectadas por grado.	29
8. Prevalencia por Cuartos Mamarios	30
9. Resultados de Prueba de Alcohol	37
10. Estimulación Negativa del ordeño ante estímulos externos	43
11. Estimulación positiva del ordeño	44

INDICE DE ANEXOS

Anexo	Pág.
a. Frasco con azul de metileno	54
b. Prueba de reducción de azul de metileno	54
c. Prueba de Alcohol 1	54
d. Prueba de Alcohol 2	54
e. Muestras de leche en laboratorio	55
f. Muestras de leche en campo	55
g. Vacas de la hacienda	55
h. Instalaciones de la hacienda	55
i. Mantenimiento de muestras en hielera con hielo en campo	56
j. Recoleccion de muestras en campo	56
k. Tabla formato de BPO	56

DEDICATORIA

Dedico esta tesis, en primer lugar, a mí mismo, por el esfuerzo incansable, la perseverancia y la dedicación que he invertido en este proyecto y en mi formación académica a lo largo de los años. Ha sido un camino lleno de desafíos y aprendizajes, donde la disciplina y el compromiso me han guiado hasta este logro tan significativo.

Asimismo, dedico este trabajo a mis padres, quienes han estado a mi lado en cada paso de este proceso, brindándome su apoyo incondicional y alentándome a seguir adelante en los momentos de dificultad. A mis perritas Linda y Jackie, quienes han sido mis compañías cada noche de trabajo de este documento. Su ejemplo, amor y respaldo han sido una fuente constante de inspiración y motivación.

A ellos, y a todas las personas que de alguna manera me han acompañado y contribuido en este viaje, les agradezco de todo corazón.

Leslie Omar Torres Campos.

AGRADECIMIENTO

Al concluir este proyecto de tesis, quiero expresar mi más sincero agradecimiento, en primer lugar, a Dios, por brindarme la fuerza, la guía y las oportunidades que hicieron posible llegar hasta este momento. Con profunda gratitud, quiero agradecer a mis padres, Leslie Torres y Carolina Campos, quienes, desde el primer día, me han inspirado con su esfuerzo y dedicación, enseñándome el valor del compromiso en cada aspecto de la vida. Su apoyo incondicional y sus enseñanzas me han formado no solo como estudiante, sino como persona, y les debo a ellos gran parte de lo que soy y lo que he logrado. Agradezco también a mis tíos, Denis Alemán e Hilda Brenes, quienes junto a mis padres siempre han sido un pilar fundamental en mi vida y me han guiado hacia una dirección correcta, animándome a seguir adelante en cada paso de mi formación académica y personal.

Deseo agradecer, además, a cada uno de mis maestros, cuya dedicación a la enseñanza y vocación han sido vitales en este recorrido. Sus conocimientos, consejos y paciencia no solo me han transmitido el amor por el aprendizaje, sino que también me han motivado a superarme y a perseguir mis metas con perseverancia.

Un agradecimiento especial la Dra. Deleana Vanegas por su paciencia y dedicación hacia con nosotros como asesora de este trabajo investigativo.

Finalmente, agradezco a los amigos que han estado a mi lado a lo largo de este trayecto, quienes con su compañía, apoyo y alegrías hicieron de este viaje una experiencia enriquecedora y memorable. Cada uno de ustedes ha sido un apoyo esencial en este camino, y su presencia me ha recordado la importancia de contar con personas que nos impulsen y celebren cada logro.

Gracias a todos por ser parte de este logro, y por hacer de este proyecto algo posible y significativo en mi vida.

Leslie Omar Torres Campos.

RESUMEN

La siguiente investigación se realizó con el objetivo de comparar la variación de la composición e higiene de la leche cruda de animales con mastitis subclínica y sin mastitis, en la Hacienda San Tadeo, ubicada en Tisma, Nicaragua. Este estudio es no experimental, descriptivo, transversal en el tiempo, de carácter mixto. Se realizó la prueba CMT a 21 vacas en ordeño para determinar prevalencia de mastitis subclínica, se recolectaron muestras de leche para establecer las características fisicoquímicas de: Materia Seca, Cenizas Totales, Nitrógeno, Extracto Etéreo (grasa), PH, Acidez, Densidad, Alcohol y Reductasas, comparando la composición e higiene de la leche de las vacas rectoras y no rectoras, a través de la observación se identificaron factores del mal manejo higiénico durante el ordeño. Las 21 vacas evaluadas presentaron diversos grados de reacción, determinando que el 100% de ellas padecían mastitis subclínica. Los 84 pezones analizados, el 35.7% presentó una reacción de grado 1, el 39.3% de grado 2 y el 16.6% de grado 3, los pezones anteriores izquierdos y derechos, así como los posteriores izquierdos y derechos, reaccionaron en todos los grados en un 25% cada uno. Esto indica que los cuartos anteriores y posteriores tienen la misma probabilidad de presentar niveles de afectación. Los resultados de Cenizas Totales muestran que para Grado 0 (0.59%), Grado 1 (0.18%), Grado 2 (0.73%), Grado 3 (0.69%). Los valores de grasa para el Grado 0 (6.2), Grado 1 (6), Grado 2 (5.2) y para el Grado 3 (6). Los resultados de acidez, que reflejan presencia de ácido láctico en leche, el Grado 0 (0.17%), el Grado 1 (0.15%), el Grado 2 (0.15%) y el Grado 3 (0.19%). Los pH indican que no se registraron valores fuera de los rangos. Todo se encuentra dentro de los parámetros aceptados, para grado 0 (6.82), grado 1 (6.96), grado 2 (6.74) y grado 3 (6.6). La densidad muestra que todos los grados se encuentran por debajo del rango mínimo, con grado 0 (1.027), grado 1 (1.022), grado 2 (1.023), grado 3 (1.024). Proteínas muestran que todos los grados se encuentran por debajo del límite inferior, con valores para grado 0 (2.23), grado 1 (1.98), grado 2 (2.335) y grado 3 (2.85). Los tiempos de reducción del azul de metileno fueron inferiores a 2 horas, lo que resultó en una clasificación C. De todas las prácticas de ordeño basadas en el "Manual de Buenas Prácticas de Ordeño" de la FAO, logramos constatar que únicamente el 50% de estas se llevan a cabo.

Palabras claves: Prevalencia, Infección, Variación, Cuartos, Ordeño

ABSTRACT

The following research was conducted with the objective of comparing the variation in composition and hygiene of raw milk from animals with subclinical mastitis and without mastitis at Hacienda San Tadeo, located in Tisma, Nicaragua. This study is non-experimental, descriptive, cross-sectional, and of a mixed nature. The CMT test was conducted on 21 lactating cows to determine the prevalence of subclinical mastitis. Milk samples were collected to establish the physicochemical characteristics of dry matter, total ash, nitrogen, ether extract (fat), pH, acidity, density, alcohol, and reductase. The composition and hygiene of the milk from reacting and non-reacting cows were compared. Through observation, poor hygienic practices during milking were identified. All 21 evaluated cows showed varying degrees of reaction, determining that 100% of them had subclinical mastitis. Among the 84 teats analyzed, 35.7% showed a grade 1 reaction, 39.3% a grade 2 reaction, and 16.6% a grade 3 reaction. The left and right front teats, as well as the left and right hind teats, reacted equally across all grades at 25% each. This indicates that front and hind quarters have the same likelihood of being affected. The results for total ash showed the following percentages: grade 0 (0.59%), grade 1 (0.18%), grade 2 (0.73%), and grade 3 (0.69%). Fat values were recorded as follows: grade 0 (6.2%), grade 1 (6%), grade 2 (5.2%), and grade 3 (6%). Acidity results, reflecting lactic acid presence in milk, were as follows: grade 0 (0.17%), grade 1 (0.15%), grade 2 (0.15%), and grade 3 (0.19%). The pH values were within acceptable ranges: grade 0 (6.82), grade 1 (6.96), grade 2 (6.74), and grade 3 (6.6). Density results showed all grades were below the minimum range: grade 0 (1.027), grade 1 (1.022), grade 2 (1.023), and grade 3 (1.024). Protein values were also below the lower limit: grade 0 (2.23), grade 1 (1.98), grade 2 (2.335), and grade 3 (2.85). Reduction times for methylene blue were less than 2 hours, resulting in a grade C classification. Of all the milking practices based on the FAO "Manual of Good Milking Practices," it was confirmed that only 50% of these are implemented.

Keywords: Prevalence , Infection, Variation, Quarters, Milking.

I. INTRODUCCIÓN

La mastitis bovina, es una inflamación de la glándula mamaria, continúa siendo una preocupación significativa en la industria lechera debido a sus efectos adversos en la calidad y la cantidad de la leche producida, así como en el bienestar animal.

Según estudios recientes (Smith et al., 2020; Jones y Brown, 2019),

La incidencia de mastitis puede resultar en pérdidas económicas considerables para los productores lecheros, tanto por la disminución en la producción de leche como por los costos asociados con el tratamiento y la prevención de la enfermedad. Por lo tanto, la implementación de un control efectivo de mastitis se ha convertido en una prioridad para garantizar la sostenibilidad y rentabilidad de las operaciones lecheras.

Además de los programas de control de mastitis, es fundamental mantener altos estándares de calidad de la leche en las granjas lecheras.

En investigaciones previas de (García et al., 2018; Patel y Singh, 2017) expresan:

“La calidad de la leche puede influir significativamente en su valor comercial y en la salud pública, ya que la presencia de patógenos y contaminantes puede comprometer la seguridad alimentaria y la reputación del productor”.

Este estudio se centra en asegurar la calidad y seguridad de los productos lácteos al investigar la mastitis subclínica, que impacta la producción y puede introducir patógenos riesgosos para la salud del consumidor. Se emplearon pruebas rápidas como el California Mastitis Test (CMT) en muestras de leche fresca para detectar esta afección. Los hallazgos pretenden fortalecer las estrategias de prevención, permitiendo a los productores implementar medidas más efectivas y, en última instancia, mejorar la calidad de la leche cruda en beneficio de la industria y los consumidores.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Analizar la variación de la composición e higiene de la leche cruda de animales con mastitis subclínica y sin mastitis, en la Hacienda San Tadeo, Tisma, Nicaragua.

2.2. Objetivos Específicos

- Determinar la prevalencia de mastitis subclínica, en vacas de ordeño mediante la prueba de California Mastitis Test (CMT)
- Comparar la composición e higiene de la leche de las vacas rectoras y no rectoras a las pruebas bioquímicas.
- Identificar factores del mal manejo higiénico durante el ordeño.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Nicaragua, los productores ganaderos sufren pérdidas económicas significativas debido a la variación en la calidad de la leche, atribuidas principalmente a la mala higiene y deficiencias en el manejo durante el proceso de ordeño (Gómez ,2017).

“Cuando la calidad del producto se ve comprometida, los productores se enfrentan a consecuencias económicas negativas” (Cipolatti et al 2016). Como son la reducción del valor de mercado, descarte de vacas en ordeño, sanciones y multas, pérdidas de la reputación.

La calidad de la leche es un componente crucial en la industria láctea, y su variabilidad está influida por una compleja interacción de diversos factores. Desde las condiciones ambientales y la genética de las vacas hasta los métodos de manejo y alimentación, cada uno de estos elementos desempeña un papel significativo en la composición y características finales del producto lácteo.

“La mastitis subclínica es una enfermedad común en la actividad ganadera en todo el mundo”. (Singh et al. 2016).

La mastitis subclínica es responsable de grandes pérdidas económicas en la industria láctea, ya que disminuye la producción de leche y afecta su calidad. Además, la puede llevar a la aparición de mastitis clínica, una forma más grave de la enfermedad que causa dolor y malestar en las vacas (Goyes y Rosario, 2020).

Así mismo (Goyes y Rosario, 2020), se refiere a que:

Estos factores pueden afectar tanto la calidad como la cantidad de leche producida, también nos puede afectar a la salud pública debido a que la mastitis es una patología que se desencadena por factores multifactoriales en el ganado bovino, estos son factores importantes para la rentabilidad de una granja, sin embargo, este mal sigue siendo uno de los problemas más importantes hoy en día, representando un alto porcentaje, lo que resulta en una disminución en el valor comercial de la leche y, en última instancia, en una pérdida de ingresos para los grandes y pequeños productores.

Para abordar esta problemática y reducir las pérdidas económicas, es fundamental que los productores ganaderos en Nicaragua implementen medidas preventivas y buenas prácticas de manejo durante el ordeño. Espinoza y Urbina (2016) señalan que “para mantener un entorno limpio y mantener los equipos de ordeño correctamente desinfectados, los operadores deben asegurar una adecuada higiene de sus manos para evitar la contaminación de las ubres.”

IV. JUSTIFICACIÓN

“La leche cruda es un componente fundamental de la cadena alimentaria, proporcionando nutrientes esenciales para la salud humana” (Smith et. al 2019). Sin embargo, la presencia de mastitis en bovinos puede afectar significativamente la composición y la calidad higiénica de la leche, lo que plantea desafíos tanto para la salud pública como para la industria láctea.

Según Pimentel (2008):

Debemos de tener en cuenta que la calidad de la leche constituye una importante reserva económica tanto para la gente de escasos recursos como para las grandes empresas productoras, ya que el procedimiento de pago vigente ofrece la posibilidad de que el precio de venta se incremente o disminuya en función de las especificaciones de calidad de la leche.

Por lo que es importante contar con leche limpia y pura que cumpla con los estándares pertinentes de higiene.

La importancia de abordar esta problemática en nuestro trabajo radica en la necesidad de garantizar la seguridad alimentaria y la calidad de los productos lácteos. La mastitis subclínica no solo afecta la producción y composición de la leche, sino que también puede dar lugar a la presencia de patógenos perjudiciales, comprometiendo la salud del consumidor.

Esta investigación tiene el potencial de hacer contribuciones significativas tanto a la investigación académica como a la industria láctea. Se presentaran resultados de pruebas rápidas de campo como California mastitis test (CMT) , para evaluar la presencia de mastitis subclínica, a través de muestras de leche fresca llevadas a laboratorio.

Los hallazgos podrían mejorar las estrategias de detección temprana de la mastitis subclínica, permitiendo a los productores implementar medidas preventivas de manera más efectiva.

Esperamos ofrecer soluciones prácticas y basadas en evidencia para mejorar la producción y calidad de la leche cruda, beneficiando tanto a la industria como a los consumidores finales.

V. ANTECEDENTES

Un estudio realizado en la Revista Científica Agropecuaria por Valle y Sánchez (2022), con el objetivo de describir las alteraciones provocadas por la mastitis en la leche describe 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.

En otro estudio realizado en la Ciudad de Cuenca por (Abril, 2013) sobre la evaluación de leche cruda nos relata:

Al comportamiento del contenido de proteína, 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.

En una evaluación de la calidad de la leche que realizó Valle (Citado por Calderón, 2019) 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 se reducen el nivel de caseína, pero aumenta los niveles de albúmina y globulina, por lo que el contenido proteico puede permanecer constante, pero la calidad de la leche es diferente, pese a esto los resultados fueron de 2.90 %.

El siguiente trabajo investigativo de variación de la leche en vacas con mastitis subclínica (Mera, 2017) indica las siguientes variaciones que pueden presentar la leche de vaca cruda con esta patología.

El contenido de proteína de la leche alcanzó 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.

Se 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%.

Concluimos con un reporte realizado por (Fuentes, 2016, pág. 62): donde se utilizó el test de california mastitis para evaluar la variación de la mastitis subclínica, este es el mismo test que utilizamos en nuestro trabajo investigativo donde:

Indicó que los contenidos de proteína en leche de vacas con resultados negativos 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, estas diferencias no fueron significativas.

VI. HIPÓTESIS

6.1. Hipótesis Investigativa.

Existe variación en la composición e higiene de la leche cruda en animales con mastitis subclínica en comparación con los que no tienen mastitis en la hacienda San Tadeo.

6.2. Hipótesis Nula.

Ausencia en la variación en la composición e higiene de la leche cruda en animales con mastitis subclínica en comparación con los que no tienen mastitis en la hacienda San Tadeo.

6.3. Hipótesis Alternativa

La existencia de variación en la composición e higiene de la leche cruda en animales con mastitis subclínica en la Finca San Tadeo depende del grado de afectación de las glándulas mamarias.

VII. MARCO DE REFERENCIA

7.1 Marco Conceptual

7.1.1 *Leche*

Según (Mier y Espinosa, 2013) Define que:

La leche es el producto de la secreción de la glándula mamaria normal de animales bovinos lecheros sanos, obtenida mediante uno o más ordeños diarios, higiénicos, completos e ininterrumpidos, sin ningún tipo de adicción o extracción, destinada a un tratamiento posterior previo a su consumo.

7.1.2 *Ubre*

“Órgano que tiene grandes dimensiones y pesado, cerca de 50 Kg, incluyendo la sangre y la leche”. (Bavera, 2015)

7.1.3 *Mastitis*

Según Rivera (Citado por Ávila y Gutiérrez, 2004) indican que,

Mastitis se define como la inflamación de la glándula mamaria que generalmente se presenta como una respuesta a la invasión de microorganismos. Se caracteriza por presentar daños en el epitelio glandular, seguido por una inflamación que puede ser clínica o subclínica, presentándose cambios patológicos localizados o generalizados, dependiendo de la magnitud del daño.

7.1.4 Mastitis Subclínica

Según (Bolaños et al, 2012)

La mastitis subclínica se caracteriza por la presencia de un microorganismo en combinación con un conteo elevado de células somáticas en patogénesis, es difícil de curar en muchos casos la vaca parece saludable y la ubre no presenta ningún signo al igual que la leche puede parecer normal sin presentar ningún cambio organoléptico.

Es de larga duración, difícil de tratar con los antibióticos, es muy difícil de detectar y reduce drásticamente la producción de leche, afecta la calidad de leche, y también puede servir de reservorio para infectar a otros animales en el rebaño lechero.

7.1.5 Patogénesis de la Mastitis

Al hablar de la Patogénesis de la mastitis (Arauz, 2022) expresa lo siguiente.

“Esta infección intramamaria se presenta cuando los microorganismos causantes de mastitis hayan penetrado en el canal de la glándula mamaria y se hayan multiplicado en el tejido productor de leche y hayan liberado toxinas”.

La presencia de estos microorganismos infecciosos y otros componentes provoca una serie de procesos inmunológicos en que los leucocitos (glóbulos blancos), se mueven desde el flujo sanguíneo hacia la leche para destruir a los microorganismos invasores.

Asimismo, ingresan otros agentes como lo son; fluidos, suero de la sangre y del sistema linfático al cuarto infectado para diluir las toxinas bacterianas siendo esta la respuesta inflamatoria.

7.1.6 Patógenos Causantes de Mastitis

Según Pinzón (Citado por Rivera, 2014)

La mastitis es ocasionada por organismos microscópicos que penetran las glándulas mamarias de las vacas a través del canal de los pezones, la penetración puede ocurrir por multiplicación, movimiento mecánico, propulsión durante el ordeño o por una combinación de factores.

Casi el 90 al 95% de los casos son provocados por cuatro microorganismos. Los cuales son: *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus uberis*, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus dysgalactiae*.

7.1.7 Prueba de California de Mastitis

“Es un examen sencillo que con exactitud predice el conteo de células somáticas ya sea, a partir de cada cuarto o en muestras de leche” (Hernández et. al, 2012, p.1)

Según (Hernández et. al, 2012), La exactitud del CMT se fundamenta en tres principios:

El número de leucocitos (células blancas) incrementa enormemente en número cuando una lesión o una infección afectan el tejido mamario.

Los leucocitos, especialmente los polimorfos nucleares tienen un núcleo extenso con material nuclear (ADN) comparadas con otras células o bacterias de la leche.

7.1.8 Características Organolépticas de la Leche

7.1.8.1 Color Blanco de la Leche. Según Jodorcovsky (Citado por Guerrero y Rodríguez, 2010), las micelas de caseína reflejan luz, lo que otorga el color blanco de la leche. Los carotenos de la grasa poseen diferentes grados de pigmento amarillo lo que le otorga a la crema su color amarillento característico. Esto varía con la raza de la vaca y con la alimentación. Si las micelas de caseína son destruidas, uniendo calcio con citrato, la leche se transforma en un líquido transparente amarillento.

“La leche fresca es de color blanco aporcelanado, presenta una cierta coloración crema cuando es muy rica en grasa. La leche descremada o muy pobre en contenido graso presenta un blanco con ligero tono azulado.” (Nasanovski, Citado por Guerrero y Rodríguez, 2014)

7.1.8.2 Sabor. Según Blandón (Citado por García y Moreno, 2011), explica que el sabor natural de la leche es difícil de determinar, por lo general no es ácido ni amargo, sino ligeramente dulce debido al contenido de lactosa. En ocasiones puede tener un sabor salado debido a la alta concentración de cloruros en la leche al final de la lactancia o por infección de la ubre (mastitis), otras veces presenta ácido cuando el porcentaje de acidez es superior a 22- 33 ml NaOH 0,1 N/100 ml (0,2-0,3% ácido láctico). Pero en general, el sabor de la leche cruda es muy agradable y puede describirse simplemente como característico.

7.1.8.3 Olor. Según Blandón (Citado por Feijoo y Pardo, 2019) menciona que la leche adquiere con mucha facilidad los olores del ambiente que le rodea o de los recipientes donde es almacenada o transportada, tanto el olor como el sabor están estrechamente relacionados, como es el olor pútrido debido a medicamentos, de acuerdo al alimento (leguminosas, olor a vaca y forraje); los bulbos (acre o nauseabundo); remolachas (olor a pescado); el almacenado (productos detergentes, desinfectantes, abonos medicamentos, combustibles).

7.1.9 *Propiedades Fisicoquímicas de la leche*

7.1.9.1 Acidez. Según Blandón (Citado por Hanna, 2017) asegura que el índice de acidez típico de la leche cruda de vacas sanas es 0,10 a 0,26% expresado como ácido láctico. La presencia de fosfato, citrato y caseína contribuye a la acidez natural de la leche. Cuando el nivel de acidez aumenta o es más alto de lo normal, indica un aumento en el número de bacterias.

7.1.9.2 Temperatura de Congelación. Según Blandón (Citado por González, 2013) asegura que “El punto de congelación de la leche puede oscilar entre -0.52 y -0.56 °C (con una media de -0.5 °C). La determinación de este índice permite detectar en la leche un aguado a partir del 3%”.

7.1.9.3 Densidad. Según Blandón (Citado por Lucero, 2017), afirma que la densidad de la leche en relación a la combinación de sus diversos componentes: agua (1000 g/ml); grasa (0,931 g/ml); proteína (1346 g/ml); lactosa (1666 g/ml); Minerales (5.500 g/ml) y sólidos no grasos (SNG = 1.616 g/ml). Por lo tanto, la densidad de la leche entera será de unos 1.032 g/ml, la densidad de la leche desnatada será de 1.036 g/ml y la densidad de la leche acuosa será de unos 1.029 g/ml.

7.1.9.4 Viscosidad. Según Blandón (Citado por Alduvin y León, 2006) explican que la viscosidad de la leche está determinada por cuánto impide el flujo, el coeficiente de fricción en sus moléculas. La viscosidad de la leche a 20 °C es de 1,5 a 2,0 cps, ligeramente superior a la del agua (1005 cps). Esta viscosidad puede verse alterada por algunos microorganismos que han desarrollado la capacidad de regenerar polisacáridos, aumentando la viscosidad de la leche por acción de la extracción del agua.

7.1.9.5 Composición. Según (Agudelo y Bedoya, 2005) la leche es una compleja mezcla de distintas sustancias, presentes en suspensión o emulsión y otras en forma de solución verdadera y presenta sustancias definidas: agua, grasa, proteína, lactosa, vitaminas, minerales; a las cuales se les denomina extracto seco o sólidos totales. Los sólidos totales varían por múltiples factores como lo son: la raza, el tipo de alimentación, el medio ambiente y el estado sanitario de la vaca entre otros.

7.1.10 Fuentes de contaminación de la leche cruda

Según Magariños (Citado por Cruz, 2011).

Las principales fuentes de contaminación de leche y productos lácteos se dan en el predio, animal (glándula mamaria, piel, heces), establo (moscas, aire, forraje, paja, suelo), utensilios (equipo de ordeño, baldes, tarros, filtros, enfriadora), así como durante la recolección y el transporte, y durante la recepción y el procesamiento industrial.

7.1.11 Pruebas Bioquímicas

7.1.11.1 Prueba de Alcohol. Según Molina et. al (Citado por Horne y Parker, 2011) postulan que el efecto del alcohol es reducir la constante dieléctrica del medio, eliminando la barrera de energía que previene la coagulación. Si la constante dieléctrica es reducida hasta un valor de pH crítico, las micelas de caseína precipitan. La estabilidad de la leche al etanol está en función del pH, entre pH 6.4 a 7,0, obteniéndose una curva sigmoidea al relacionar el pH versus concentración de etanol.

7.1.11.2 Prueba de Reducción de Azul de Metileno. Según el documento (Determinación De La Calidad De La Leche, s.f.), la mayoría de los gérmenes de la leche elaboran reductasas que modifican el potencial de óxido-reducción de la misma. Para demostrar ese fenómeno basta añadir a la leche una sustancia que se decolore al pasar de la forma oxidada a la forma reducida. La rapidez con que cambia de color está en función de la población bacteriana y, por ello, puede ser un índice del grado de contaminación de la leche.

En general se admite que la decoloración es más rápida cuanto mayor es el número de microorganismos en la leche. Sin embargo, las bacterias presentan distinta habilidad para reducir el azul de metileno, así el *Streptococcus liquefaciens*, los gérmenes del grupo coliaerógenos y los de la putrefacción (*Bacillus subtilis*) se muestran muy activos. Las células somáticas presentes en la leche también influyen mucho en la velocidad de decoloración, sobre todo los leucocitos.

7.1.12 Buenas Prácticas de Ordeño

Conjunto de medidas a considerar en torno al ordeño para realizarlo de forma ordenada e higiénica.

“Las buenas prácticas de ordeño están orientadas a garantizar leche de excelente calidad, ya sea para consumo directo o para la fabricación de productos y subproductos frescos y saludables”. (FAO, 2011).

Leyes Sanitarias Nicaragüenses reguladoras de fincas dedicadas a la producción y manipulación de leche entera cruda y sus derivados.

Para (Machado, 2012). LEY GENERAL DE SALUD, LEY No. 423, del 14 de marzo del 2002, TITULO II, y Artículo 7, establecen sus incisos 26 y 27 lo siguiente:

Inciso 26; Implementar la política de seguridad alimentaria nutricional de la población y las medidas necesarias para complementar la dieta con micronutrientes, cuando sea procedente, de acuerdo con las normas nacionales e internacionales. Y en el inciso 27: regular los procesos mediante los cuales los sectores productores, procesadores, distribuidores de alimentos, o cualquier otro que intervenga en el proceso, deberán fortificar, manipular, enriquecer y complementar los micro nutrientes mencionados en el numeral anterior, de acuerdo con los alimentos de que se trate y las normas aplicables.

Según la Norma Técnica de leche Entera Cruda, (NTON 03-027 99), determina que la leche es el producto de la secreción normal de la glándula mamaria de animales bovinos sanos, obtenida por ordeño diario, ya sea manual o mecánico y que la leche cruda entera es el producto no adulterado, del ordeño completo e ininterrumpido de una vaca sana, bien alimentada y no fatigada, recogida higiénicamente y no debe contener calostro.

“Esta norma establece los requisitos que debe cumplir toda finca cuyo objetivo sea la producción de leche”.

- Deberá tener un establo fijo o un sitio de ordeño destinado a esta actividad.
- Los bovinos destinados a la producción de leche deberán estar sanos, libres de zoonosis, mastitis y demás enfermedades infectocontagiosas.
- Las pruebas de mastitis deberán aplicarse en forma permanente a todas las vacas en producción y cuando las autoridades de salud o agropecuarias lo estimen conveniente.

“De acuerdo a la conformidad con los requisitos y condiciones sanitarias mínimas establecidas en la presente norma las fincas se clasifican así: de primera categoría y de segunda categoría”.

“Para las fincas productoras de leche de segunda categoría cuya leche es destinada a las plantas para higienización o procesamiento de productos lácteos y para consumo humano directo, les establece como requisitos”.

- Tener establos fijos o sitios de ordeño.
- Disponer de agua tratada para la higienización.
- Disponer para el filtrado de la leche, de papel filtro, de coladores de acero inoxidable, de plástico o aluminio.
- En los establos fijos o sitios de ordeño el estiércol deberá retirarse diariamente, y su disposición final previo tratamiento, se llevará a cabo en un lugar que evite contaminación de insectos y roedores.
- Los utensilios y equipos que tengan contacto con la leche deberán ser de material inerte que permita su fácil lavado y desinfección, después de cada uso.
- Las sustancias para el lavado y desinfección de los materiales a que se refiere el inciso anterior, deberán estar aprobados por la autoridad correspondiente.
- Disponer de un programa de control de vectores.
- Disponer de un sistema adecuado de tratamiento de aguas residuales.

NTON 03 027-17

Características Organolépticas.

Organolépticos: La leche cruda deberá estar exenta de color, olor, sabor, y consistencia, extraños a su naturaleza.

Aspecto: Debe ser homogéneo, libre de materias extrañas.

Color: Debe ser blanco, opalescente o ligeramente amarillento.

Olor: Característico, sin olores extraños.

Sabor: Características ligeramente dulce.

Tabla 1.*Pruebas TRAM (Tiempo de reducción de azul de metileno)*

Pruebas TRAM (Tiempo de reducción del azul de metileno)			
Escala de clasificación	Clase A /Leche Fría	Clase B /Leche Fría	Clase C /Leche Fría
Requisitos. Tiempo en horas de Reductasa	≥4,5h	≥4,5h y ≥2,5h	<2,5h

*Nota. Cuadro extraído de NTON 03 027-17 de Leche y Productos Lácteos, Nicaragua***Tabla 2.***Características Fisicoquímicas*

Características Fisicoquímicas		
Características	Mínimo	Máximo
Densidad a 15°C (Gravedad específica)	1,029	1,033
Densidad a 20°C (Gravedad específica)	1,028	1,033
Materia Grasa % m/m	3,2	-
Sólidos no grasos % m/m (g/100g)	8,3	-
Sólidos Totales % m/m (g/100g)	11,5	-
Acidez expresada como ácido láctico % (m/v)	0,13	-
PH	6,6	6,8
Impureza macroscópicas (sedimentos)(mg/500cm ³ norma o disco)	-	3,0
Índice criocópico (para recibos individuales por fincas)	(-0,530 °C)(-0,550 °H)	(-0,510 °C)(-0,530 °H)
Índice de refracción	20nD 1,3420	-
Prueba de alcohol	No se coagulara por la adición de un volumen de 75% alcohol. Volumen -75 a 78%	
Presencia de conservantes	Negativo	
Presencia de adulterantes	Negativo	
Presencia de neutralizantes	Negativo	

Nota. Cuadro extraído de NTON 03 027-17 de Leche y Productos Lácteos, Nicaragua

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

8.1. Ubicación del área de estudio

La investigación se llevó a cabo en el Municipio de Tisma, en la Hacienda San Tadeo. El municipio de Tisma se encuentra a 36 kilómetros de la ciudad de Managua. Limita al norte con el municipio de Tipitapa, al sur y al oeste con Masaya y al este con Granada.

Figura 1

Localización Vía GPS de la finca "San Tadeo" 12°04'42. 1"N 86°00'28.6"W



Nota. Captura de Pantalla extraída de Satélite Google Maps 2024.

8.2. Diseño Metodológico

Para ejecutar este trabajo investigativo se seleccionó la Finca San Tadeo, ubicada en el municipio de Tisma, Nicaragua, donde el productor recolecta su leche utilizando el ordeño manual. En este proceso pretendemos identificar la variación de la composición e higiene de la leche cruda en las vacas de ordeño que presentan mastitis subclínica.

Primeramente se realizó la prueba de California Mastitis Test, con el producto **Mastitest Prueba de Mastitis del Dr. Calderon**, distribuido por Agrovvet Market, a 21 vacas en ordeño anotadas previamente en una hoja de control. Una vez obtuvimos La reacción del reactivo, las dividimos según grados de reacción donde (+), es débil, la muestra forma un sedimento notorio, (++), es confirmado, la mezcla se espesa inmediatamente y tiende a formar gelatina y, (+++), es fuerte, la mezcla forma una gelatina en el centro aun cuando se deja de girar la paleta. Finalmente (-), donde la muestra permanece líquida y no hay formación de gel.

Posteriormente, tomamos las muestras de leche de los cuartos mamarios afectados y los conservamos en frascos estériles para ser llevadas al laboratorio de Bromatología de la Universidad Agraria a sus respectivos análisis.

8.2.1 Tipo de Estudio

Este estudio es no experimental, descriptivo y transversal en el tiempo, y de carácter mixto.

8.2.2. Criterios de Inclusión y Exclusión

Criterio de Inclusión

Todas las vacas en ordeño, sin importar etapa de lactancia.

Criterios de Exclusión

Vacas que no estén en ordeño

Vaca en periodo de retiro de medicamento

Vacas destetadas

8.2.3. Fase De Campo

Primera Visita: La primera visita se preparó con la intención de realizar la prueba CMT a 21 vacas en ordeño, con el producto **Mastitest Prueba de Mastitis del Dr. Calderon**, distribuido por Agrovvet Market. Diluimos el reactivo en agua alcalinizada, manteniendo una relación de 1 en 8. Colectamos 2.5 mL de leche de vaca en cada compartimento de la paleta identificando los cuartos provenientes, en base a las distintas reacciones. Homogenizamos hasta que leche quedó uniforme y añadimos 2.5mL de reactivo en cada compartimento. Separamos las vacas en distintos grupos según los grados de reacción..

Figura 3.

Raqueta de CTM con muestras de leche



Nota. Autoría de la imagen por Torres y Vanegas, 2024.

Figura 2.

Aplicación de reactivo CMT en raqueta



Nota. Autoría de la imagen por Torres y Vanegas, 2024.

Segunda Visita: Se recolectaron en frascos estériles muestras de aproximadamente 60 mL de leche de las vacas que hicieron reacciones positivas (+),(++),(+++), y negativas (-), formando cuatro muestras en forma de pool. Una vez recolectadas se conservaron inmediatamente en una hielera grande con hielo, para una buena conservación. Saliendo de la finca nos dirigimos directamente hacia el laboratorio de Bromatología y Calidad de la Leche, en la cual hubo un trayecto de apenas una hora y media de viaje entre finca y laboratorio.

Figura 6. *Recolección de muestras de leche*



Nota. *Recolección de muestras de leche.*

Autoría de foto por Torres y Donaire.

Figura 5. *Recopilación de muestras de leche*



Nota. *Ordenamiento de muestras de leche según grado de infección.*

Autoría de foto por Torres y Donaire.

Figura 4. *Mantenimiento de muestras de leche en hielera con hielo*



Nota. *Guardado inmediato de muestras de leche en hielera.*

Autoría de foto por Torres y Donaire.

8.2.4. Fase de Laboratorio

Las muestras de leche se entregaron al laboratorio de Bromatología y Calidad de la leche, de la Dirección Especifica de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria, para la determinar las características fisicoquímicas de: Materia Seca, Cenizas Totales, Nitrogeno, Extracto Etéreo (grasa), PH, Acidez, , Densidad, Alcohol y Reductasas.

8.3. Variables a Evaluar

8.3.1. Operacionalización de variables

Objetivo: Determinar la prevalencia de mastitis subclínica en vacas de ordeño mediante las pruebas, California Mastitis Test (CMT)			
Variable	Definición de la variable	Indicador	Instrumento a medir
Prevalencia de Mastitis subclínica	Se origina del manejo deficiente, de la higiene y de los traumas relacionados con los procedimientos ligados al ordeño, así como por la presencia de los microorganismos patógenos que pueden alcanzar el sistema mamario y ubicarse entre el conducto galactóforo	<p>Negativo: Si al hacer la mezcla esta no presenta cambio de consistencia, permaneciendo líquida.</p> <p>Grado 1: Cuando al agitar la muestra se torna ligeramente viscosa, con aspecto del gel de consistencia muy blanda y tiende a separarse de las paredes del compartimiento.</p> <p>Grado 2: Cuando al agitar la muestra, se forma de modo inmediato un gel de</p>	California Mastitis Test.

	del pezón y la cisterna glandular, el cual termina con un proceso inflamatorio en la glándula mamaria.	consistencia media, que se separa perfectamente de las paredes del recipiente y se ubica en el centro. Grado 3: Cuando al agitar la muestra se torna de aspecto gelatinoso, muy espeso, consistente (coágulo) y se ubica perfectamente en el centro del depósito.	
<p>Objetivo: Comparar la composición e higiene de la leche de las vacas rectoras y no rectoras a las pruebas bioquímicas.</p>			
Composición de la leche.	Composición de la leche: La leche es una mezcla de distintas sustancias definidas: agua grasa, proteína, lactosa, vitaminas y minerales	Composición de la leche Materia Seca Cenizas Totales Humedad Proteína Extracto Etéreo Babcock Acidez Titulable Densidad Nitrógeno	Hoja de resultado Oficial de Laboratorio de Bromatología
Higiene de la leche	Higiene de la Leche: prácticas y medidas que garantizan que la leche y sus derivados se produzcan,	Higiene de la leche Reductasas. PH.	

	manipulen y procesen de manera segura para consumo. Estas medidas incluyen desde el manejo adecuado de la salud y limpieza de los animales hasta las condiciones de almacenamiento y transporte de la leche cruda.		
Objetivo: Identificar factores del mal manejo higiénico durante el ordeño.			
Factores higiénicos que afectan el ordeño.	Aspectos relacionados con la higiene que pueden influir en la calidad y seguridad del proceso de ordeño de los animales.	Limpieza del local Arreado de la vaca Horario fijo de ordeño Lavado de manos y brazos Preparación y lavado de utensilios Lavado de pezones Secado de pezones Ordeño de la vaca	Hoja de Cotejo de parámetros de buenas prácticas de ordeño

8.4 Recolección de Datos

Los datos fueron recolectados en una hoja de control que se utilizó en la fase de campo.

Esta hoja tiene información de: identificación del animal, cantidad de partos, positividad y negatividad de los resultados. Los datos se trasladaron a una página de formato Excel.

8.5. Análisis de Datos

Se utilizó estadística descriptiva utilizando el programa Microsoft Excel.

8.6. Materiales

- Guantes Desechables
- Frascos Estériles
- Tubos de Borosilicato
- Bolsas desechables
- Alcohol
- Clorhexidina
- Papel Toalla
- Hielera / Hielo
- Kit California Mastitis Test
- Raqueta Mastitis Test
- Pipeta/Gotero
- Botellas De Agua

IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

9.1. Prevalencia de mastitis subclínica, en vacas de ordeño mediante la prueba de California Mastitis Test (CMT)

Tabla 3.

Prevalencia de Mastitis Subclínica por vaca mediante la prueba de California Mastitis Test de las vacas en ordeño de la Finca San Tadeo.

Reacción	AI	AD	PI	PD	Total
-	-	1	2	3	6
+	11	3	8	8	30
++	4	15	7	7	33
+++	6	1	4	3	14
Total Vacas	21	19	19	18	83

Nota: (+) Débil, (++) Confirmado, (+++) Fuerte. Anterior Izquierdo (AI), Anterior Derecho (AD), Posterior Izquierdo (PI), Posterior Derecho (PD).

Cabe destacar que, en AD, una vaca de la población muestreada no contaba con un pezón.

Del total de 21 vacas que fueron muestreadas con CMT, todas tuvieron diferentes grados de reacción, (+),(++),(+++),(-), resultando el 100% de las vacas con mastitis subclínica.

Donde (+) es débil, se formó un sedimento notorio no espeso, (++) es confirmado, la mezcla se torna espesa e inmediatamente formo gelatina y (+++), es fuerte, la mezcla formo una gelatina pesada en forma de coagulo en el centro. (-), la muestra permaneció líquida y no había formación de gel.

La prevalencia encontrada en el cantón El Chaco por (Espinoza, 2013), resultó superior a la prevalencia estimada en un estudio en la provincia de Pichincha realizado por (Acuña, 2008) en el que al analizar 20 ganaderías bovinas encontraron una prevalencia del 10,67 %.

Las discusiones del estudio de Sánchez y Duriel (2022) indican que el 47% de prevalencia de mastitis subclínica encontrada fue bastante menor al 72.3% reportado por Gómez et al. (2015) en Abancay, Perú, bajo condiciones de ordeño más precarias; en cambio en Colombia se halló una menor prevalencia de 45.4% (Sánchez et al., 2018), pero menor al 21.58% reportado bajo las condiciones de la costa peruana (Cordero et al., 2014).

Asimismo, Atajo (2019), realizando recuento de células somáticas en vacas de la provincia de Melgar, Arequipa, halló 25.28% de mastitis subclínica. Por otro lado, la prevalencia encontrada fue menor que estudios realizados en Etiopía con prevalencias de 56- 59% (Abebe et al., 2016; Tsegaye et al., 2019), posiblemente debido a que en dichos estudios se utilizó ordeño mecanizado y con mayor número de animales (Dobson, 2000). En cambio, en fincas de la Sabana de Bogotá ubicadas entre 2500 a 3000 msnm se halló una prevalencia del 34.4% de mastitis subclínica en vacas ordeñadas mecánicamente y a mano (Calderón y Rodríguez, 2008), frecuencia menor posiblemente a que se realizaba doble ordeño al día.

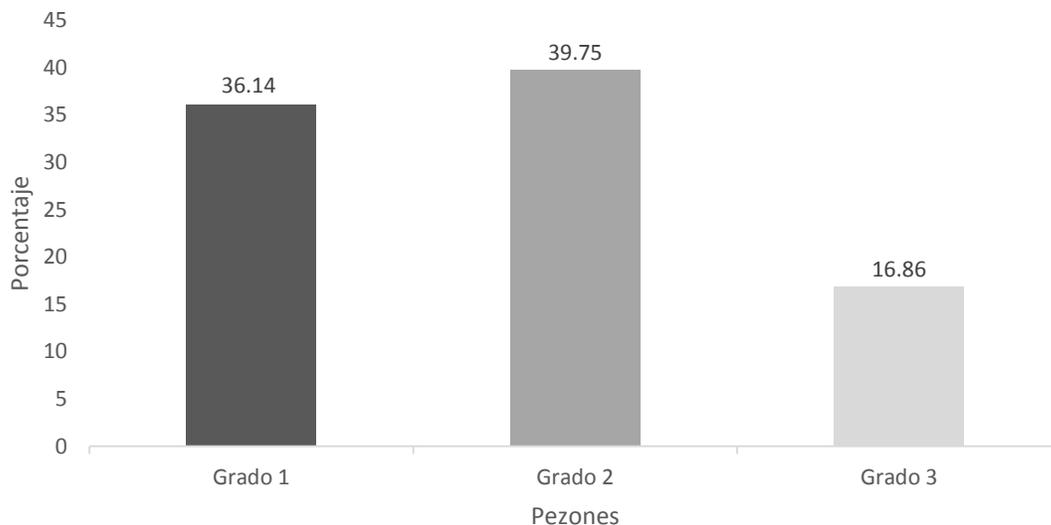
Comparando los resultados de prevalencia de diversos estudios con nuestros resultados, podemos decir que son mayores a todos los porcentajes de prevalencia de mastitis subclínica de los autores anteriormente consultados.

Según Erskine (2020) indican que

Los lechos utilizados como cama para el alojamiento del ganado vacuno son la principal fuente de patógenos ambientales, aunque los lavados de pezones contaminados, las infusiones intramamarias, el agua utilizada para la preparación de las ubres antes del ordeño, el agua de las charcas o charcos de barro, las lesiones cutáneas, los traumatismos en los pezones y las moscas se han establecido como fuentes de infección.

Analizando los factores de las causas de surgimiento de las mastitis subclínica, la higiene de la ubre y los procedimientos adecuados durante el ordeño son cruciales para prevenir la mastitis subclínica. Prácticas como el lavado y secado individual de ubres, el uso de desinfectantes y el mantenimiento adecuado de las unidades de ordeño son esenciales para reducir significativamente el riesgo de infección.

Figura 7.
Prevalencia de vacas afectadas por grado.



De los 83 pezones totales muestreados, reaccionaron en grado 1 el 36.1%, en grado 2 el 39.7% y en grado 3 el 16.8%.

Se puede observar que existe mayor prevalencia en grado 2, en comparación con Grado 1 y 3.

En la investigación llevada a cabo por Bonifaz y Conlago (2017), la distribución de los grados de mastitis subclínica fueron: grado 3, 8,20 %; grado 2, 10,71 %; grado 1, 10,37 %.

En la investigación de Altamirano y Dávila (2011), los cuartos que presentaron positividad al CMT la frecuencia de reacciones fué de 65.72% (349 cuartos) 1 cruz, 22.41% (119 cuartos) 2 cruces, el 11.29% (60 cuartos) 3 cruces y 0.56% (3 cuartos) trazas.

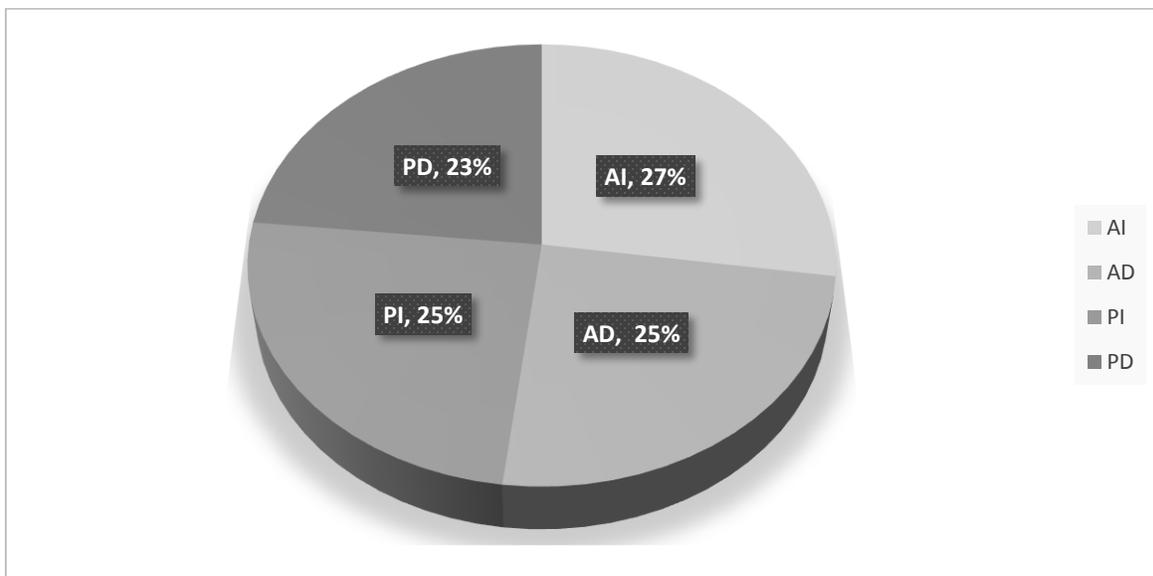
En la investigación de Azocar (2001), la distribución de cuartos reaccionantes al CMT en los rebaños en estudios en prevalencia de grados resultaron los siguientes, grado 1 al 9,75%, grado 2 al 6.88% y el grado 3 al 8.09%.

En investigaciones de Cepero et al, Solís y Azocar (Citados por Rivera, 2014), se encontraron resultados similares, teniendo así valores de 21,26%, 15,51% y 11,24% de cuartos con reacciones 1 (leve), 2 (moderado) y 3 (severo), respectivamente.

Según los resultados de los autores consultados, la mayor prevalencia de mastitis subclínica con respecto al grado de afectación sin tomar en cuenta la ubicación de los cuartos es, similar entre los grados 1 y grado 2, siendo el grado 3 en que menos se presenta en la prueba de CMT.

En relación con nuestro estudio, la única similitud encontrada con resultados de los otros autores, es la prevalencia de mastitis subclínica en grado 2 en los diferentes pezones.

Figura 8.
Prevalencia por Cuartos Mamarios



En nuestra investigación, a la prueba California Mastitis Test (CMT), hubo reacción en todos los grados. AI (27%). AD (25%). PI (25%). PD (23%). Siendo el cuarto AI, el mayor afectado entre todos.

En el estudio de Rivera (2014), realizado en Rancho los Peiranos en Granada, concluye que el cuarto más afectado es el posterior derecho (PD) con un 19%, seguido del anterior izquierdo (AI) con un 17%.

En el estudio de Pérez (2006), la prevalencia más alta por cuartos fueron el AD con 24.82% y AI con 24.48%. Siendo igualmente afectados pero en menor porcentaje PI con 20.34% y PD con 21.37%.

En las 20 fincas ganaderas analizadas por Altamirano y Dávila (2012), al hacer una comparación con respecto a la reacción al CMT por cuarto se encontró mayores casos positivos en los Cuarto anterior derecho (AD) con 43.84% y Cuarto Posterior Izquierdo (PI) con 38.36% independientemente del grado de mastitis que estos presentan.

En la investigación de Bonifaz y Conlago (2016), el porcentaje individual de cuartos mamarios afectados por mastitis en la comunidad se observó que los cuartos más afectados fueron los posteriores PI y PD con un 55% (estos cuartos presentaron un comportamiento similar) seguido del cuarto anterior izquierdo (AI) con un 50%; luego está el cuarto anterior derecho (AD) con el 48% de infección.

En relación con los resultados de otros autores consultados, podemos identificar que tanto los cuartos anteriores como posteriores tienen casi la misma probabilidad de resultar afectados. A diferencia de nuestros resultados, donde el cuarto AI tiene la mayor prevalencia en porcentaje de infección, los resultados de los demás autores lo ponen en un segundo lugar en comparación con AD o PD.

9.2. Composición e higiene de la leche de las vacas rectoras y no rectoras a las pruebas bioquímicas.

Tabla 4.

Composición de la leche en diversos grados de mastitis subclínica.

ID Clasificación	Cenizas Totales (%)	Extracto Etéreo Babcock (%)	Acidez (%)	pH	Densidad	Reductasa	Proteína
	0.65	3 - 6	0.13 - 0.17	6.6 - 6.8	1.028 - 1.033	<2.5 H/Leche Fría	11.5
---	0.59	6.2	0.17	6.82	1.027	C<2H	8.5
+	0.18	6	0.15	6.96	1.022	C<2H	7.5
++	0.73	5.2	0.15	6.74	1.023	C<2H	8.9
+++	0.69	6	0.19	6.6	1.024	C<2H	10.8

Cenizas Totales

Las cenizas, según Velásquez (2020) se definen como:

El residuo inorgánico obtenido al incinerar la materia orgánica de determinado producto. En la leche, las cenizas representan el contenido global de materias minerales que se obtienen a partir de la incineración completa de una muestra, las cuales están representadas principalmente por calcio, fósforo, magnesio y otros elementos como potasio y sodio

Según Periago (s.f.)

En la composición salina de la leche, se producen variaciones importantes que contribuyen a explicar las diferencias estacionarias y regionales de las leches. Las leches de principio y final de la lactación contienen menor cantidad de ácido cítrico y de potasio, pero más cloro, sodio, calcio y magnesio que las leches en plena lactación. Además, la composición de la leche de vacas enfermas tiende a parecerse a la de la sangre, por lo que las leches mamíticas son más saladas (mayor contenido en cloro y sodio), debido a las alteraciones en la permeabilidad de los alveolos.

La Norma NTE INEN 014 indica que la leche debe tener un mínimo de 0,65 % de ceniza.

En la investigación de Vallejo et al (2018), el sistema de ordeño mecánico en el cantón Pedernales y el Carmen con 0,71 % de ceniza, fue el valor más alto. El porcentajes expresado demuestran que la variable ceniza, se encuentran dentro de los parámetros establecidos según la Norma NTE INEN 014.

En los resultados de Ceniza, se observa que en Grado 0 el resultado fue 0.59. Grado 1, 0.18. Grado 2, 0.73 y Grado 3, 0.69. Con esto, coincidimos con lo sugerido por el autor Periago, que los grados 2 y 3, al tener más reacción con el CMT, estas muestras tienden a tener más salinidad, que los grados 0 y 1.

Extracto Etéreo Babcock/Grasa

Los valores de grasa obtenidos, expresan que, para la grado 0, el resultado fue 6.2. Grado 1, 6. Grado 2, 5.2 y para la Grado 3, 6. Lo que respecta a lo consultado con los autores, todos los resultados se encuentran dentro de los valores de referencias aceptados.

Roca Ruiz (2022), asegura que “las grasas constituyen entre el 3 al 6 por ciento de la leche, esta variación depende mucho de la alimentación y la raza de la vaca”.

En un artículo de la Unión Ganadera Regional De Jalisco (2024) señalan que:

Los lípidos forman entre el 3,5 a 5,25 % de la leche, variando entre razas de bovinos y de acuerdo a la nutrición. La grasa se encuentra presente en la leche como pequeños glóbulos en suspensión en el agua; el tamaño de los glóbulos es también una característica de la raza .A medida que la lactancia progresa, el tamaño de los glóbulos de grasa tiende a decrecer. Cada glóbulo se encuentra rodeado por una capa de fosfolípidos, que tienden a impedir se unan entre sí repeliendo a los otros glóbulos y atrayendo agua.

Siempre que esta estructura se mantenga intacta, la grasa de la leche permanece como una emulsión.

La mayor parte de la grasa de la leche se encuentra en forma de triglicéridos, formados por la unión de glicerol y ácidos grasos. Las proporciones de ácidos grasos de diferente longitud determinan el punto de fusión de la grasa y pueden variar con la alimentación que la vaca está recibiendo. La grasa de la leche contiene predominantemente ácidos grasos de cadena corta unidos por un ácido acético derivado de la fermentación del rumen.

En cuanto al contenido de grasa, Monroy (2011) sostiene que:

En general cualquier ración que incremente la producción de leche reducirá por lo común el porcentaje de grasas y si hay poco suministro de vegetales verdes en la alimentación, se tendrá un descenso en la leche, debido a que la fermentación en el rumen no es efectiva pues disminuye la formación de ácido acético y otros ácidos que son los principales formadores de ácidos grasos.

Según Beltrán (2016) indica que:

Los factores climáticos y el número de ordeños diarios tienen un papel muy importante ya que se observa una disminución de la materia grasa en los meses de verano y un ligero incremento en los meses de invierno; y en el ordeño la producción de grasa ya que mientras más cortos sean los periodos entre ordeños, menos será la cantidad de leche, pero en cambio la producción de grasa aumentará.

Acidez (Ácido Láctico)

Los resultados de acidez (presencia de ácido láctico en la leche) reflejan que para el grado 0, el resultado fue 0.17%. Grado 1, 0.15%. Grado 2, 0.15% y Grado 3, 0.19%. Siendo el grado 0 y 3, superando el rango superior lo que indica que la leche pudo ser obtenida bajo un ordeño poco higiénico o por una mala conservación. Estando el grado 1 y 2, bajo los parámetros normales de los autores consultados, aunque estos reaccionaron ante el CMT.

Según la NTON 03 027 – 17 de Nicaragua que refleja que la acidez expresada como ácido láctico tiene un rango mínimo de 0.13% y un máximo de 0.17%. Nuestros resultados se encuentran desde el grado 0 al grado 2 dentro del rango aceptable por la norma, en el caso del grado 3, está por arriba del rango máximo. Lo cual según Drider y Rivera (2016), “las bacterias ácido lácticas transforman la lactosa de la leche en ácido láctico, el que modifica la estructura de las proteínas de la leche”.

“El ácido láctico se produce por la fermentación de la lactosa principalmente a través de la actividad microbiana. Su concentración depende del recuento bacteriano total y puede ser un indicador útil del buen estado de conservación del producto.” (CDR Foodlab, 2024).

Para HANNA Instruments (s.f.),

La leche fresca de una vaca saludable tiene valores de acidez típicos de 0.10 a 0.26%, expresada como ácido láctico. La presencia de fosfatos, citratos y caseína contribuyen a la acidez natural de la leche. Cuando la acidez se incrementa o es más alta de lo normal, es una indicación de una población bacteriana mayor. De todos los análisis que se efectúan en la leche, uno de importancia particular es la acidez, la cual tiene el objetivo de determinar la frescura y el estado de conservación. En la generalidad de los casos, la alteración de la leche a través del tiempo es detectada por la acidificación. Esto obedece a la formación de ácido láctico a expensas de la lactosa, lo cual da lugar a las condiciones favorables para el crecimiento bacteriano.

“Una acidez inferior a los 0.13 gr/litro puede indicar procedencia de animales enfermos (mamitis), leches calostrales o alteradas. La acidez por encima de 0.17 gr/litro, nos indican leche procedente de ordeños poco higiénicos o que han pasado horas sin refrigeración”. (Ruiz, 2015).

PH (Acidez Total)

En los resultados de pH, no se refleja ningún resultado por debajo ni por encima de los valores de referencia de los autores citados, todas las clasificaciones están dentro de los rangos de referencia de los autores citados. Reflejando el grado 0 con un PH de 6.82. Grado 1, 6.96. Grado 2, 6.74 y Grado 3, 6.6.

Según la NTON 03 027 – 17 de Leche y Productos Lácteos de Nicaragua, el rango mínimo de pH es de 6.6 y el máximo 6.8. En nuestro resultado el Grado 3 que representa un 6.6 que es indicador de que la leche es más ácida. Coincidiendo con los autores, que a mayor presencia de microorganismos hay aumento del ácido láctico, aumentando así el pH.

Para Livia (Citado por Benítez et al, 2017) “la leche de vaca recién ordeñada y sana, es ligeramente ácida, con un pH comprendido entre 6,5 y 6,8; y deben considerarse como anormales los valores de pH inferiores a 6,5 o superiores a 6,9”.

Según Negrí (Citado por Benítez et al, 2017) afirma que

El estado de lactancia también modifica el pH observándose valores muy altos (mayores a 7,4) en leche de vacas individuales de fin de lactancia, además indica que el pH de la leche no es un valor constante, puede variar en el curso de la lactación, el pH es altamente dependiente de la temperatura.

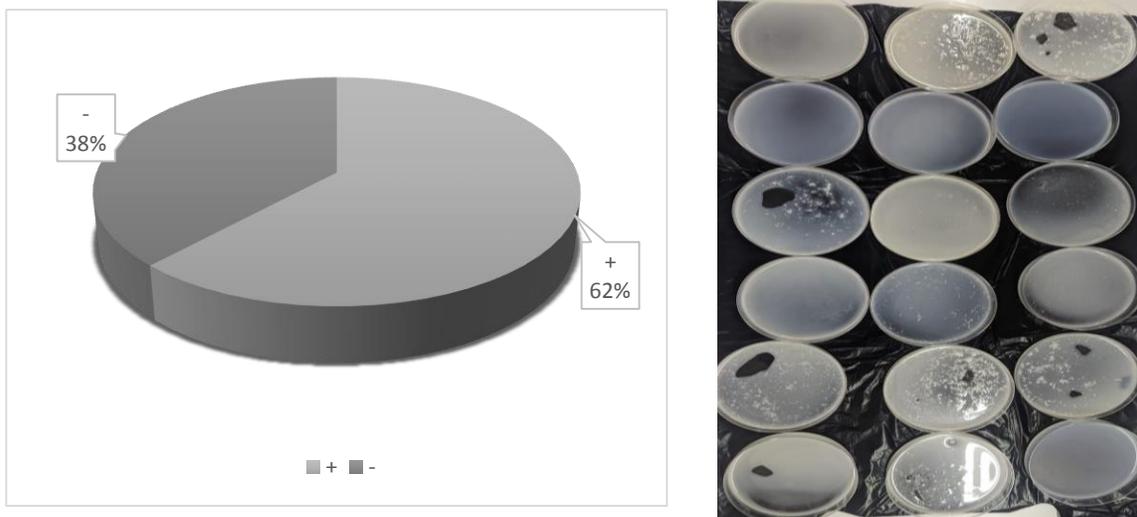
La Unión Ganadera Regional De Jalisco (2024) indica que

La leche normal posee un pH de 6,6 a 6,8. En la leche fresca no hay ácido láctico, pero este ácido se produce cuando la lactosa de la leche se fermenta con el paso del tiempo. Cuando el pH cae a 4,7 a temperatura ambiente, las proteínas se coagularán. Esto ocurre a pH alto y a alta temperatura.

Garmendia (2019), explica que

El pH no es un valor constante, sino que puede variar en el curso del ciclo de la lactación y bajo la influencia de la alimentación. En lo que se refiere a la leche de vaca, deben considerarse como anormales los valores de pH inferiores a 6.5 o superiores a 6.9.

Figura 9.
Resultados de Prueba de Alcohol



Nota. La figura representa el total de las 13 de 21 muestras que reaccionaron ante la prueba de alcohol al 75%.

Según Molina et. al (Citado por Horne y Parker, 2011) postulan que

El efecto del alcohol es reducir la constante dieléctrica del medio, eliminando la barrera de energía que previene la coagulación. Si la constante dieléctrica es reducida hasta un valor de pH crítico, las micelas de caseína precipitan. La estabilidad de la leche al etanol está en función del pH, entre pH 6.4 a 7,0, obteniéndose una curva sigmoidea al relacionar el pH versus concentración de etanol.

En una investigación de Calderón et al (Citado por Moreira, 2019) obtuvo 19% de acidez y lo justifica con falta de refrigeración de la leche, almacenamiento en materiales no apropiados y a la alta temperatura en la zona; estos factores crean condiciones favorables para la proliferación bacteriana que incrementa la acidez de la leche.

Abril y Pillco (2013) consiguieron promedios de 13-14% de acidez y atribuyen que la acidez es uno de los indicadores de contaminación microbiana relacionada con la fermentación láctica de los azúcares de la leche; también lo asocian a las malas prácticas en el manejo.

Densidad

En los resultados de densidad, se observan que todos los grados se encuentran por debajo del rango mínimo que señalan los autores citados. El grado 0 con 1.027. Grado 1 con 1.022. Grado 2 con 1.023 y Grado 3 con 1.024.

Estos resultados sugieren que la disminución de la densidad de la leche según Calderón et al (2011), “obedece al descenso del contenido de la lactosa y sólidos no grasos en la leche, como consecuencia de la reducción de la actividad sintética del tejido alveolar”.

La densidad según la NTON 03 027 – 17 de la leche y productos lácteos de Nicaragua es expresada con un rango mínimo de 1.028 y un máximo de 1.033.

“En los animales con mastitis la densidad reflejada se ve afectada por valores inferiores a 1.029 g/ml” (Jurado et al, 2020).

Para (Rodríguez, 2016), la densidad indica que

En forma presumible la posible adulteración por el agregado de agua o por la remoción del contenido graso si se trata de la densidad durante el procesamiento, como podría ser el de evaporación. La densidad, es una constante que es afectada por la temperatura, observándose que a medida que esta se eleva, el valor absoluto de la densidad disminuye.

Según la investigación de Benítez et al, (2017), el promedio de densidad según lo establece la norma NTE INEN 9:2015, menciona una densidad relativa de 1,029 Kg /Lt. a 1,033 Kg/Lt. en 15°C.

Varias investigaciones de Calderón et al, Rivera, Periago y Gonzales (Citados por Benítez et al, 2017) indican que la densidad de la leche alcanza una media de 1.03 Kg. /Lt. Las mayores densidades se asociaron con altos porcentajes de proteína y de sólidos totales. La densidad de la leche disminuye al aumentar el contenido graso y aumenta cuando se eleva la cantidad de proteína, lactosa y sustancias minerales. La densidad depende también de la temperatura; en donde al aumentar la temperatura, la densidad aumenta. Se corrobora indicando que la temperatura, las condiciones físicas a la que se encuentra expuesta y el momento del ordeño, cuando la leche esta recién ordeñada es inestable y hay que esperar la disipación tanto de gases contenidos como también la espuma, pues esto dificulta la lectura correcta mediante el termo lactodensímetro. Si se obtienen valores arriba del parámetro normal, indica probablemente leche con muy baja concentración de grasa o leche desengrasada lo que es un fraude.

Según Martins et al, (2020).

El efecto de la mastitis en la densidad es variable y depende de la gravedad y duración de la infección. En general, un aumento de sales y células somáticas puede compensar o superar la disminución de lactosa y grasa, resultando en una densidad más alta o variable.

Proteína / Nitrógeno

En los resultados de Proteínas, se refleja que todos los grados se encuentran por debajo del rango inferior que mencionan los autores consultados. El grado 0 en 2.23. Grado 1, 1.98. Grado 2, 2.335 y Grado 3, 2.85. Estos resultados son indicadores de que, las muestras testeadas, fueron extraídas de vacas positivas a mastitis subclínica. Lo cual quiere decir también la cantidad de caseína se vio afectada, siendo esta clave para el valor nutricional. Todo esto generado por estrés oxidativo que produce la infección mastítica, limitando su uso en productos de alto valor.

Según Córdova et al. (2024), indica que

Otras transformaciones importantes lo constituyen el estrés oxidativo que se origina en respuesta al proceso infeccioso, caracterizado por un aumento notable de los nitratos y nitritos, la disminución del ácido ascórbico en el suero sanguíneo y la actividad de la enzima Mielo-peroxidasa, con capacidad de desintegración de las proteínas.

Aunque el contenido de proteína total puede que no se modifique demasiado, los tipos de proteínas presentes tienen un cambio drástico. El contenido de caseína, la proteína principal de la leche de alta calidad nutricional, desciende, pero las de menor calidad (para productos industriales) como las proteínas del suero aumentan.

Según la Unión Ganadera Internacional de Jalisco (2024) .

El nitrógeno se encuentra en la leche de dos maneras, como proteína y como nitrógeno no proteico. Las proteínas constituyen entre 3.0 y 4.0% del peso total de la leche, o 30-40 gramos por litro. El porcentaje varía con la raza de la vaca y en proporción con la cantidad de grasa en la leche. Existe una estrecha relación entre la cantidad de grasa y la de proteína; cuanta mayor cantidad de grasa existe, habrá mayor cantidad de proteína.

Cada una de las proteínas posee diferentes variaciones, cuya distribución es característica de la raza de la vaca. Las proteínas se clasifican dentro de dos grandes grupos: caseína y proteínas séricas (o no-caseína)

Abril y Pilco (Citado por Benítez et al, 2024) aseguran que “el contenido de proteína está relacionado con el tipo de alimentación, la raza, la época del año, la región, el tipo de manejo y el almacenamiento”.

Gonzales (2010), expresa que:

Los porcentajes de grasa y de proteína son más altos durante el invierno y más bajos durante el verano. Los efectos de la mastitis sobre la proteína de la leche son de naturaleza cualitativa así, la leche proveniente de vacas con mastitis tiene un menor porcentaje de proteína.

Reductasa

Según Reyes et al. (2010), “la prueba de reductasa se utiliza como indicador de la carga total de microorganismos, y presenta como principio, la decoloración provocado por la acción enzimática microbiana sobre la leche adicionada de solución de azul de metileno”.

Según la NTON 03 027 – 17 de La leche y productos lácteos. Leche cruda de vaca. Clasifica el tiempo de reducción del azul de metileno en tres clases. Clase A, ≥ 4.5 h. Clase B, $\leq 4,5$ h y $\geq 2,5$ h. Clase C, $< 2,5$ h.

En esta investigación, según refleja en los resultados, el tiempo de reducción del azul de metileno fue <2 h, por lo tanto la clasificación de estas muestras de leche fueron C, e indica que existe gran carga microbiana en la leche.

9.3. Identificar factores del mal manejo higiénico durante el ordeño.

Tabla 5.

Buenas Prácticas de Ordeño

Buenas Practicas De Ordeño	SI			NO
	1	2	3	---
Limpieza del Local				X
Arreado de la Vaca	X			
Horario Fijo Ordeño			X	
Amarrado de la Vaca		X		
Lavado de Manos y Brazos del Ordeñador				X
Preparación y Lavado de los Utensilios				X
Lavado de Pezones				X
Secado de Pezones				X
Ordeñado de la Vaca			X	
Sellado de Pezones				X

Nota. Acápites de tabla extraídas de Documento “Buenas Practicas de Ordeño” de la FAO.

Enumeración de 1 al 3 según la actividad y su nivel de completacion..

Las condiciones higiénicas sanitarias fueron evaluadas según el Manual de Buenas Prácticas de Ordeño de la FAO.

De estas condiciones higiénicas solo se cumplen un 40%.

Es importante arrear a la vaca con tranquilidad y buen trato, proporcionándole un ambiente tranquilo antes de ordeñarla. Esto estimula la salida de la leche de la ubre. En caso contrario, si la vaca a ordeñar es sometida a estrés, podría haber dificultad para la secreción de la leche.



Figura 10.

Estimulación Negativa del ordeño ante estímulos externos

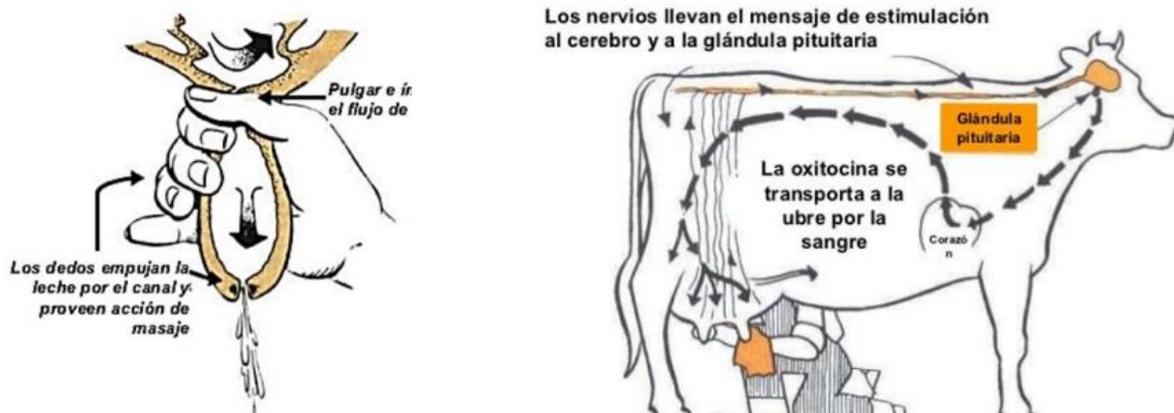
Imagen extraída de Video: Biología de la Lactación. YouTube.

El procedimiento de ordeño es efectuado en los potreros de manera manual, bajo la responsabilidad de una sola persona, con apoyo del ternero, en el horario de 3:30am – 6:30am.

El ordeñador comienza su labor sin lavarse ni desinfectarse previamente sus manos, así como solamente recoge el balde para recolectar leche, que solamente es enjuagado con agua después de cada día de ordeño.

No se realiza lavado de pezones, el ordeñador saca al ternero del potrero para que se dirija directo hacia la madre, una vez este se alimenta, comienza a ordeñar y a rellenar el balde. Así mismo tampoco se realiza secado ni sellado de estos mismos, una vez termina con la vaca correspondiente este procede a efectuar el ordeño en las demás vacas.

Figura 11.
Estimulación positiva del ordeño



Nota. Imagen extraída de Video: *Biología de la Lactación*. YouTube.

Mellenberg y Kirk (2012), indican que

Las infecciones se transmiten desde vacas infectadas hacia vacas no infectadas durante el ordeño a través del equipo, de las manos del ordeñador si están contaminadas, y de los elementos empleados para la limpieza de los pezones, como son trapos o esponjas que se usen para más de un animal.

En el proceso de ordeña, acorde al Código de Prácticas de Higiene para la leche y los productos lácteos de Bolivia (Norma Codex CAV/RCP 57-2004), es necesario aplicar prácticas de higiene eficaces con respecto a la piel del animal, el equipo de ordeño (si se utiliza), el manipulador y el ambiente general, tomando en cuenta la necesidad de reducir al mínimo y/o evitar la introducción de gérmenes patógenos a la leche procedente del entorno de ordeño, y de contaminación con residuos químicos procedentes de las operaciones de limpieza y desinfección, heces y otros.

El ordeño debe realizarse en condiciones higiénicas, que incluirán: Que las personas que realizan el ordeño sigan las reglas básicas de higiene, emplear recipientes o equipos de ordeño limpios y desinfectados, limpieza de las ubres, tetillas, ingles, ijares y abdomen del animal. Evitar que la alimentación del ganado contamine el equipo, la leche y el entorno, evitar cualquier daño al tejido de la ubre, separar los animales con síntomas clínicos de enfermedad, ordeñándolos al último o con un equipo distinto, no mezclando la leche y dando otro uso y no el consumo.

X. CONCLUSIONES

- La leche cruda sana y la leche cruda de vaca con mastitis subclínica presentan diferencias significativas en su composición microbiológica, calidad nutricional y seguridad alimentaria. La leche cruda sana se caracteriza por una baja carga bacteriana, predominando microorganismos beneficiosos como *Lactobacillus* y *Streptococcus thermophilus*, mientras que la leche proveniente de vacas con mastitis contiene niveles elevados de bacterias patógenas como *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Streptococcus uberis*,
- . En términos de calidad nutricional, la leche cruda sana conserva óptimos niveles de proteínas, grasas, lactosa, vitaminas (A, D, E y K) y minerales esenciales como calcio y fósforo. Por el contrario, en la leche de vacas con mastitis se observa una disminución en la caseína, lactosa y grasa, mientras que aumentan los niveles de sodio y cloro debido a la inflamación de la glándula mamaria, lo que afecta tanto el sabor como el valor nutricional.
- El 100% de las vacas reaccionaron a la prueba CMT, lo cual quiere decir que todas son positivas a mastitis subclínica. De 83 pezones muestreados, la reacción más predominante fue en grado 2 y los cuartos más afectados los anteriores izquierdos.
- Las vacas con mastitis subclínica presentan un aumento en la salinidad (cenizas totales) en los grados 2 (0.73%) y 3 (0.69%), por mayor presencia de cloro y sodio. Los valores de grasa se mantienen dentro de los rangos establecidos (5.2 – 6.2%), la acidez (ácido láctico) aumenta progresivamente, superando los valores de referencia (0.13 – 0.17%) en el grado 3, lo que refleja mayor actividad microbiana. El pH se mantiene dentro de los parámetros aceptados, mientras que la densidad (1.022 – 1.027) y las proteínas (1.4 – 2.23) son inferiores a los rangos de referencia, sugiriendo una disminución en la actividad del tejido alveolar y una menor calidad nutricional de la leche.

- Los tiempos de reducción del azul de metileno, inferiores a 2 horas, demuestran calidad C, indicando alta carga microbiana asociada a mal manejo de la higiene que deriva en mastitis sublinica. Estos resultados confirman el impacto de esta afección en la composición y calidad de la leche.
- De todas las prácticas de ordeño basadas en el “Manual de Buenas Prácticas de Ordeño” de la FAO, logramos constatar que únicamente el 40% de estas se llevan a cabo en esta finca ganadera. No se limpia el corral, ni se toman medidas de higienes básicas como son el lavado de manos y utensilios, ni medidas de asepsia en las vacas como el lavado, secado y sellado de pezones.
- Se cumple con la hipótesis alternativa donde la variación y composición de la higiene de la leche cruda en animales con mastitis subclínica depende del grado de afectación de las glándulas mamarias.

XI. RECOMENDACIONES

Para garantizar una mejora integral en la calidad de la leche cruda y mitigar el impacto de la mastitis subclínica, se recomienda implementar medidas estrictas de higiene y monitoreo en las prácticas de ordeño. Es fundamental desinfectar los equipos de ordeño, mantener el área de trabajo limpia y realizar controles microbiológicos periódicos para identificar y reducir la presencia de bacterias patógenas como *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Streptococcus uberis*. Estas acciones no solo mejorarán la seguridad alimentaria, sino que también reducirán el riesgo de contaminación cruzada.

En cuanto a la calidad nutricional, es necesario establecer un programa de monitoreo continuo que garantice que la leche conserve niveles óptimos de proteínas, lactosa, vitaminas y minerales esenciales. Además, se recomienda mejorar la dieta de las vacas, asegurando un balance adecuado de nutrientes que fortalezcan su sistema inmunológico, lo que contribuirá a reducir el impacto de la mastitis en la composición de la leche.

Para las vacas diagnosticadas mediante el CMT como positivas a mastitis subclínica, se sugiere diseñar un plan de manejo específico que contemple el tratamiento veterinario adecuado, resaltando que la prevención tiene más relevancia que el tratamiento, el monitoreo del grado de afectación de las glándulas mamarias y el seguimiento regular para evitar la progresión de la enfermedad.

Finalmente, se recomienda implementar el 100% de las prácticas descritas en el “Manual de Buenas Prácticas de Ordeño” de la FAO. Esto incluye la limpieza constante del corral, el mantenimiento de la higiene personal de los ordeñadores y la correcta preparación de las vacas antes del ordeño, como el lavado y secado de los pezones. Adoptar estas medidas de forma integral asegurará una mejor calidad composicional, microbiológica y nutricional de la leche, cumpliendo con estándares de calidad y seguridad alimentaria.

XII. LITERATURA CITADA

- Agudelo, A. Bedoya, O. (2005). *Composición Nutricional de la leche de ganado vacuno*. Revista Lasallista de Investigación, vol. 2, núm. 1, pp. 38-42. <https://www.redalyc.org/pdf/695/69520107.pdf>
- Altamirano, J. Dávila, O. (2012). *Prevalencia de mastitis subclínica en vacas lecheras de las fincas asociadas a la red fría de la Cuenta Reto del Millenium (CRM); en las comunidades La Reynaga Malpaisillo y Los Zarzales, Departamento de León, Septiembre – Octubre del 2011*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN – LEON]. Nicaragua. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/5660/1/221121.pdf>
- Alvarado, C. Gonzales, J. Quilcate, C. Saucedo, J. Bardales, J. (2019). *Factores de prevalencia de mastitis subclínica en vacas lecheras del distrito de Florida, Región Amazonas, Perú*. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172019000200041
- Ambuludi. J. Jumbo, N. Fernandez, P. Vargas, J. (2017). *Control De Calidad De Leche Cruda En La Parroquia Zumbi, Provincia De Zamora Chinchipe. Resultados y Discusión* Revista Del Colegio De Médicos Veterinarios Del Estado De Lara, vol 13, (1), pagina 31. https://www.researchgate.net/publication/333856444_Control_de_calidad_de_leche_cruda_en_la_parroquia_Zumbi_provincia_de_Zamora_Chinchipe
- Arauz, R. (2022). *Diagnóstico de patógenos productores de mastitis mediante prueba AccuMast® en vacas seleccionadas por las técnicas CMT y Draminski en Ganadería San Gabriel, Departamento de Jinotega*. Nicaragua [Tesis de Grado – Universidad Nacional Agraria]. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnl73a663.pdf>
- Azan, I. Rodas C. (2016). *Evaluación Del Grado De Desnaturalización De La Proteína, Calcio Y Fósforo De La Leche Durante El Calentamiento Utilizando Un Número De Combinaciones De Tiempo/ Temperatura Y Su Influencia En La Calidad Y Rendimiento Del Queso Fresco Elaborado*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional De Chimborazo.] Ecuador. <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/3032/1/UNACH-ING-AGRO-2016-0010.pdf>
- Beltrán, A. Cervantes, P. Villagómez, A. Domínguez, B. Lamothe, C. (2013). *Taller para la producción del reactivo de California*. México. <https://www.uv.mx/veracruz/cienciaanimal/files/2013/11/Taller-para-la-produccion-del-reactivo-de-California.pdf>
- Blandón, E. (2022). *Influencia del sistema productivo lácteo de la finca Las Mercedes en la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche en el periodo de febrero a mayo en la Universidad Nacional Agraria 2022*. Nicaragua. [Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/4641/>

- Blandón, E. (2022). *Influencia del sistema productivo lácteo de la finca Las Mercedes en la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche en el periodo de febrero a mayo en la Universidad Nacional Agraria 2022.* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria, UNA]. Nicaragua. https://repositorio.una.edu.ni/view/creators/Bland=F3n_L=F3pez=3AErick_Josu=E9=3A=3A.default.html
- Bonifaz, N. Conlago, F. (2017). *Prevalencia e incidencia de mastitis bovina mediante la prueba de California Mastitis Test con identificación del agente etiológico, en Paquiestancia,* Ecuador. <https://www.redalyc.org/journal/4760/476051632003/html/#gt5>
- Cabrera, E. (2006). *Evolución de la calidad higiénica, composicional y sanitaria de la leche cruda en Colombia conforme con el acuerdo de competitividad de la cadena láctea.* Colombia. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1161&context=medicina_veterinaria
- Calderon, A. Arteaga, M. Rodriguez, V. Arrieta, G. Bermudez, D. Villareal V. (2011). *Efecto De La Mastitis Subclínica Sobre El Rendimiento En La Fabricación Del Queso Costeño.* [http://biosalud.ucaldas.edu.co/downloads/Biosalud10\(2\)_3.pdf](http://biosalud.ucaldas.edu.co/downloads/Biosalud10(2)_3.pdf)
- Casado, P. García, J. (2006). *La Calidad Higienica De La Leche.* https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1983_14.pdf
- Castillo, J. Álvarez, J. (2015). *Evaluación composicional y microbiológica de la leche en la finca el tesoro vereda santa lucia municipio de cabrera Cundinamarca.* Colombia. <https://www.foodnewlatam.com/paises/5363-evaluaci%C3%B3n-composicional-y-microbiol%C3%B3gica-de-la-leche-en-la-finca-el-tesoro-vereda.html>
- Cerqueira, J. Cruz, A. Correira, J. Blanco, I. Cantalapiedra, J. Araujo, J. (2017). *Test de California para mastitis y microbiología de la glándula mamaria en explotaciones de vacas lecheras.* Ponte de Lima, Portugal. <https://citarea.citaraagon.es/bitstream/10532/3829/1/VAC0028.pdf>
- Drider, J. Rivera, V. (2016). *Bacterias Ácido Lácticas. Fundamentos y Aplicaciones.* [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=uH14EAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR3&dq=Las+bacterias+%C3%A1cido+l%C3%A1cticas+transforman+la+lactosa+de+la+leche+en+%C3%A1cido+l%C3%A1ctico,+el+que+modifica+la+estructura+de+las+prote%C3%ADnas+de+la+leche+\(cuajan\).&ots=serEkxNq-7&sig=2hjnTu-iL1rmNPos6O3D8gKd1sk#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=uH14EAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR3&dq=Las+bacterias+%C3%A1cido+l%C3%A1cticas+transforman+la+lactosa+de+la+leche+en+%C3%A1cido+l%C3%A1ctico,+el+que+modifica+la+estructura+de+las+prote%C3%ADnas+de+la+leche+(cuajan).&ots=serEkxNq-7&sig=2hjnTu-iL1rmNPos6O3D8gKd1sk#v=onepage&q&f=false)
- Erskine R. (2020). *Mastitis En El Ganado Vacuno.* <https://www.msdrvmanual.com/es/sistema-reproductivo/mastitis-en-grandes-animales/mastitis-en-el-ganado-vacuno>
- Espinoza, M. y Mier, J. (2013). *Determinación de la prevalencia de mastitis mediante la prueba california mastitis test e identificación y antibiograma del agente causal en ganaderías lecheras del cantón el chaco, provincia del napo.* [Tesis

- de Grado, Universidad Central del Ecuador]. <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/e4842ae7-18e8-4a2e-8bda-d3970962d8a3>
- FAO (2024). Portal Lácteo. Calidad y Evaluación. <https://www.fao.org/dairy-production-products/products/quality-and-testing/es#:~:text=La%20leche%20cruda%20de%20buena,una%20composici%C3%B3n%20y%20acidez%20normales>
- Garmendia, N. López, S. (2019). *Determinación de parámetros físicos y químicos en leche cruda de ganado bovino de la zona noreste de Nicaragua*. [Tesis de Grado – Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua, UNAN LEON]. Nicaragua. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/7634/1/243249.pdf>
- González, G. Molina, B. Coca, R. (2010). *Calidad De La Leche Cruda*. https://www.uv.mx/apps/agronomia/foro_lechero/bienvenida_files/calidaddelechecruda.pdf
- Guerrero, J. Rodríguez, P. (2010) *Características físico – química de la leche y sus variación. Estudio de caso, Empresa de lácteos El Colonial, león, Nicaragua*. [Tesis de Grado – Universidad Nacional Agraria]. Nicaragua. <https://repositorio.una.edu.ni/1399/1/tnq04g934.pdf>
- Instituto Nicaragüense De Turismo (2016). *Mapa Nacional De Turismo, Municipio de Tisma*. <https://www.mapanicaragua.com/municipio-de-tisma/>
- IPSA (2009). *Código De Prácticas De Higiene Para La Leche Y Los Productos Lácteos*. <https://www.ipsa.gob.ni/Portals/0/1%20Inocuidad%20Alimentaria/Normativas%20Generales/Higiene%20de%20Leche%20y%20productos%20lacteos%20CAC%20RCP%2057%202004.pdf>
- Juan, M. Cerón, A. Héctor, J. (2005). *Factores Nutricionales que Afectan la Composición de la Leche*. Colombia. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/biogenesis/article/view/326399?articlesBySimilarityPage=8>
- Juárez, M. Moscoso, B. Hernández, J. Mérida, M. Samayoa, L. Juárez, G. Gamboa, K. (2011). *Manual I. Buenas Prácticas de Ordeño*. <https://www.fao.org/3/bo952s/bo952s.pdf>
- Jurado, H. Solarte, C. Burgos A. González, A. Rosero, C. (2020). *Relación Entre La Calidad Composicional Y Sanitaria De La Leche De Bovinos Holstein Del Trópico Alto De Nariño*. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11242020000200421&script=sci_abstract
- Keefe, G. P. (2012). "Mastitis in dairy cows: Understanding the risks and control measures." *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 28(2), 165-178. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22664214/>
- Macías, A. (2016). *Análisis De Calidad De La Leche En Polvo Tipo 1*. [Tesis de Grado, Universidad Técnica de Machala]. Ecuador. <https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/7747/1/Macias.pdf>

- Márquez, B. (2014). *Cenizas y Grasas*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.] Perú.
<https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/e8bd5b97-f205-4b7e-bcd6-b34d7ab4fbe2/content#:~:text=El%20an%C3%A1lisis%20del%20contenido%20de,metab%C3%B3licas%20importantes%20en%20el%20organismo.>
- Mayorga, N. Guzman, L. Unchupaico, Ide. (2014). *Evaluación De Las Características Organolépticas, Físicoquímicas Y Microbiológicas De La Leche Producida En La Estación Experimental Agropecuaria El Mantaro – Uncp*.
<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/6243999>
- Mendoza, J. Vera, Y. Peña, L. (2017). *Prevalencia De Mastitis Subclínica, Microorganismos Asociados Y Factores De Riesgo Identificados En Hatos De La Provincia De Pamplona, Norte De Santander*.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-29522017000200002&script=sci_arttext
- Molina, L. Gonzales, R. Brito, C. Carrillo, B. Pinto, M. (2001). *Correlación entre la termo estabilidad y prueba de alcohol de la leche a nivel de un centro de acopio lechero*. Chile. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X2001000200012#:~:text=Se%20concluye%20que%20no%20existe,de%20Centro%20de%20Acopio%20Lechero.
- Molina, L. Gonzales, R. Brito, C. Carrillo, B. Pinto, M. (2001). *Correlacion entre la termoestabilidad y prueba de alcohol de la leche a nivel de un centro de acopio lechero*.
- Moreira, Y. (2019). *Evaluación de las características físico-químicas, organolépticas y microbiológicas de la leche cruda comercializada en el mercado central de Manta*. [Tesis de Grado, Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí]. Ecuador.
<https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/2292/1/ULEAM-AGROIN-0064.pdf>
- Moreno, C. Gonzales, R. Beltrán, C. (2009). *Mecanismos de resistencia antimicrobiana en patógenos respiratorios*. Chile.
[https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-48162009000200014#:~:text=1\)%20Enzimas%20hidrol%C3%ADticas,de%20actuar%20sobre%20el%20microorganismo.](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-48162009000200014#:~:text=1)%20Enzimas%20hidrol%C3%ADticas,de%20actuar%20sobre%20el%20microorganismo.)
- Paez, L. Lopez, N. Salas, K. Spaldillero, A. Verde, O. (2015). *Características físico-químicas de la leche cruda en las zonas de Aroa y Yaracal, Venezuela*.
<https://www.redalyc.org/pdf/614/61412208.pdf>
- Pérez, D. (2006). *Estudio Epidemiológico de la Prevalencia de Mastitis Sub. Clínica en el Ganado Reyna en La Finca Santa Rosa (UNA) en Época de Lluvia*. Nicaragua. [Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria].
<https://repositorio.una.edu.ni/1308/>
- Periago, M. (2011). *Higiene , Inspeccion Y Control De La Calidad De La Leche*.
<https://www.um.es/documents/4874468/10812050/tema-2.pdf/8e36eac7-23f1-45ed-b671-df6c03c4d467>

- Quezada, H. Moreira G. (2006). *Estudio Epidemiológico de la Prevalencia de Mastitis Subclínica en el Departamento de Juigalpa, Chontales*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria]. Nicaragua. <https://repositorio.una.edu.ni/1335/1/tnl73q5.pdf>
- Ramírez, J. (2015). *Prevalencia y factores predisponentes a mastitis subclínica en establos lecheros de la provincia de Trujillo*. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/41/39>
- Rivera, A. (2014). *Determinación de la Prevalencia de Mastitis Subclínica en ganado Reyna, Rancho Los Peiranos, Nandaime, Granada*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria]. Nicaragua. <https://repositorio.una.edu.ni/2741/1/tnl73r621.pdf>
- Ruiz, A. Toledo, I. (2007). *Evaluación del co2 en el control de microorganismos psicrótrofos y termodúricos en la leche cruda refrigerada*. [Tesis de Grado – Universidad de la Republica]. Uruguay. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/37359/1/RuizAmyra.pdf>
- Scaramelli, A. González, Z. (2005). *Epizootiología y diagnóstico de la mastitis bovina*. http://avpa.ula.ve/docuPDFs/libros_online/manual-ganaderia/seccion5/articulo9-s5.pdf
- Unión Ganadera Regional de Jalisco (2024). *Composición De La Leche*. https://www.ugrj.org.mx/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=457
- Valle, K. (2022). *Mastitis y Calidad De La Leche en Vacas Lecheras*. <https://reciena.esPOCH.edu.ec/index.php/reciena/article/download/49/47/106>
- Vallejo, C. Díaz, R. Morales, W. Godoy, V. Calderón, N. Cegido, J. (2018). *Calidad Físico-Química E Higiénico Sanitaria De La Leche En Sistemas De Producción Doble Propósito, Manabí-Ecuador*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8551194>
- Villacis M. (2011). *Elaboración Y Evaluación Nutricional De Una Bebida Proteica Para Infantes A Base De Lactosuero Y Leche De Soya*. [Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.] Ecuador. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1583>
- WingChing, R. Mora, E. (2013). *Composición De La Leche Entera Cruda De Bovinos Antes Y Después Del Filtrado*. <https://www.redalyc.org/pdf/437/43726204019.pdf>

XIII. ANEXOS

Anexo a. Prueba de reducción de azul de metileno



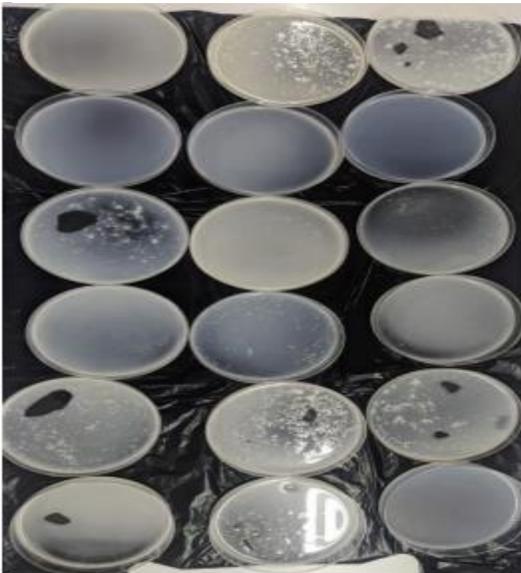
Fuente. (Torres y Vanegas 2024.)

Anexo b. Frasco con azul de metileno



Fuente. (Torres y Vanegas 2024.)

Anexo c. Prueba de Alcohol 1



Fuente. (Torres y Vanegas 2024.)

Anexo d. Prueba de Alcohol 2



Fuente. (Torres y Vanegas 2024.)

Anexo e. Muestras de leche en laboratorio



Fuente. (Torres y Vanegas 2024.)

Anexo f. Muestras de leche en campo



Fuente. (Torres y Vanegas 2024.)

Anexo g. Vacas de la hacienda



Fuente. (Torres y Vanegas 2024.)

Anexo h. Instalaciones de la hacienda



Fuente. (Torres y Vanegas 2024.)

Anexo i. Mantenimiento de muestras en hielera con hielo en campo



Fuente. (Torres y Vanegas 2024.)

Anexo j. Recoleccion de muestras en campo



Fuente. (Torres y Vanegas 2024.)

Anexo k. Tabla formato de Buenas Prácticas de Ordeño

Buenas Practicas De Ordeño	SI			NO
	1	2	3	---
Limpieza del Local				
Arreado de la Vaca				
Horario Fijo Ordeño				
Amarrado de la Vaca				
Lavado de Manos y Brazos del Ordeñador				
Preparación y Lavado de los Utensilios				
Lavado de Pezones				
Secado de Pezones				
Ordeñado de la Vaca				
Sellado de Pezones				

Fuente. (Torres, 2024.)