



**DETECCIÓN DE MASTITIS SUBCLÍNICA EN PRODUCCIÓN
LECHERA MEDIANTE MÉTODOS CUANTITATIVOS Y CUALITATIVOS, EN
HATOS DEL DEPARTAMENTO DEL (CAUCA)**

**Julián David Rodríguez Ortega
Juan David Cadavid García
Lina Fernanda Quijano Ruiz**

**TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO
DE MEDICINA VETERINARIA**

Director (a):

Carlos Eduardo Valencia Hoyos MVZ, Esp

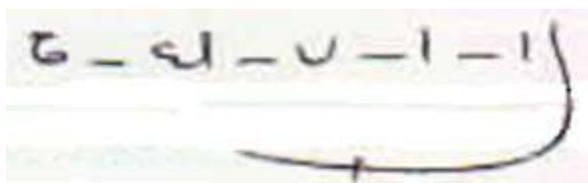
Codirector:

Diego Tomas Hurtado Garzón MVZ, Esp

**UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO
FACULTAD MEDICINA VETERINARIA
TRABAJO DE GRADO
POPAYÁN
2021**

Nota de aceptación

El presente trabajo de grado ha sido aceptado por el comité de trabajo de grado de la facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Antonio Nariño, sede Popayán, como uno de los requisitos para optar el título de Médico Veterinario

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'C. Valencia Hoyos', written over a horizontal line.

Firma del director

Carlos Valencia Hoyos

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Juan Pablo Andrade Valencia', written over a horizontal line.

Firma del jurado
Juan Pablo Andrade Valencia

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'MARIO V', written over a horizontal line.

Firma del jurado
Mario Villarreal Benavides

Dedicatoria

A Dios por ser nuestro soporte en este trasegar, a nuestros padres por su amor, apoyo y comprensión a lo largo de nuestras carreras, a nuestras familias por su firme creencia en nuestras capacidades y a nuestros amigos por su lealtad y consejos.

Agradecimientos

A todas nuestras familias por ayudarnos a culminar esta etapa tan importante para la vida de cada uno de nosotros, en especial a Ana Rosa Ortega, Nelcy Almeira García, Mery Constanza Ruiz Pino y Marian Salome Mamián Quijano, gracias a ellos este sueño es una realidad. A nuestros asesores el Doctor Carlos Eduardo Valencia Hoyos y el Doctor Diego Tomas Hurtado Garzón, por su amabilidad, acompañamiento y apoyo en la ejecución de este proyecto. A la Universidad Antonio Nariño y al personal docente de la Facultad de Medicina Veterinaria, por nuestra formación profesional. Agradecimientos especiales a los propietarios de las fincas La Mejorana, La Isabela, La lomita, Macondo, La Cabuyera y El Tablón, por su buena disposición y por permitirnos realizar esta investigación dentro de sus hatos.

CONTENIDO

		Pág.
	RESUMEN	1
1	32	53
	74	94.1
	94.2	95
	105.1	105.2
	105.3	115.4
	125.5	125.6
	145.7	155.8
	165.9	166
	217	27

Índice de tablas

	Pág.
Tabla 1	10
<i>Composición fisicoquímica de la leche de vaca. (g/100 ml)</i>	
Tabla 2	28
<i>Número de cuartos afectados según CMT</i>	
Tabla 3	32
<i>Número de cuartos afectados según RCS</i>	
Tabla 4	32
<i>Condiciones de higiene durante el ordeño</i>	
Tabla 5	38

Frecuencia de CMT y de Mastitis Subclínica

Tabla 6	39
----------------	----

Interpretación de resultados de la Prueba de California para Mastitis

Tabla 7	41
----------------------	----

Parámetros fisicoquímicos en leches crudas según decreto 616 de 2006

Tabla 8	64
----------------	----

Abreviaturas

Índice de Figuras

	Pág.
Figura 1	11
<i>Mastitis Bovina</i>	
Figura 2	13
<i>Desarrollo de la Mastitis</i>	
Figura 3	14
<i>Staphylococcus aureus</i>	
Figura 4	15
<i>Streptococcus uberis</i>	
Figura 5	18

<i>Detector de leche</i>	
Figura 6	23
<i>California Mastitis Test</i>	
Figura 7	24
<i>Parámetros de Calidad de la leche cruda</i>	
Figura 8	25
<i>Ekomilk del laboratorio de la Universidad del Cauca</i>	
Figura 9	25
<i>Funcionamiento del Ekomilk</i>	
Figura 10	26
<i>Ekomilk</i>	
Figura 11	27
<i>Orientación productiva de los hatos</i>	
Figura 12	28
<i>Escala de cuartos afectados con mastitis subclínica según CMT</i>	
Figura 13	29
<i>Escala de cuartos afectados con mastitis subclínica según RCS</i>	
Figura 14	30
<i>Cuadro comparativo entre CMT y RCS</i>	
Figura 15	32
<i>Tipo de ordeño en los hatos</i>	
Figura 16	33
<i>Ordeño con el apoyo y sin el apoyo de ternero</i>	
Figura 17	34
<i>Limpieza y desinfección antes, durante y después del ordeño</i>	
Figura 18	35
<i>Agua Potable en los hatos</i>	
Figura 19	36
<i>Protección para el ordeño</i>	
Figura 20	39
<i>Terapia de vaca seca</i>	

Figura 21	40
<i>Promedio de Solidos no grasos en la leche</i>	
Figura 22	41
<i>Promedio proteína de la leche</i>	
Figura 23	42
<i>Promedio de grasa en la leche</i>	
Figura 24	44
<i>Promedio de la densidad en la leche</i>	

RESUMEN

El objetivo principal del siguiente estudio se centró en detectar mediante métodos cualitativos y cuantitativos la mastitis subclínica con pruebas de CMT (california mastitis test), análisis físico químico y conteo de células somáticas. La investigación se realizó en 6 Hatos ganaderos del departamento del Cauca. La escogencia de este tema se debió a la importancia económica que tiene la mastitis subclínica y a la necesidad de dar a conocer a los ganaderos la situación de la mastitis subclínica en sus fincas. Mediante un estudio descriptivo de corte transversal, se tomaron 61 muestras de leche cruda para determinar algunos parámetros fisicoquímicos y de recuento de células somáticas. Los datos obtenidos se analizaron de acuerdo a la normatividad vigente en Colombia (Decreto 616 de 2006) del Ministerio de la Protección Social. La mayoría de los parámetros fisicoquímicos de las muestras de leche cruda evaluadas se encontraron por fuera de los parámetros normales de la legislación colombiana. El recuento de células somáticas también se encontró por encima de lo permitido. La leche cruda presenta mala calidad fisicoquímica lo cual está directamente relacionado con el recuento de células somáticas. Se determina la presencia de mastitis subclínica en todos los hatos y se recomienda tener en cuenta buenas prácticas de ordeño.

Palabras clave: Mastitis Subclínica, California Mastitis Test (CMT), Recuento de Células Somáticas, Análisis Físico Químico de la Leche, Popayán.

ABSTRACT

The main objective of the following study focused on detecting subclinical mastitis by qualitative and quantitative methods with CMT tests (California mastitis test), physical-chemical analysis and somatic cell count. The research was carried out in 6 cattle herds in the department of Cauca. The choice of this topic was due to the economic importance of subclinical mastitis and the need to make farmers aware of the situation of subclinical mastitis on their farms. Through a descriptive cross-sectional study, 61 raw milk samples were taken to determine some physicochemical and somatic cell count parameters. The data obtained were analyzed according to the regulations in force in Colombia (Decree 616 of 2006) of the Ministry of Social Protection. Most of the physicochemical parameters of the raw milk samples evaluated were found to be outside the normal parameters of Colombian legislation. Somatic cell count was also higher than allowed. Raw milk has poor physicochemical quality which is directly related to the somatic cell count. The presence of subclinical mastitis is determined in all herds and good milking practices are recommended.

Keywords: Subclinical Mastitis, California Mastitis Test (CMT), Somatic Cell Count, Physical Chemical Analysis of Milk, Popayán.

1 Introducción

La mastitis es una reacción inflamatoria de la glándula mamaria ocasionada por factores físicos, químicos, mecánicos o infecciosos. El tipo más frecuente e importante es la forma subclínica. Este tipo de mastitis es considerado un proceso multifactorial donde se conjugan factores propios del animal, factores relacionados con el agente causal y factores ambientales y de manejo donde se incluye el ordeño, el cual juega un papel determinante en la presencia de la enfermedad. “La National Mastitis Council ” estima que entre un 70 a 80% de los casos de mastitis son debidos a técnicas inadecuadas de ordeño, caracterizada por pobres condiciones higiénico-sanitarias, falta de desinfección pre-ordeño y ordeños prolongados, (Middleton et al., 2014) sumándose en el caso del ordeño mecánico, aspectos como diseño, manejo y mantenimiento inapropiado de las máquinas. (Faría, 2005)

La mastitis subclínica se caracteriza por la ausencia de signos clínicos en la ubre y la apariencia normal de la leche. El mayor efecto económico se da en las formas subclínicas donde los diferentes agentes etiológicos aumentan el número de las células somáticas, este aumento trae como consecuencia una disminución en la producción de leche. (Calderón y Rodríguez, 2008)

La mastitis bovina es una enfermedad de importancia económica, cuyo impacto económico en el sector ganadero deja grandes pérdidas y disminuye la rentabilidad, puesto que trae como consecuencia disminución en la productividad lechera. En Colombia las pérdidas para los dueños de ganado lechero podrían estar entre el 10 % y 20 % de sus utilidades. Si se trata de casos subclínicos, el impacto económico negativo es del 10 %. En la medida que los síntomas son evidentes por cuenta de la inflamación y el dolor, es decir la mastitis clínica las pérdidas ascienden al 20%. (Contexto Ganadero)

Cabe anotar que la mastitis es también un problema no solo para el bienestar animal, y la productividad lechera, si no también, para la salud pública, ya que, por ejemplo, tanto las mastitis clínicas como las subclínicas pueden aportar algunas bacterias potencialmente dañinas a la salud humana, esto se da cuando los seres humanos consumen la leche, incrementándose el riesgo de presencia de bacterias patógenas para el ser humano. (Corbellini, 2002)

Para el diagnóstico de mastitis clínica y subclínica se usan en Colombia y en otros países, pruebas como el método de observación y palpación de la ubre y las pruebas físicas, como la prueba de escudilla de ordeño, prueba del paño negro y taza probadora. Las pruebas químicas, como la prueba de conductividad eléctrica de la leche, papel indicador de mastitis y prueba de Whiteside sirven también para diagnosticar mastitis clínicas y subclínicas. Las pruebas biológicas, como la prueba de California para mastitis, la prueba de Wisconsin, el diagnóstico bacteriológico por los métodos de aislamiento, cultivo, tinción, pruebas bioquímicas e identificación y el conteo de células somáticas por microscopía directa y el somaticell. Otros métodos utilizados actualmente por su rapidez y efectividad son los electrónicos como el fossomatic y el counter coulter, los cuales tienen una aplicación universal sobre todo en laboratorios de control lechero o dedicados al diagnóstico e investigación de la mastitis y el DeLaval cell counter. (Bedolla et al., 2007)

En este sentido, la investigación que se pretende desarrollar, buscó detectar de manera oportuna y mediante métodos cuantitativos y cualitativos la mastitis subclínica en hatos ganaderos del municipio de Popayán, a través, de pruebas como CMT (California Mastitis test), correlacionadas con el análisis físico químico y el conteo de células somáticas; con el fin de proporcionar información rápida y oportuna a los ganaderos, para que tomen medidas apropiadas que contribuyan a disminuir las pérdidas económicas y la baja rentabilidad en los hatos lecheros, así como como facilitar el bienestar animal y la seguridad alimentaria.

2 Planteamiento Del Problema

La producción de leche en Colombia ha venido en alza en los últimos años, sobrepasando los 7000 millones de litros de leche, convirtiendo al país en el doceavo productor de leche cruda del mundo y el cuarto en América Latina, a pesar de esta posición el país está lejos de alcanzar buenas prácticas ganaderas (BPG) debido a la informalidad, según Fedegan en el año 2018 el país aún conserva un 34% de su producción total, bajo la comercialización a través de canales informales, donde no se cumple con los estándares mínimos de inocuidad e higienización. (Fedegan, 2019)

La producción de leche de pequeños productores en el departamento del Cauca, se caracteriza por ser llevada de forma poco tecnificada, esto incide directamente en las practicas sanitarias y de manejo del ganado lechero, que son desarrolladas de formas inadecuadas ocasionando bajo rendimientos de los hatos lecheros, muestra de ello es que solo 24 hatos ganaderos productores de leche tenían certificación de BPG por parte del ICA en el Cauca. (Jaramillo, 2016)

En el país la informalidad y la ausencia de buenas prácticas de ordeño ya sea manual o mecánico tiene como consecuencia la presencia no controlada de mastitis, la cual es una enfermedad de importancia económica a nivel global, teniendo en cuenta que produce grandes pérdidas y mermas en la rentabilidad del sector ganadero de países en desarrollo como Colombia. Además, se puede convertir en un problema muy grave de salud pública, si no se atiende a tiempo, por el fácil contagio no solo entre animales, sino también para el ser humano.

En el municipio de Popayán (Cauca), una de las actividades económicas del municipio, especialmente de la zona rural, es la ganadería, más precisamente la explotación de ganado lechero. Sin embargo, los niveles de producción lechera no son los mejores, generalmente por las limitantes

económicas y tecnológicas que presenta esta actividad. Igualmente, a esta situación se le podría agregar el desconocimiento sobre la enfermedad por parte ganaderos de la región, lo que podría un factor determinante en la presencia de mastitis bovina. Así mismo se puede mencionar que el comercio local de ganado es una actividad cotidiana entre los ganaderos de la zona y la falta de control durante estas actividades comerciales también estaría influyendo en la presencia de esta patología, poniendo en riesgo la productividad de sus hatos, el bienestar animal y la salud humana.

En este sentido detectar de manera oportuna y mediante métodos cuantitativos y cualitativos la mastitis subclínica en los hatos ganaderos del municipio de Popayán, permitirá contribuir al conocimiento de la enfermedad en esta región caucana e informar a los pequeños ganaderos acerca de la situación de sus animales y la presencia de mastitis, la importancia económica de la enfermedad y las medidas de prevención que deben tomar.

2.1 Descripción del problema

Uno de los principales problemas que afecta la ganadería lechera es la presencia de mastitis en las vacas de ordeño, siendo la mastitis subclínica un problema más grave, ya que no se observan signos visibles en el animal, cuestión que le implica grandes pérdidas económicas al sector ganadero debido a la disminución de la producción de leche, reducción en la calidad de la leche, gastos médicos etc. Por ello es necesario desarrollar una investigación que permita conocer aún más acerca de la enfermedad y establecer si la mastitis subclínica en los hatos seleccionados está relacionada con las prácticas de ordeño y de esta manera proponer buenas prácticas de ordeño que disminuyan la incidencia de la enfermedad.

2.2 Planteamiento de la pregunta de investigación

¿Cómo detectar cuantitativa y cualitativamente la mastitis subclínica en los hatos ganaderos del municipio de Popayán?

3 Justificación

En la actualidad son escasas las investigaciones que sobre este tema se han hecho en el municipio de Popayán, en este sentido, la propuesta investigativa que se desarrollará es muy importante para enriquecer al campo de la Medicina Veterinaria, ya que este tipo de estudios permiten ampliar el conocimiento que se tiene hasta el momento sobre la mastitis bovina a nivel local. Igualmente, el desarrollo del presente trabajo es una invitación para que la comunidad académica continúe contribuyendo a la ampliación del tema.

Con los resultados del proyecto, se puede dar a conocer a los ganaderos del municipio de Popayán, que, mediante una detección rápida y oportuna de la mastitis bovina, complementado con buenas prácticas ganaderas, se puede disminuir la presencia de la patología, aumentar los niveles de producción y productividad y mejorar el bienestar animal con menos riesgos para la salud pública.

La producción de leche en el departamento del Cauca de forma especializada está liderada por el municipio de Cajibío que registra producciones de 25 L de leche por animal, por otro lado, el municipio de Popayán registra un promedio de 16 litros de leche por animal. Esto dentro de la explotación de lechería especializada. (TANGARA, 2019) Este último dato, muestra la necesidad de avanzar en la mejora de los procesos de producción ya que en los últimos años dentro del tipo de explotación especializada en leche todavía existen municipios produciendo 10 litros de leche por animal, lo cual es una situación desventajosa para los pequeños productores que tienen que competir contra la apertura del mercado a causa de los (TLC), en donde existen países como Estados Unidos y Nueva Zelanda que sobrepasan la producción de 30 litros de leche por animal.

De ahí que la implementación de buenas prácticas ganaderas sea un factor determinante en la producción de leche, por eso la importancia de su aplicación durante todo el proceso de la cadena

productiva, partiendo de las labores primarias del productor, hasta llegar a la transformación final que termina con el consumidor. En este sentido uno de los aspectos más relevantes a la hora de desarrollar la cadena productiva tiene que ver directamente con el manejo fitosanitario, pues las malas prácticas pueden reflejar bajos niveles de producción lechera, además de presentar malas condiciones sanitarias y organolépticas que limitan su uso para obtener productos derivados como el queso. (Uribe et al., 2011)

Las malas prácticas ganaderas pueden empeorar problemáticas económicas del sector ganadero. Cuando la oferta de leche es alta en el departamento del Cauca, los lecheros no solo tienen que lidiar con los bajos precios, sino que también tienen que afrontar la escasez de demanda de su producto, de ahí la importancia de producir leche de calidad y en condiciones fitosanitarias adecuadas, que prevengan la aparición de enfermedades como la mastitis.

4 Objetivos

4.1 General

-Detectar mediante métodos cualitativos y cuantitativos la mastitis subclínica en hatos ganaderos del municipio de Popayán con pruebas de CMT (california mastitis test), análisis físico químico y conteo de células somáticas.

4.2 Específicos

-Caracterizar las condiciones bajo las cuales se realizan las prácticas sanitarias de ordeño en los hatos seleccionados del municipio de Popayán mediante la aplicación de un instrumento (encuesta).

- Correlacionar la presencia de mastitis subclínica con el recuento de células somáticas de la leche en los hatos ganaderos seleccionados.

-Correlacionar la presencia de mastitis subclínica con el análisis físico químico de la leche en los hatos ganaderos seleccionados.

5 Marco Teórico

5.1 Definición de leche

La leche para el consumo humano se entiende a la secreción natural de la glándula mamaria de vacas sanas y bien alimentadas y cuando proceda de otra especie animal se designará con el nombre de ésta. Se excluye el producto obtenido cinco días posteriores al parto y quince días antes del mismo.

Tabla 1

Composición fisicoquímica de la leche de vaca. (g/100 ml)

Componentes	Mínimo	Máximo
Agua	84	89
Sólidos	10.6	17.9
Lípidos	2.6	8.4
Proteínas	2.4	6.5
Lactosa	2.4	6.1
Cenizas	0.6	0.9

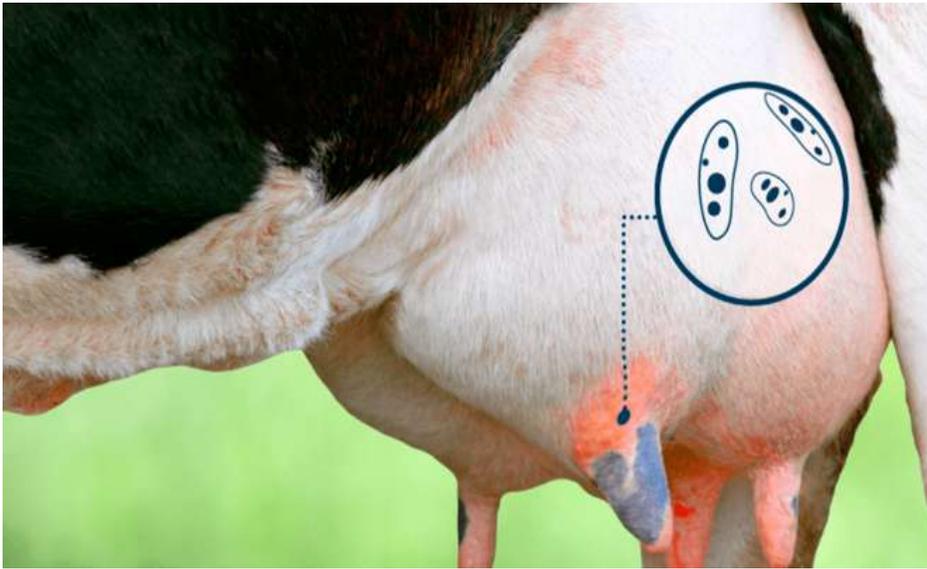
5.2 Definición de Mastitis

La mastitis es una de las enfermedades más comunes que afecta los procesos de producción y está relacionada con las malas prácticas de ordeño. La mastitis es una reacción inflamatoria de la glándula mamaria que produce alteraciones físicas y químicas en la leche. (Calderón y Rodríguez, 2008) Esta se divide en dos tipos: mastitis clínica y mastitis subclínica. Para determinar

esto se establece el grado de severidad de sus signos clínicos. La mastitis clínica se caracteriza por que sus signos son visibles a simple vista, mientras que la subclínica se identifica por la inflamación de la glándula mamaria, pero los cambios no son tan notorios. (Sánchez et al., 2018)

Figura 1

Mastitis Bovina



Nota: Adaptado de Mastitis Bovina. LABIS, excelencia en salud animal. 2019.

La mastitis clínica desarrolla alteraciones visibles en la ubre que pueden indicar inflamación de uno o varios cuartos de la glándula, los cambios a identificar son el aumento de temperatura en el área afectada, enrojecimiento de la zona y dolor, y alteraciones en la leche como color, grumos, coágulos sanguinolentos o con pus, leche acuosa. Para identificar la mastitis subclínica es necesario realizar la prueba, debido a que sus signos no son visibles, un método efectivo es aplicar CMT. (Sánchez et al., 2018)

5.3 Etiología

La mastitis bovina se produce como respuesta a la invasión, a través, del canal del pezón, de diferentes tipos de bacterias, micoplasmas, hongos, levaduras y hasta algunos virus. Sin

embargo, las bacterias de los géneros *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Corynebacterium* y algunos gérmenes Gram -, son responsables de más del 90 % de los casos clínicos y subclínicos. (Corbellini, 2002)

Las bacterias que pueden producir mastitis sobreviven en diferentes nichos ecológicos, difiriendo por lo tanto en su mecanismo de transmisión e infección y en la facilidad con la cual pueden ser controladas. *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus agalactiae* están fundamentalmente asociados a ubres infectadas, lesiones de los pezones y colonización del canal del pezón, transmitiéndose de vaca a vaca y de cuarto a cuarto al momento del ordeño o poco después. (Corbellini, 2002)

5.4 Patógenos Causantes de la mastitis contagiosa

Los patógenos contagiosos de primera importancia incluyen al *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Corynebacterium spp.*, y *Mycoplasma spp.* Los patógenos contagiosos de la mastitis como el *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus agalactiae* que son infecciosos a nivel individual y a nivel de población, han sido reportados bajo control en los hatos lecheros a través del uso de prácticas de manejo que utilizan la desinfección de los pezones después de la ordeña, terapia de la vaca seca, desecho, mantenimiento del equipo de ordeño, y terapia antibiótica de las infecciones intramamarias. (Bedolla, 2017)

5.5 Patógenos causantes de la mastitis ambiental

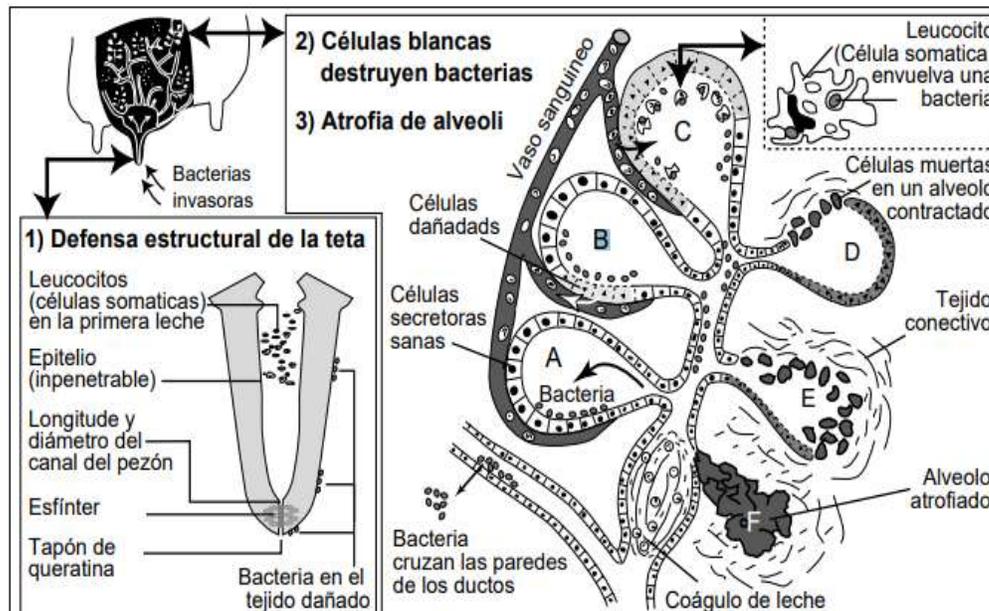
Los patógenos ambientales a diferencia de los contagiosos son transmitidos entre las ordeñas por el ambiente que sirve como la fuente primaria de estos organismos. Los patógenos principales en este grupo son los bacilos entéricos Gram-negativos (*Escherichia coli*, *Klebsiella spp.*), *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus uberis*, y *Enterococcus spp.* La mastitis

ocasionada por patógenos ambientales es el principal problema que afecta a muchos hatos lecheros.

A pesar de que la mastitis por organismos contagiosos (especialmente *Streptococcus agalactiae*) ha disminuido por mejoramiento en el manejo, las pérdidas económicas debido a la enfermedad pueden continuar porque los organismos causales no pueden ser erradicados del medio ambiente de las vacas lecheras ya que pertenecen al microbiota normal del ambiente y se encuentran en cada establo. Las fuentes de patógenos ambientales incluyen: materiales de cama, estiércol, suciedad, lodo, agua estancada etc. (Bedolla, 2017)

Figura 2

Desarrollo de la Mastitis



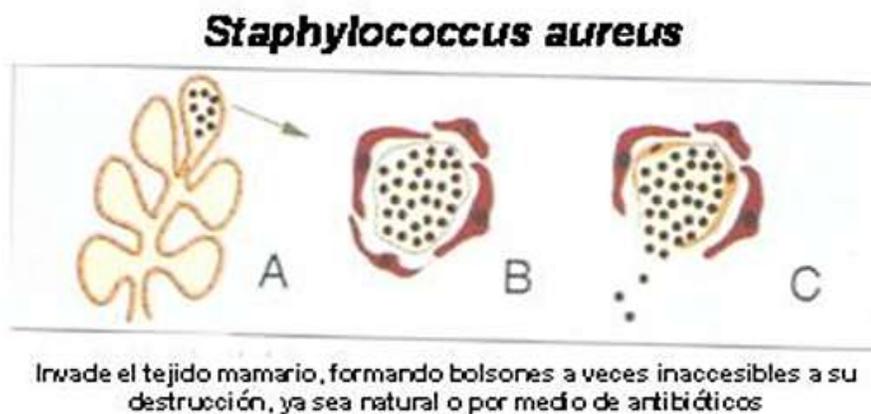
Nota: Adaptado de Mastitis: la enfermedad y su transmisión. Wattiaux, M., y Howard, W. 2011.

5.6 Transmisión

El *Streptococcus agalactiae* y el *Staphylococcus aureus* son la causa más común de infecciones subclínicas pero muy rara vez produce una severa enfermedad (mastitis aguda). Se diseminan principalmente durante el ordeño por medio de la máquina de ordeño, las manos contaminadas del operador, materiales (tela) utilizados para lavar la ubre. Este organismo puede infectar también la ubre de una ternera joven si ha sido alimentada con leche contaminada. La infección permanece en forma indefinida en la glándula mamaria de la novilla. (Wattiaux, y Howard, 2011)

Figura 3

Staphylococcus aureus



Nota: Adaptado de Mastitis. Hans Andresen S. 2008.

El *Streptococcus uberis* y *Streptococcus dysgalactiae* son generalmente transferidos desde el medio ambiente al pezón entre los ordeños, pero algunas transferencias pueden tener lugar durante el ordeño. Estos organismos no pueden ser eliminados del hato debido a que son parte normal del medio ambiente. (Wattiaux, y Howard, 2011)

Figura 4

Streptococcus uberis



Nota: Adaptado de, Streptococcus uberis: Identificación y producción de biofilm. Fessia Soledad y Diesser Silvana. 2018.

Las bacterias coliformes pueden causar mastitis solamente si las partículas contaminadas del medio ambiente entran en contacto con la ubre, los coliformes se multiplican rápidamente en la leche y producen toxinas que son absorbidas dentro del torrente circulatorio. Como resultado, las infecciones por coliformes conducen a mastitis clínicas agudas. (Wattiaux, y Howard, 2011)

5.7 Diagnóstico

A continuación, se nombran algunas de las técnicas diagnósticas utilizadas a nivel de campo que son realizadas por médicos veterinarios y productores ya que generalmente requieren de poco entrenamiento para aplicarlas y las técnicas utilizadas en el laboratorio para hacer el diagnóstico de esta enfermedad.

5.8 Técnicas utilizadas a nivel de campo

Métodos físicos:

Observación y palpación de la ubre, Tazón de ordeño, Prueba del paño negro Taza probadora, Cámara térmica.

Métodos químicos:

Conductividad eléctrica de la leche, Papel indicador, Concentración de cloro en leche, Prueba de Whiteside.

Métodos biológicos:

Prueba de California, Prueba de Wisconsin y Wisconsin modificada, Hy-Mastitis test. (Ruiz)

5.9 Técnicas utilizadas a nivel de laboratorio

Conteo de células somáticas (CCS)

Microscopía directa, Método fluoro-opto-electrónico (Fossomatic) Counter, coulter, Delaval cell counter.

Cultivo bacteriológico:

Demostración, aislamiento e identificación a través de pruebas bioquímicas. 1

Determinación de enzimas

N-acetil- β -D-glucosaminidasa (NAGasa), Otras enzimas como lactato deshidrogenasa, estereasas, lipasas.

Indicadores de la inflamación

Adenosin trifosfato (ATP), Lactosa

Pruebas serológicas:

Ensayo por Inmunoabsorción Ligado a Enzimas (ELISA)

Pruebas moleculares:

PCR convencional • PCR Tiempo real • PCR Múltiplex

Otras técnicas:

Determinación de metabolitos volátiles bacterianos en leche. (Ruiz, 2017)

Como se mencionaba anteriormente el presente trabajo investigativo se centrará en ejecutar 3 pruebas o métodos:

Prueba CMT (California Mastitis Test)

El Test California (CMT) es un rápido y sencillo test para la detección de mastitis subclínicas. Este test proporciona una indicación del número de células somáticas en la leche. El CMT sólo dará lugar a una reacción visible con una concentración de 400.000 células / ml o más. El reactivo se compone de un detergente y un indicador de pH. Cuando se mezcla con la leche, reacciona y forma un gel viscoso. Cuantas más células somáticas hay en la leche, más viscosa y espesa se hará la mezcla. El cambio de color indica la variación del pH de la leche y, por lo tanto, el nivel de inflamación. (Servet Talavera, 2018)

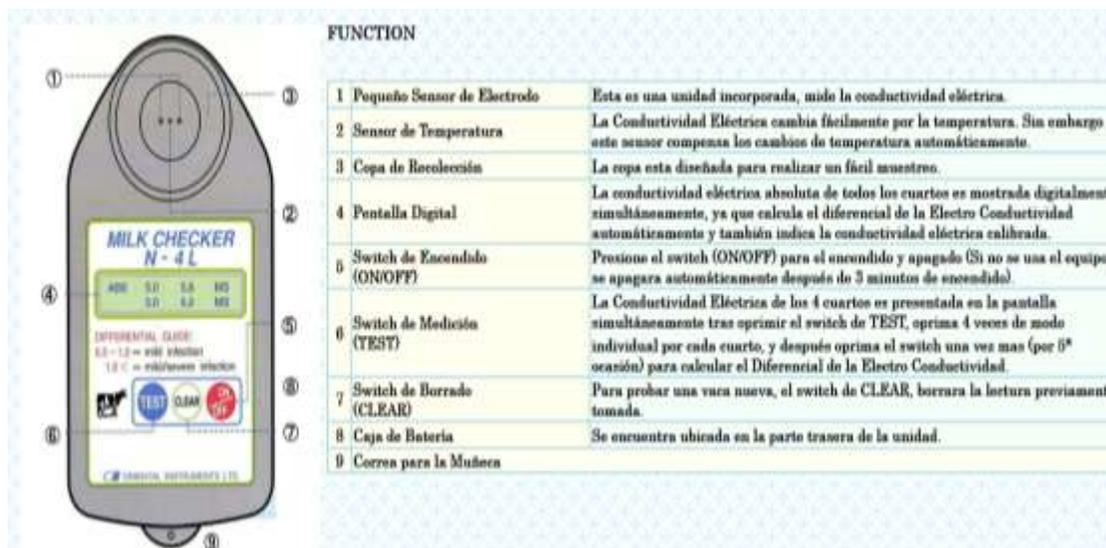
Conductividad eléctrica de la leche

La Prueba de Conductividad Eléctrica (PCE), se basa en el aumento de conductividad eléctrica de la leche debido a su mayor contenido electrolítico especialmente iones de sodio y de cloro. Se le encuentra como parte de algunos equipos de ordeño computarizados dentro de las salas de ordeño, así como también en forma de medidores portátiles, lo que permite el monitoreo

individual por cuarto. Se puede emplear una combinación de la detección de mastitis subclínica tomando como base la conductividad eléctrica de la leche, la producción láctea, el número de parto y los días de lactación, como un modelo logístico de regresión como instrumento de análisis en un rebaño con una incidencia alta de mastitis subclínica. (Bedolla, 2017)

Figura 5

Detector de leche



Nota: Adaptado de <http://www.misatosys.com/>

Papel indicador de mastitis

Este método, consiste en un papel sobre el que se hace caer directamente del pezón algunas gotas de leche, se consideran sospechosas las leches que dan una coloración correspondiente a un pH igual o superior a 7. La prueba descubre el 50% de las leches infectadas. (Bedolla, 2017)

Prueba de Whiteside

La mezcla de leche con una solución de NaOH al 4% ocasiona que la leche se gelifique formando grumos que son visibles. Los grumos serán más grandes conforme la leche contenga mayor número de células somáticas. Para hacer más visible la reacción es conveniente usar una placa de acrílico negra que puede tener dibujada 4 cuadros de 3cm x 3cm, uno por cada cuarto.

Procedimiento: a) Colocar 5 gotas de leche fría en el centro del cuadrado y agregar 2 gotas de la solución de NaOH al 4%. b) Mezclar vigorosamente, dispersando la leche en el cuadrado por medio de un palillo. Continuar mezclando por alrededor de 20 segundos y dar lectura al resultado. c) Interpretar. (Bedolla, 2017)

Tazón de ordeño

Para leches anormales, se recoge la leche sobre un tejido negro extendido encima del tazón, haciendo así los grumos visibles.

Prueba del paño negro

Se realiza durante la preparación de la vaca para la ordeña, consiste en la detección de grumos en la leche (tolondrón) haciendo pasar los primeros chorros a través de una malla negra o bien utilizando una cubetilla especialmente diseñada para eso. Es recomendable realizar este procedimiento en todos los ordeños, ya que además de detectar leche anormal, se eliminan bacterias que normalmente se encuentran en mayor cantidad en estos primeros chorros y se estimula la “bajada” de la leche. (Ruíz, 2017)

Taza probadora

Se examinan los primeros chorros de leche en cada ordeño sobre un recipiente de fondo oscuro, los coágulos, escamas, hilos, materia fibrosa, secreciones acuosas o color anormal indican

que la leche no es normal. En la mastitis crónica la leche no tiene apariencia anormal visible en todos los ordeños. (Ruíz, 2017)

Conteo de células somáticas

El recuento de células somáticas, es el número de células existentes en leche. Se utiliza como indicador de la infección de la glándula mamaria. El CCS es la medición más ampliamente utilizada para supervisar el estado inflamatorio de las glándulas mamarias; puede ser realizada en la leche de; a) cuartos individuales, b) vacas individuales, c) el hato completo y d) un grupo de hatos. (Reyes y Bedolla, 2008)

Muchos estudios sugieren que vacas con SCC menor a 200.000 cel/mL no es común que estén infectadas con patógenos mayores de mastitis, mientras vacas con SCC de 300.000 o más es muy común que estén infectadas. Dependiendo del estudio, el umbral de SCC indicativo de inflamación o mastitis ha sido puesto en 200.000. Un valor de referencia para SCC de 250.000 parece ser un estándar útil indicativo que la leche de vacas individuales es mastítica. (Smith)

Los recuentos de células de una sola vaca constituyen la mejor manera de identificar las vacas con recuentos elevados de células. Los recuentos individuales de células se calculan a partir de una muestra mixta de los cuatro cuartos. A esta muestra también se le puede calificar de compuesta. Los recuentos de células de toda la glándula aluden a los resultados de cada uno de los cuartos. Como ya se mencionaba existen varios métodos para realizar el conteo de células somáticas (CCS): Físicos, químicos y biológicos, entre ellos difieren en sencillez, confiabilidad y costo; pero sí es conveniente realizar el conteo de células somáticas como prevención a enfermedades y protección a la inversión que se tiene. (Smith)

6 Materiales y métodos

Tipo de investigación

Descriptivo de corte transversal

Línea de investigación

Salud pública y epidemiología universitaria

Universo, Población y Muestra

Todos los bovinos con pezones afectados de mastitis subclínica de los hatos seleccionados.

Muestra

61 pezones afectados con mastitis subclínica de diferentes bovinos seleccionados de 6 hatos.

Métodos

Durante el presente proyecto se planificaron tres actividades:

- Encuesta de caracterización de prácticas de producción.
- Prueba CMT en hatos lecheros.
- Recolección de muestras: 100 pezones afectados de mastitis subclínica y envió a sus respectivos laboratorios para análisis físico químico de la leche y conteo de células somáticas.

A los hatos seleccionados, se les aplicó un instrumento, en donde se conocieron las diferentes prácticas sanitarias de manejo integrado, que realizan los respectivos productores relacionado con la producción lechera. Instrumento con las siguientes características. (Ver anexo)

Pasos para la Prueba CMT (California Mastitis Test)

Esta prueba consiste en utilizar un reactivo que identifica la presencia de ácido desoxirribonucleico, específicamente la función de la prueba es brindar un diagnóstico rápido con

una alta fiabilidad a un bajo costo. (De la Cruz y Contero, 2011) Ideal para llevar a cabo un muestreo que permita identificar la frecuencia de mastitis subclínica en los hatos ganaderos.

Procedimientos: el procedimiento se realizó según la metodología planteada por Cerqueria et al, (2017).

1. Desinfectar los pezones (deben estar secos al momento de realizar la prueba)
2. Se realizará un pre-ordeño y se descartará esta leche, el procedimiento recomendado es descartar los dos primeros chorros de leche de cada glándula.
3. Se procederá a tomar una muestra por cada cuarto de la ubre en la paleta, esta última debe estar ubicada con el mango hacia la cola. En el proceso se debe extraer de 2 a 3 ml de leche por cada glándula en su respectivo espacio.
4. Desechar el sobrante, de tal forma que quede 2 ml en cada espacio evitando la mezcla entre las muestras.
5. Agregar el reactivo CMT en relación 1:1
6. Mezclar el reactivo mediante un movimiento rotatorio suave, realizando la lectura de la reacción de 7 a 10 segundos.
7. Registrar la interpretación de la prueba. (Ver anexos)

Figura 6*California Mastitis Test*

Fuente: Propia de los autores

Conteo de Células Somáticas

A los 37 animales escogidos al azar, se les tomó una muestra de 10 ml de leche por cada cuarto (61 cuartos en total), las cuales fueron depositadas en frascos de polietileno, debidamente identificados con el nombre de la vaca, registro particular (RP), identificación del cuarto (AD, PI, AI, PD) siendo AD, cuarto anterior derecho, PI cuarto posterior izquierdo, AI cuarto anterior izquierdo, y PD cuarto posterior derecho) y la fecha. Estas muestras fueron utilizadas para realizar el RCS, posteriormente fueron transportadas al laboratorio de la Universidad Antonio Nariño utilizando hieleras a temperatura de refrigeración (5- 7 oC).

Recolección y envío de muestras

1. Identificar los pezones afectados previa aplicación de CMT.
2. Tomar tres muestras por pezón, hasta llegar a un total de 61 muestreos.
3. Almacenar las muestras en nevera con gel refrigerante para no llegar a alterar los resultados de laboratorio.
4. Transportar las muestras para su respectivo análisis de laboratorio:
 - a. Recuento de células somáticas
 - b. Análisis físico químico: Universidad del Cauca

Para el análisis físico químico se utilizó el Ekomilk, un analizador de leche por ultrasonido que permite analizar el contenido de grasa, contenido de proteína, sólidos totales y densidad.

Figura 7

Parámetros de Calidad de la leche cruda

Factor	Excelente	Buena	Regular	Mala
Densidad (g/ml)	> 1.029	> 1.029	1.028 – 1.029	< 1028
Crioscopia (°C)	-0.545 ^a -0.531	-0.530 a -0.521	-0.520 a -0.501	<-0.500
Lactosa %	> 5.3	5.3 – 4.9	4.9 – 4.6	< 4.6
Proteína %	> 3.2	3.2 – 2.8	2.8 – 2.6	< 2.6
Grasa %	> 3.5	3.5 – 3.3	3.3 – 3.0	< 3.0
Sólidos no grasos %	> 8.7	8.7 – 8.4	8.4 – 8.0	< 8.0
Sólidos totales %	> 12.2	11.8 – 12.0	11.3 – 11.8	< 11.3
Mesófilos ufc/m 10 ³	< 50	50 – 100	100 – 300	> 300
Células somáticas 10 ⁴	< 100	100 – 200	200 – 400	> 400

Nota: Adaptado de Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia. Calderón, Alfonso, García, Fredy y Martínez, Gloria. (2006).

Figura 8

Ekomilk del laboratorio de la Universidad del Cauca

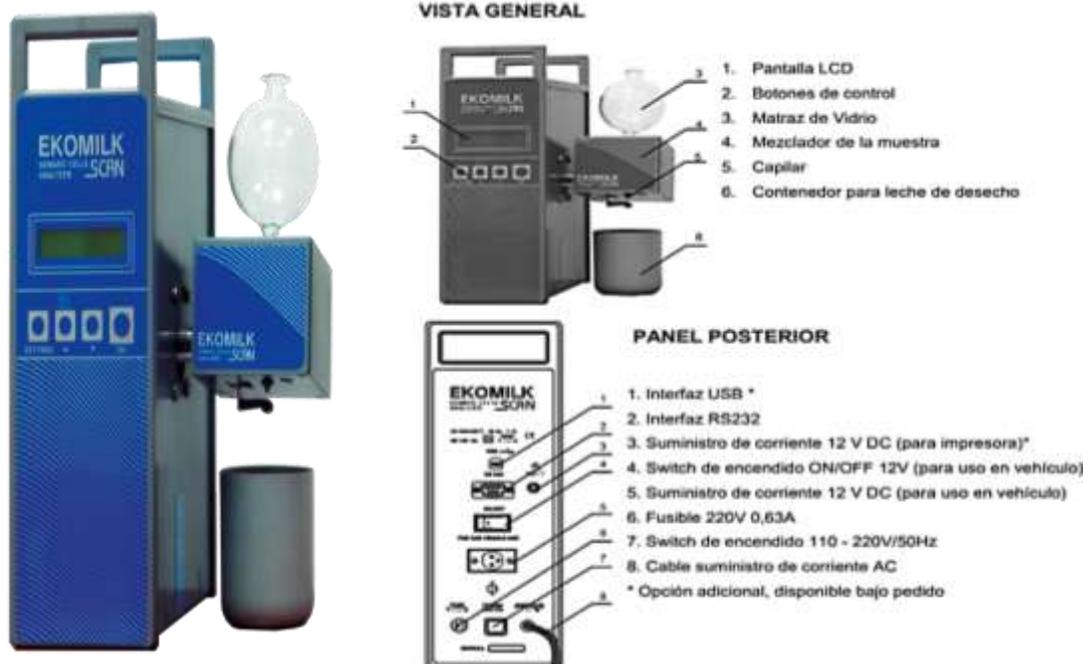


Fuente: Propia de los autores

Figura 9

Funcionamiento del Ekomilk



Figura 10*Ekomilk*

Nota. Adaptado de Maquinaria Industrial Para Procesos en la Industria Láctea.
<https://lactoequipos.wordpress.com/2017/11/12/e-komilk/>

Análisis estadístico

Para el análisis de los resultados se aplicó estadística descriptiva. Con la ayuda del programa Microsoft Excel 2016, la información recolectada fue tabulada y sistematizada para su posterior interpretación. Se hicieron tablas y figuras, que tuvieron en cuenta los hallazgos que arrojó la presente investigación. Para determinar el comportamiento de las diferentes variables evaluadas como densidad, proteína, grasa y solidos no grasos.

7 Resultados

La orientación productiva de los hatos seleccionados puede observarse en el siguiente gráfico, donde se identifica: leche 83% y doble propósito 17%. Siendo entonces la producción de leche la principal actividad económica de las fincas, La Cabuyera, El Tablón, La Isabella, La Mejorana, Macondo y La Lomita.

Figura 11

Orientación productiva de los hatos



Fuente: Propia de los autores

A un total de 37 animales muestreados, equivalente a 61 cuartos, se les realizó el CMT a los 61 cuartos seleccionados, de los cuales 61 es decir el 100% resultaron positivos a mastitis subclínica, resultando 29 cuartos ligeramente positivos, 25 Positivos, 7 muy positivos y 0 animales negativos.

En las fincas seleccionadas predominan los mestizajes ya que una ventaja de mezclar razas es el incremento lácteo.

Tabla 2

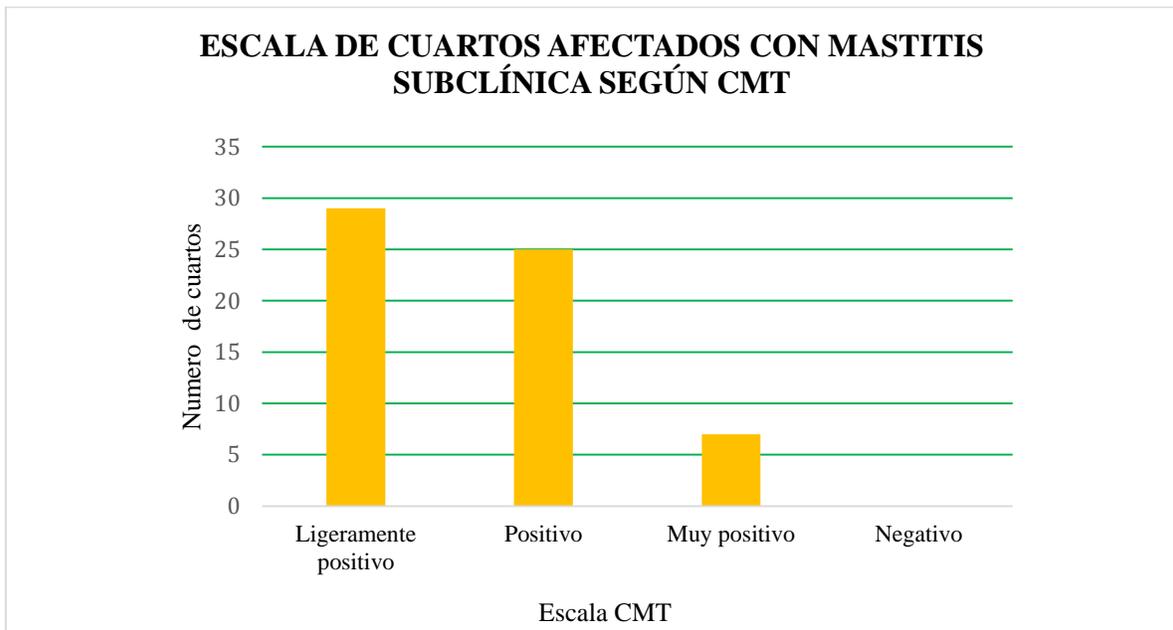
Raza de los animales seleccionados

Nombre de la finca	Raza
La Mejorana	Holstein/Jersey
La Isabela	Holstein/Jersey
La Lomita	Jerhol
Macondo	Holstein-Gyrolando
La Cabuyera	Gyr/Jersey
El Tablón	Gyrolando

Fuente: Propia de los autores

Figura 12

Escala de cuartos afectados con mastitis subclínica según CMT

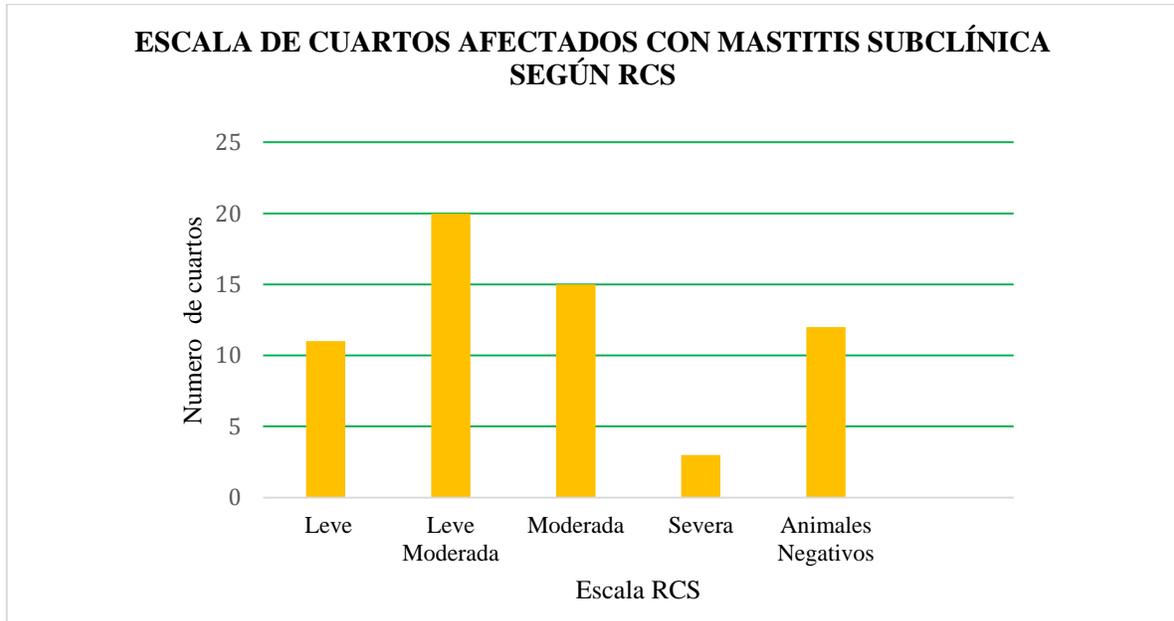


Fuente: Propia de los autores

En cuanto al método de RCS, la categoría que va de 0 a 200,00 células por ml, 11 cuartos dieron como resultado “trazas” que va de 150,000 a 500,000 células por ml., 20 cuartos resultaron ser de la categoría “levemente moderada” que va de 400,000 - 1,500,000 células por ml., 15 cuartos resultaron ser de la categoría “moderada” equivalente a 800,000 - 5,000,000 células por ml., 3 cuartos resultaron “severa”, rango que va de 5, 000,000 células por ml en adelante y 12 cuartos resultaron ser negativos, rango que va de menos de 200, 000 células por ml.

Figura 13

Escala de cuartos afectados con mastitis subclínica según RCS

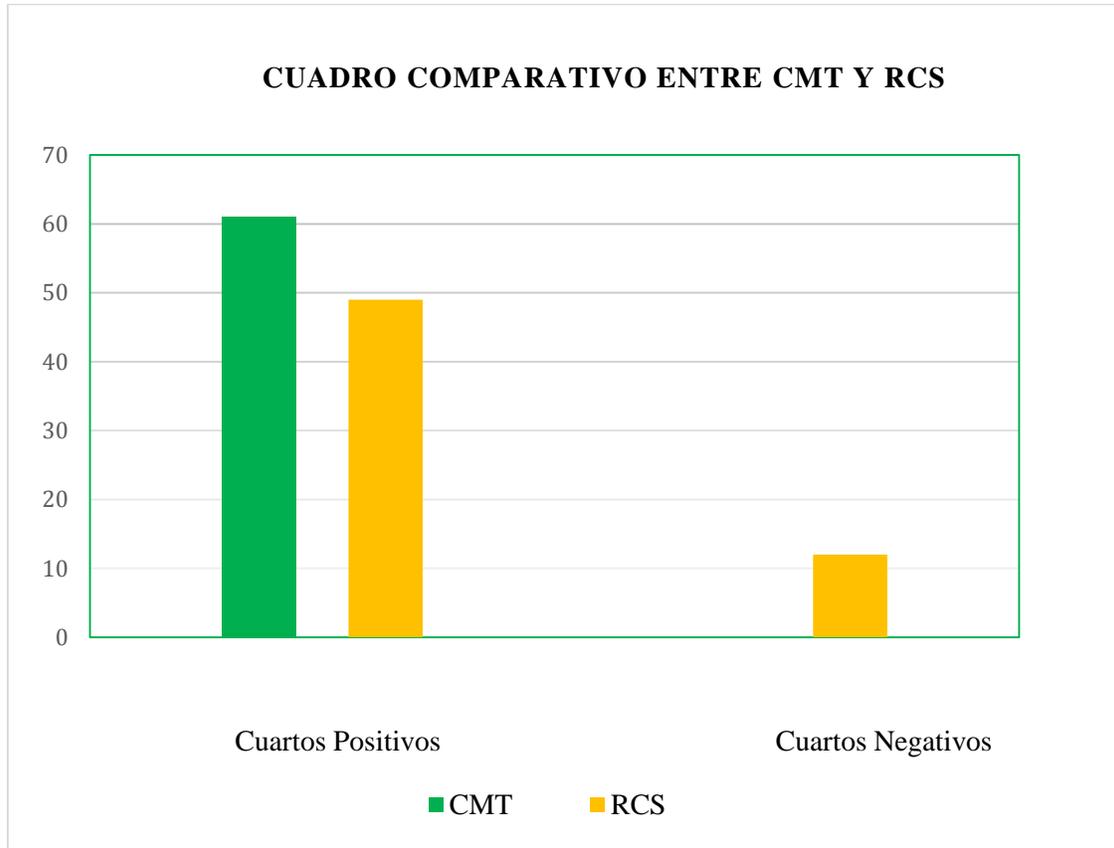


Fuente: Propia de los autores

De un total de total de 37 vacas correlacionadas, equivalente a 61 cuartos, 61 cuartos, es decir, el 100% dieron resultados positivos según el CMT para mastitis y 49 cuartos, es decir, el 80% arrojaron resultados positivos según RCS, mientras que 12 cuartos, correspondiente al 19% dieron negativo a mastitis subclínica según el RCS.

Figura 14

Cuadro comparativo entre CMT y RCS



Fuente: Propia de los autores

Los anteriores resultados podrían deberse a que el CMT es una prueba cualitativa y semicuantitativa y el RCS es una prueba cuantitativa y cualitativa, lo que pondría en desventaja al CMT ya que las diferencias en los resultados de CMT pueden ser imprecisos pues dependen de la observación subjetiva de quien realiza este procedimiento. Se pudo observar que el resultado de cuartos positivos de RCS (por cuarto) coincide con los resultados del CMT en un 80%, este dato se basa en que la diferencia entre uno y otro método es del 20% ya que 12 cuartos equivalentes al 19% dieron resultados negativos por RCS. Este resultado indicaría que el índice de confiabilidad de la técnica del Recuento de Células Somáticas es más alto que el de CMT.

Tabla 3*Número de cuartos afectados según CMT*

Finca	Mes	Cuartos				Cuartos Afectados	
		AD	AI	PD	PI	Número	%
La Cabuyera	Agosto	5	1	2	4	12	19.6 %
La Isabella	Agosto				4	4	6.5 %
La Mejorana	Agosto	2	1	2	1	6	9.8 %
Macondo	Agosto	6	4	2	3	15	24.5 %
La Lomita	Septiembre	5	6	7	1	19	31.1 %
El Tablón	Septiembre	1	1	2	1	5	8.1 %
Total:						61	100%

Fuente: Propia de los autores

Tabla 4*Número de cuartos afectados según RCS*

Finca	Mes	Cuartos				Cuartos Sanos	Cuartos Afectados
		AD	AI	PD	PI		
La Cabuyera	Agosto	5	1	2	4	1	11
La Isabella	Agosto				4	1	3
La Mejorana	Agosto	2	1	2	1		6
Macondo	Agosto	6	4	2	3	1	14
La Lomita	Septiembre	5	6	7	1	7	12
El Tablón	Septiembre	1	1	2	1	1	4

Fuente: Propia de los autores

Al comparar las tablas 2 y 3 se puede observar que los resultados positivos en estudio presentan resultados diferentes, lo que sugiere que el uso único de cualquiera de ellas resultaría indistinto para la detección de los diferentes niveles de positividad, por tanto, el uso de ambos métodos es necesario para el diagnóstico acertado de las vacas afectadas por mastitis subclínica. Igualmente se puede observar que a nivel general el cuarto más afectado es el (AD) cuarto anterior derecho, con 19 cuartos afectados, en contraste con el cuarto (AI) anterior izquierdo con 13 cuartos afectados.

Figura 15

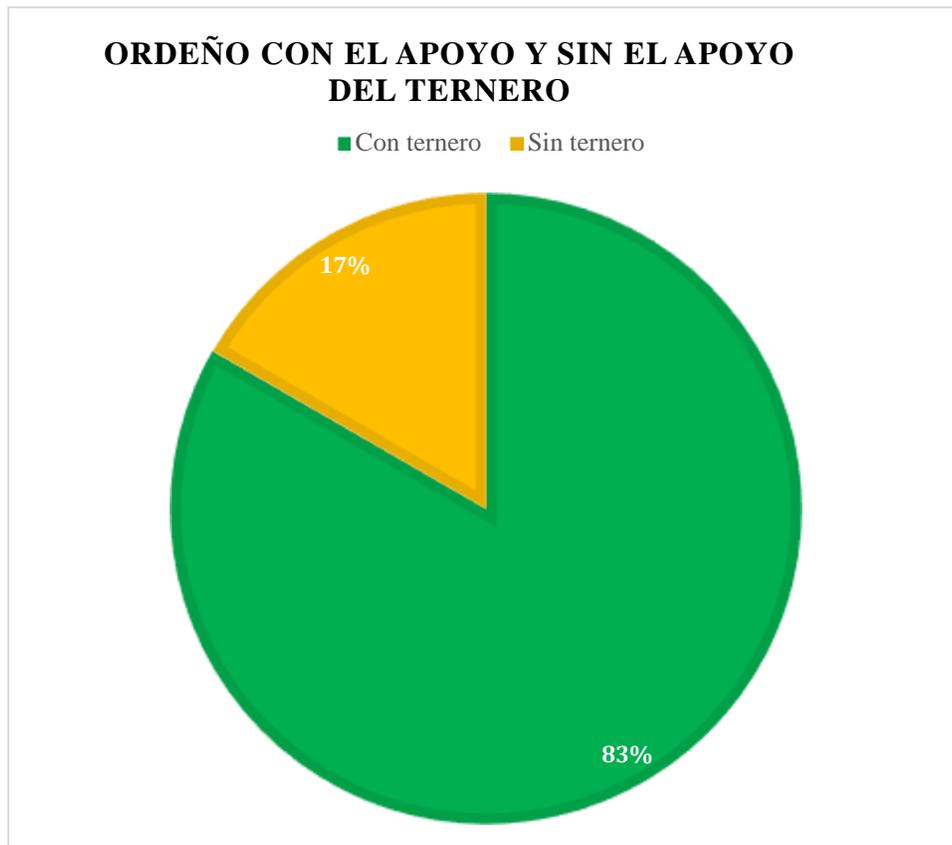
Tipo de ordeño en los hatos



Fuente: propia de los autores

Figura 16

Ordeño con el apoyo y sin el apoyo de ternero

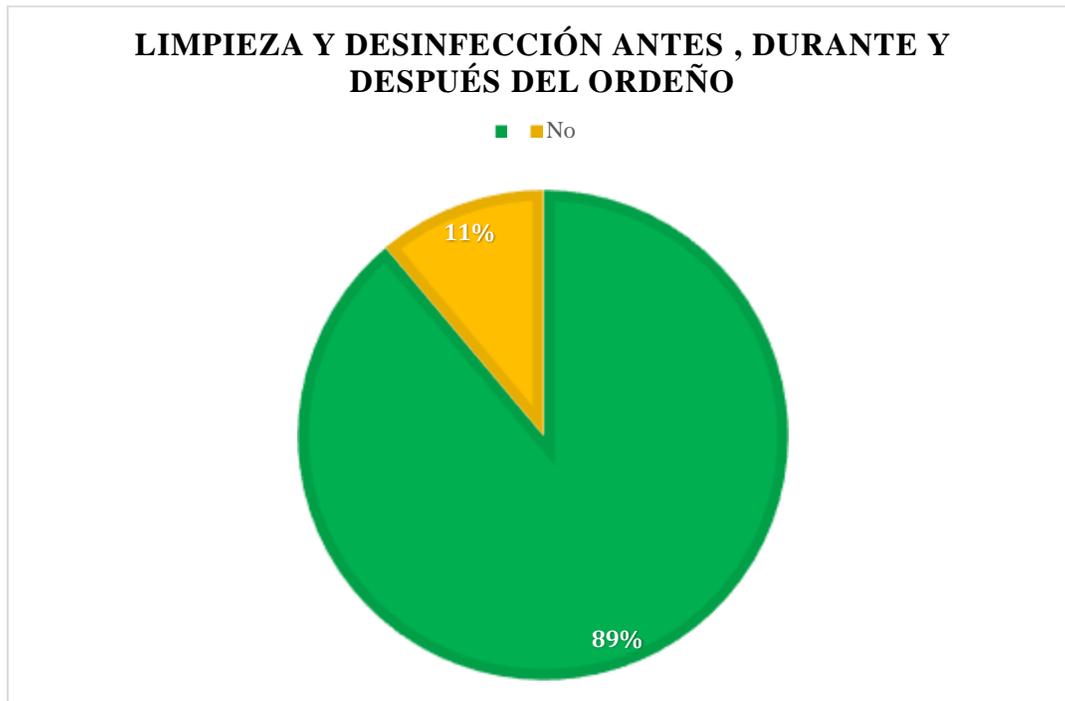


Fuente: Propia de los autores

El ordeño aplicado en los 6 hatos es 50% donde el ordeño es manual y 50% donde el ordeño es mecánico, estos tipos de ordeño se realizan 100% en establos. 5 de los hatos, es decir el 83% lo hacen con ternero y 1, es decir el 17% sin ternero. Las fincas con ordeño manual son La Mejorana, La Cabuyera y el Tablón, mientras que las fincas con ordeño mecánico son la Isabella, La Lomita y Macondo, ubicadas en Calibío, Popayán, Morinda y El Tablón respectivamente.

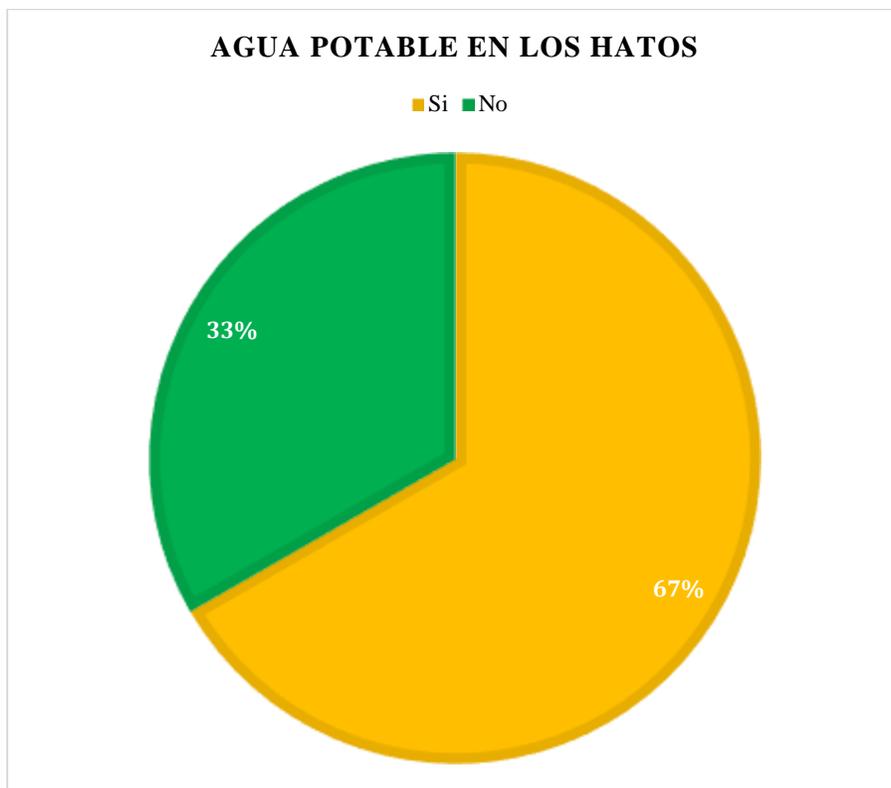
Figura 17

Limpieza y desinfección antes, durante y después del ordeño



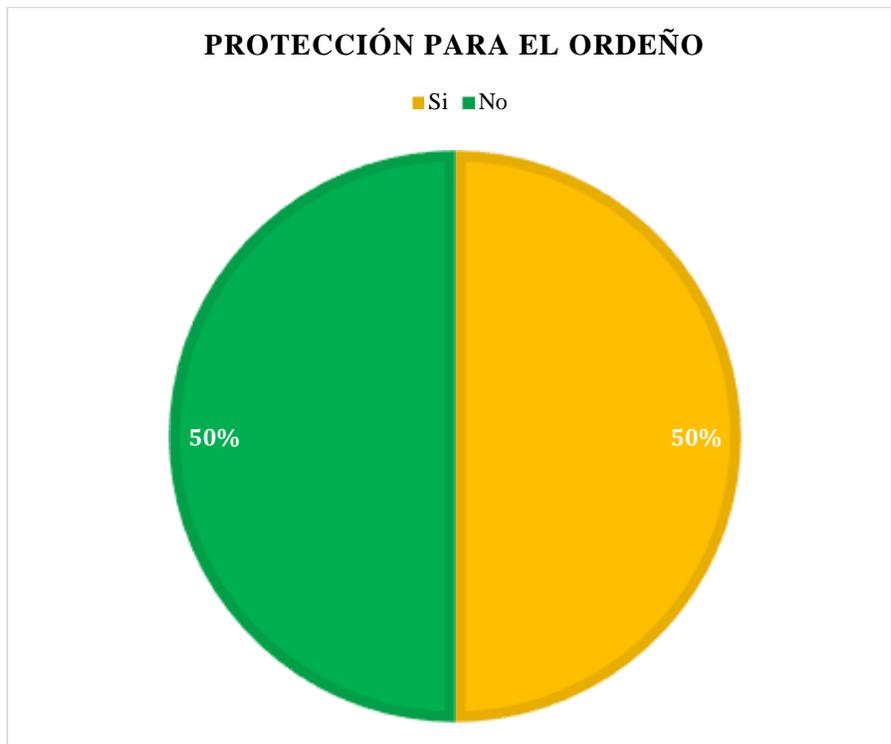
Fuente: Propia de los autores

Los propietarios de 4 de los hatos, es decir, el 89% manifestaron que tienen unas condiciones aceptables de higiene antes, durante y después del ordeño. Mientras que 2 de los hatos, es decir, el 11% afirmaron que la higiene durante el proceso de ordeño es regular.

Figura 18*Agua Potable en los hatos*

Fuente: Propia de los autores

La disponibilidad de agua potable en el sitio de ordeño es del 33%, mientras que el 67% de los hatos no cuenta con agua potable. La baja disponibilidad de agua potable en el sitio de ordeño, constituye un factor significativo en los hatos donde se encontró mastitis subclínica, ya que la higiene contribuye de manera fundamental con los niveles de mastitis.

Figura 19*Protección para el ordeño*

Fuente: Propia de los autores

El uso de elementos de protección durante el ordeño incide en la aparición de mastitis bovina, en el caso de los hatos estudiados se puede observar que el 50% de los ordeñadores afirman utilizar elementos de protección, mientras que el 50% restante no lo hace. Esto puede ser también indicador de la incidencia de mastitis subclínica en los animales objeto de estudio, ya que la falta de elementos del ordeñador, es decir, la vestimenta específica para este trabajo, como botas, overol y guantes, durante el proceso de ordeño es un factor predisponente de mastitis.

Tabla 5*Condiciones de higiene durante el ordeño*

Fincas	Lavado de manos pre-ordeño		Lavado y secado de ubres		Lavado y secado de pezones		Sellado de pezones		Ordeño a fondo		Retiro de leche con calostro		%	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
La Mejorana	X		X		X		X		X		X		100 %	
La Isabela	X		X		X		X		X			X	83 %	16 %
La Lomita	X		X		X		X		X		X		100 %	
Macondo	X		X		X		X		X		X		100 %	
La Cabuyera	X		X		X			X	X		X		83 %	16 %
El Tablón	X		X		X		X		X		X		100 %	

Fuente: Propia de los autores

En la anterior tabla se puede observar que la gran mayoría de encuestados contestaron afirmativamente a las preguntas de respuesta simple que se les hizo respecto a las condiciones de higiene durante el proceso de ordeño. Dentro de los resultados se encontró que el 100% de los propietarios afirmó que siempre se realiza el lavado de manos pre-ordeño, el lavado y secado de ubres y el lavado y secado de pezones. En cuanto al sellado de pezones solo el 83% respondió negativamente. Respecto al ordeño a fondo el 100% contestó afirmativamente y con relación al retiro de leche con calostro solo el 83% respondió negativamente. De estos datos se infiere que la mayoría de los hatos participantes de este estudio presentan buenas condiciones higiénicas

durante el proceso de ordeño, sin embargo, si se cruza esta información con los resultados de CMT y RCS, se puede encontrar que no hay concordancia, teniendo en cuenta que efectivamente se comprobó algún grado de mastitis en los cuartos analizados.

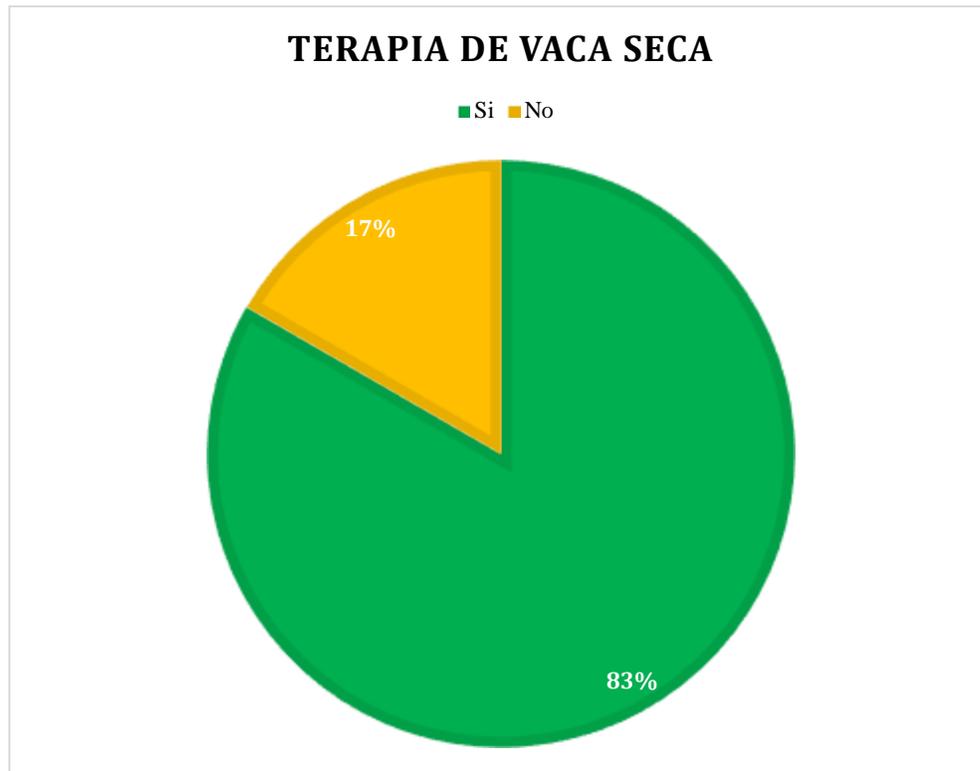
Tabla 6

Frecuencia de CMT y de Mastitis Subclínica

Finca	Prueba de CMT	Frecuencia del CMT	Mastitis Subclínica	Frecuencia de MS
La Mejorana	Si	Cada 3 días	No	
La Isabella	No		Si	
La Lomita	Si	Cada mes	Si	De vez en cuando
Macondo	Si	Cada 2 días	Si	De vez en cuando
La Cabuyera	Si	Cada mes	Si	Frecuente
El Tablón	Si	Cada mes	Si	De vez en cuando

Fuente: Propia de los autores

Referente a la implementación de pruebas rutinarias para la detección de mastitis subclínica, el 83% de los encuestados realiza la prueba de california para mastitis (CMT)., con respecto a la frecuencia con que hacen la prueba, esta varía entre cada mes y cada 2 o 3 días. Con relación a la frecuencia de mastitis subclínica la mayoría de los encuestados afirmaron, que, efectivamente se ha presentado esta enfermedad de vez en cuando en sus hatos. Teniendo en cuenta la importancia de implementar esta prueba de manera regular para evaluar la calidad de la leche, el estado de la glándula mamaria y el estado de salud del animal, podría decirse que, si bien los hatos la hacen, la poca frecuencia con que la están implementando en la mayoría de los casos, podría estar incidiendo en la presencia de la mastitis subclínica.

Figura 20*Terapia de vaca seca*

Fuente: Propia de los autores

Con relación a la terapia de vaca seca se puede decir que el 83% de los propietarios afirmó realizar un tratamiento para secar las vacas, un proceso fundamental para lograr que la ubre se renueve y pueda estar en buenas condiciones para producir leche en cantidad y calidad, mientras que el 17% respondió negativamente.

Tabla 7

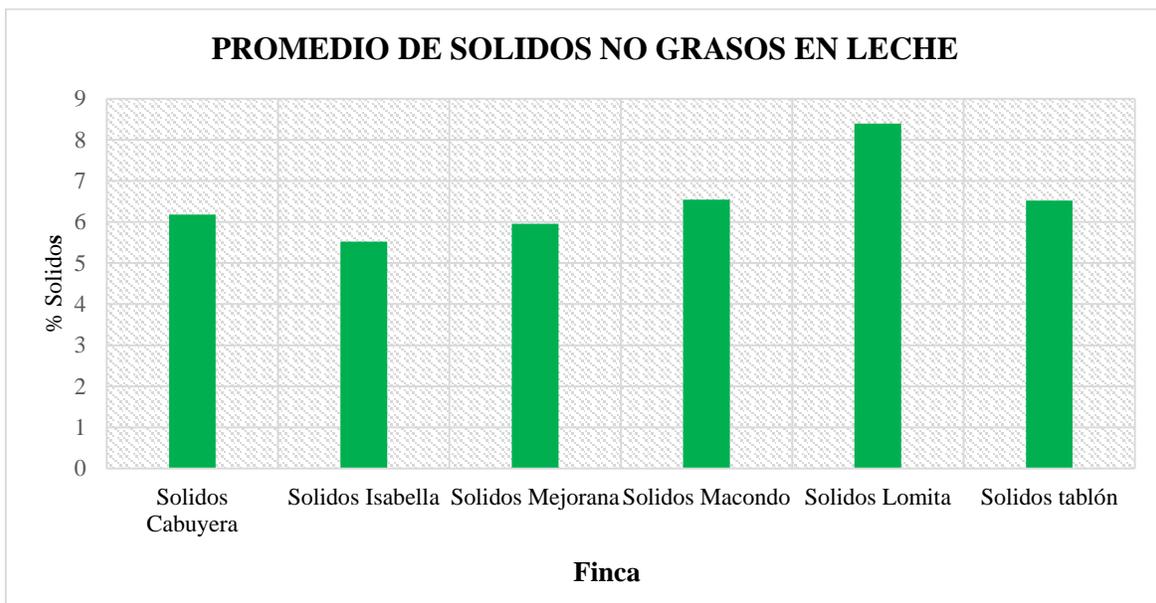
Parámetros fisicoquímicos en leches crudas según decreto 616 de 2006.

Parámetros	Resultados	Decreto
Densidad g/ml	32,40	1030
Solidos no grasos%	8,34	8,7-8,4
Proteína%	2,95	2,9
Grasa%	2,6	3.0

Fuente: propia de los autores

Figura 21

Promedio de Solidos no grasos en la leche



Fuente: Propia de los autores

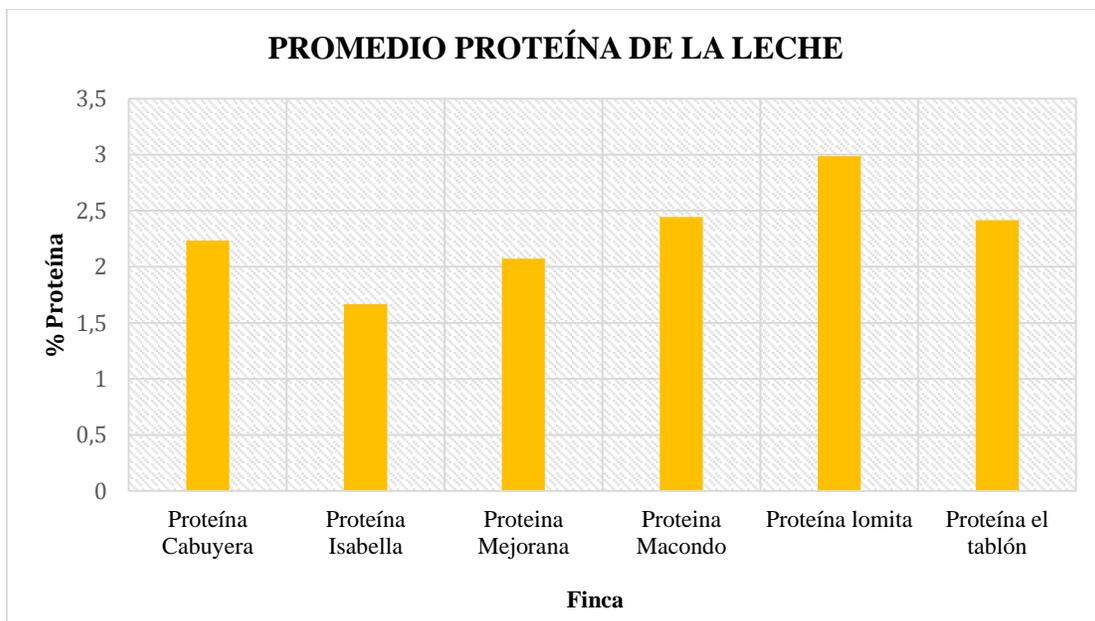
El promedio del porcentaje a nivel general de SNG determinado en esta investigación fue de 8,3%; valor que está por debajo de la norma colombiana (DECRETO NUMERO 616 DE 2006), la cual determina que los valores aceptados de leche cruda para el consumo humano referente a

solidos no grasos debe ser de 8,7 – 8,4%. A nivel de fincas, las muestras con los mayores promedios de solidos no grasos se reportaron en la finca La Lomita con un promedio de 8,3%, seguida de la finca la Cabuyera con un promedio de 6,1., le siguen las fincas Macondo y El Tablón con un promedio de 6,5% respectivamente, siendo las fincas la Isabella y la Mejorana las fincas con los promedios más bajos, 5,5 y 5,9 cada una.

Ahora bien, si se tiene en cuenta que los valores promedio cambian dependiendo de la raza del animal, se puede ratificar que el promedio de solidos a nivel general y a nivel de hatos es bajo ya que un valor aceptable para la raza Holstein es de aproximadamente 8.86% y para Jersey de 9.54, por ejemplo, los bajos resultados a nivel de SNG indicarían un consumo no adecuado de materiales fibrosos. Estos resultados también se deben a la presencia de mastitis en los cuartos seleccionados.

Figura 22

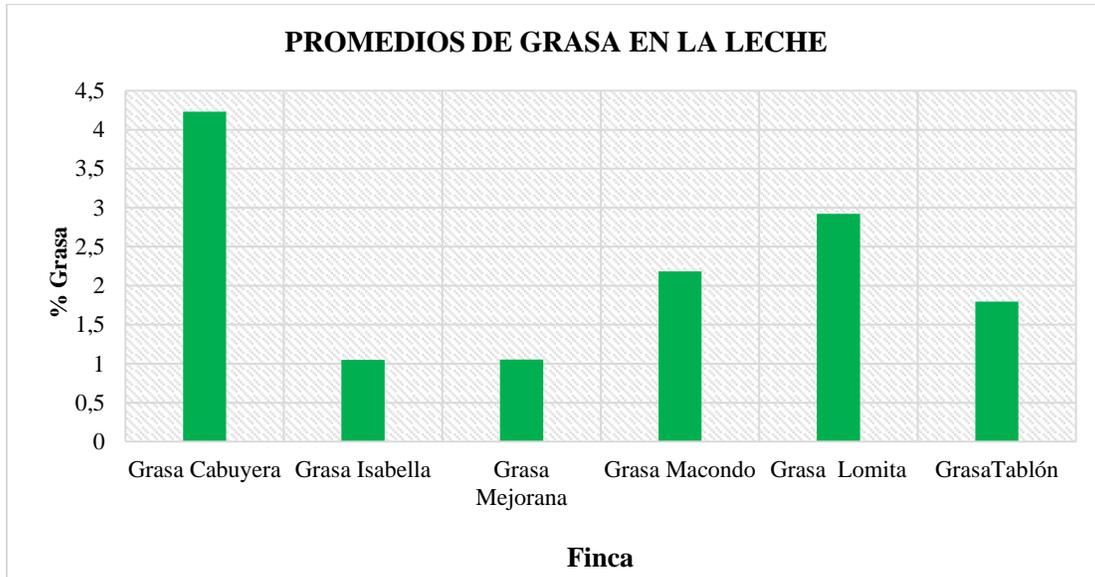
Promedio proteína de la leche



Fuente Propia de los autores

Según la gráfica anterior se determinó que el valor general de proteína fue de 2,4%, un promedio que está por debajo de lo que exige la legislación colombiana. (DECRETO NUMERO 616 DE 2006), mientras que a nivel de fincas el mayor valor lo reportaron las muestras de la finca la Lomita con un valor de 2,9%, seguida de las fincas El Tablón y Macondo con valores de 2,4%, seguidamente está la finca la Cabuyera con un 2,2%, después la finca La Mejorana con un promedio de 2,0% siendo el valor más bajo el reportado por las muestras de la finca la Isabella, con un 1,6%.

Los valores aceptables a nivel de proteína de acuerdo a la raza para Holstein son de 3.16 y para Jersey de 3.73, lo que permite determinar que los valores tan bajos reportados en todas las muestras de las fincas, pueden estar relacionados con el bajo consumo de forraje, ya que la oferta forrajera de buena calidad nutricional aumenta la producción de leche y la concentración de proteína. Estos resultados también se deben a la presencia de mastitis en los cuartos seleccionados.

Figura 23*Promedio de grasa en la leche*

Fuente: Propia de los autores

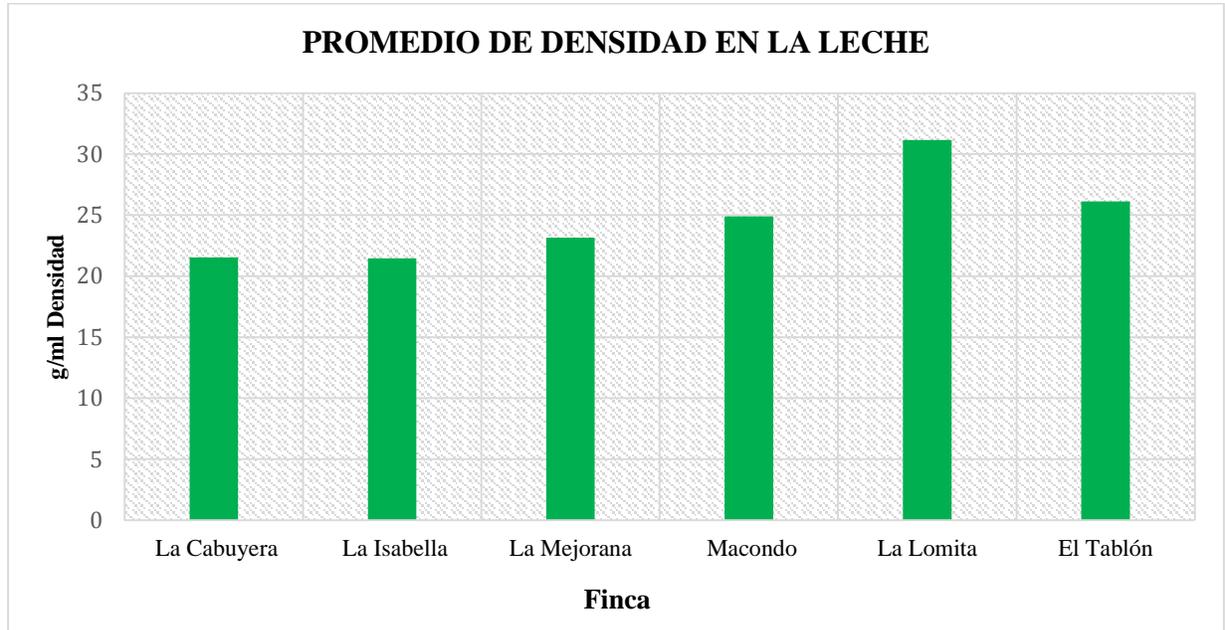
El promedio general de grasa en la leche cruda recolectada fue de 2,6%. Como se puede observar, los mayores valores de grasa en leche cruda se obtuvieron de la finca la Cabuyera, cuyas muestras reportaron un promedio de 4,23 % de grasa, seguida de la finca La lomita, cuyas muestras reportaron un promedio de 2,9 %, a continuación, le sigue la finca Macondo con un 2,1 %, después esta la finca El Tablón con un 1,7%, y por último están las fincas de La Isabella y La Mejorana con un 1,5% respectivamente. Según la norma colombiana (DECRETO NUMERO 616 DE 2006), la leche cruda debe presentar un parámetro mínimo de 3.00 %. En este sentido se determinó que el promedio de la densidad de la mayoría de las muestras de leche está por debajo de los valores establecidos por la legislación colombiana (616 del 28 de febrero del 2016 y el decreto 1880 del 27 de mayo de 2011). Solo las muestras de la finca la Cabuyera reportaron un 4.95% de grasa, valor que está dentro de la norma colombiana.

Los valores aceptables a nivel de grasa según raza son para Holstein del 3,32%, mientras que para Jersey son del 3,92%. En este sentido se evidencia que existen factores nutricionales que

pueden estar afectando el contenido de grasa en la leche de los hatos seleccionados. Estos resultados también se deben a la presencia de mastitis en los cuartos seleccionados.

Figura 24

Promedio de la densidad en la leche



Fuente: propia de los autores

La densidad promedio de la leche en general fue de 32.40 kg/m^3 , es decir que está dentro del rango establecido dentro de la legislación colombiana (DECRETO NUMERO 616 DE 2006), el cual contempla un valor de 1030 g/cm^3

8 Discusión

Un alto porcentaje (100%) de las vacas objeto de estudio presentaron cuartos lecheros que arrojaron algún grado de positividad según la prueba de CMT, sin embargo, la prueba RCS arrojó un porcentaje del 80% de positividad. Estos valores si bien son importantes para el control de calidad de la leche, su comercialización y la concientización acerca del buen manejo de los hatos, evidencia que la CMT al ser una prueba subjetiva puede arrojar “falsos positivos”, lo cual implica el descarte de la leche y a su vez posibles pérdidas económicas. Al respecto este estudio coincide con el de (Magandi, 2008), en el que se concluye que a pesar de la practicidad y gran utilidad del CMT, la efectividad para la interpretación cuantitativa es un poco ambigua ya que los rangos entre los distintos grupos se entrecruzan, y solo pueden ser definidos exactamente mediante el RCS, tanto individual como en el tanque.

Los resultados de la presente investigación indican que la correlación entre la prueba CMT y el RCS es relativamente baja, teniendo en cuenta que a través de la CMT no se encontró ningún cuarto negativo a mastitis, lo que permite inferir que California Mastitis Test no es una prueba 100% confiable para deducir el recuento de células somáticas. En relación a esto la investigación de (Echeverri et al, 2010) también coincide en afirmar que la baja correlación entre el CMT y el recuento de células somáticas indicaría que la prueba de CMT no constituye una buena medida para inferir el recuento de células somáticas.

Los resultados de esta investigación también indican que el RCS es una prueba confiable y que sirve para la detección temprana de nuevos casos de mastitis subclínica, lo que puede permitir tomar medidas correctoras antes de que la enfermedad llegue a ser clínica.

De acuerdo a lo encontrado en este estudio se puede inferir que la mastitis subclínica es una enfermedad prevalente en todos los hatos ganaderos objeto de estudio y que se reportó la incidencia de esta enfermedad tanto en los hatos de ordeño manual, como mecánico, en relación a esto, el trabajo investigativo de (Rodríguez, 2006), también coincide en afirmar, que la mastitis es un problema serio para los hatos y que se presenta en ambos sistemas de ordeño sin discriminación alguna.

Teniendo en cuenta los “falsos positivos” de la CMT, puede decirse que esta prueba puede usarse a nivel del hato, más no de manera individual o de cuartos, coincidiendo así con el trabajo de (Parra et al, 1998), quienes afirman según los resultados de su estudio que la utilidad de la CMT es a nivel de predio, no de individuo. Estableciendo también que la CMT debe complementarse con otro tipo de pruebas diagnósticas.

Otro estudio señala que la mayoría de los animales no infectados tienen un RCS menor de 200.000 células por ml y que la mayoría de esas vacas con valores mayores a 300.000 células por ml probablemente presenten mastitis e igualmente que aquellas vacas con un RCS entre 200.000 y 300,000 células ml son difíciles de interpretar, por tanto, la CMT a nivel cuantitativo resulta un método que por sí solo no es confiable para diagnosticar la presencia de mastitis, pero si va acompañada del Recuento de Células Somáticas puede proporcionar información muy útil para el manejo del hato como, por ejemplo, el monitoreo de la calidad de la leche cruda. (Bedolla et al, 2007)

Teniendo en cuenta que la mayoría de los hatos se dedican a la producción lechera, el RCS es un método que tiene mayor confiabilidad para fines productivos ya que permitió determinar con mayor precisión el porcentaje de cuartos afectados con mastitis subclínica, es decir no solo permite evaluar la calidad de la leche, sino también evitar el descarte de la leche y evaluar

la que también puede ser aprovechable. Al respecto el estudio de (Cotrino, 2009), afirma que es de esperar que el RCS sea incorporado de manera general como criterio de calidad bonificable en el precio de la leche; favoreciendo de esta manera el productor porque tendrá la información necesaria para controlar la enfermedad más costosa del hato lechero: la mastitis.

Teniendo en cuenta los resultados sobre los cuartos afectados, se pudo observar que el cuarto más afectado es el (AD) cuarto anterior derecho, con 19 cuartos afectados, en contraste con el cuarto (AI) anterior izquierdo con 13 cuartos afectados. Estos resultados coinciden con los estudios de (Duarte, 2004; Torrez y Duartes, 2006; Solís, 2007), los cuales demuestran que los cuartos anteriores son más propensos a presentar una mayor incidencia de mastitis subclínica, especialmente el cuarto anterior derecho.

En cuanto a lo relacionado a limpieza y desinfección antes, durante y después del ordeño y manejo ambiental, se encontró según el instrumento utilizado para la recolección de información que la mayoría de los hatos tienen buenas prácticas de ordeño, sin embargo, los resultados encontrados no concuerdan con lo afirmado por los encuestados, y al contrario se evidencia que hay un indicativo de un deficiente control de la mastitis en los hatos seleccionados, malas prácticas de ordeño y que además la falta de agua potable estaría indicando un inadecuado manejo de la mastitis.

En cuanto al tipo de ordeño con y sin ternero, pudo observarse que la mayoría de los hatos lo hace sin ternero, lo que estaría favoreciendo la aparición de la enfermedad, al respecto la investigación de (Valero et al, 2010) indica que el ordeño con ternero estimula la eyección de la leche con un breve amamantamiento, el cual es seguido por el ordeño y culmina con el amamantamiento del becerro para extraer la leche residual, disminuyendo así las

probabilidades de que ocurra multiplicación bacteriana en el cuarto mamario; a diferencia del ordeño sin apoyo del becerro, donde sino se aplican las medidas adicionales, se ve favorecida la infección de la glándula mamaria por la leche que permanece retenida en la ubre luego del ordeño, esto hace que el ordeño con apoyo del becerro sea más eficiente.

Teniendo en cuenta los promedios (6,1%; 5,5%;5,9%;6,5%;8,3%;6,5%) de las muestras de leche cruda por finca referentes a SNG que resultan en un promedio general de 8,3%, se determinó que si bien el promedio general está dentro de los parámetros establecidos en el (DECRETO NUMERO 616 de 2006), de la legislación colombiana, la cual establece que los parámetros permitidos para SNG son de 8,7 – 8,4%, los valores encontrados por esta investigación a nivel de hato en cuanto a SNG son bajos, en este sentido cabe anotar que las enfermedades que ocurren en las vacas sobre todo la mastitis, pueden causar alteración significativa en la composición de la leche. Los animales con mastitis clínica o subclínica, presentan disminución porcentual de grasa y SNG, así como, reducción en los niveles de lactosa y en algunos casos de proteína. (Bramley et al, 1996) Valores similares reportados por los de este estudio, también se encontraron en el departamento de Córdoba, con un 6,10% (Calderón, 2006) y en el departamento de Caldas con un 7,8% (Díaz et al, 2015).

Según los promedios de proteína (1,6%; 2,0%;2,2%;2,4%;2,4%;2,9) que resultan en un promedio general de 2,5% encontrado en esta investigación, se puede observar que la mayoría están por debajo de los parámetros exigidos por el (DECRETO NUMERO 616 de 2006), que establece un mínimo de 2,9%. Estos resultados son similares a los encontrados por (Díaz et al, 2015) en el departamento de Caldas, donde también se encontraron valores mínimos de 2,7% y con el de (Martínez, y Gómez 2014) en el departamento de Sucre donde se hallaron valores de 2,8%, resultados que según los autores estaría asociado a la época del año en que se tomaron las

muestras (verano). En el caso concreto de los hatos seleccionados, el clima podría ser un factor determinante en los resultados teniendo en cuenta que las muestras se tomaron en la época seca del año (agosto/septiembre), lo que pudo desencadenar estrés en los animales, sin embargo, y teniendo en cuenta los resultados de RCS cae anotar que cuando son elevados la caseína disminuye considerablemente. (Gallardo et al, 1996)

Los bajos porcentajes de grasa (1,5%,1,5%; 2,1%; 2,9%; 1,7), que representan un promedio general de 2,6%, encontrados en el presente estudio podrían estar asociados a la mala nutrición que reciben los animales y al recuento de células somáticas, al respecto cabe señalar que el contenido de grasa tiende a cambiar dependiendo de los siguientes factores: raza, edad, alimentación, estado de lactación, actividad bacteriana en el rumen, mastitis y efectos ambientales, además de la adición de concentrados en la dieta, el tipo, cantidad y tamaño de la partícula de la fibra. (Contero et al, 2021) Por lo que podría decirse que además del RCS y la presencia de mastitis en los hatos, los factores ya señalados, también podrían estar incidiendo en estos resultados.

Sin embargo, en el caso particular de la finca La Cabuyera, los valores encontrados fueron mayores al rango establecido por el decreto 616 de 2006 para el cual, el porcentaje mínimo de grasa que debe tener la leche cruda para consumo debe ser del 3%, y en este caso el promedio fue de 4,23%. Valores similares y más altos fueron reportados por (Rodríguez et al, 2014) en el departamento de Córdoba, donde se encontró un porcentaje de 4,11% de grasa y por (Arrieta et al, 2019) en el departamento de Sucre donde se encontró un porcentaje de 4.95%. Al respecto cabe señalar que este hallazgo puede deberse al cruce de razas.

Según los parámetros de la densidad de la leche cruda encontrados a nivel de muestras por hato, la mayoría no se encuentra dentro del rango mínimo exigido que es de aproximadamente 28.50 g/cm³. Estos resultados pueden obedecer a la falta de proteína y energía en la dieta y a la

presencia de mastitis subclínica en los cuartos seleccionados. Esta disminución de la densidad de la leche con mastitis subclínica también está relacionada a la disminución del contenido de lactosa y de sólidos no grasos en la leche. Valores similares fueron reportados por (Calderón et al, 2011), en el departamento de Córdoba, donde se encontró que la densidad de leche con mastitis subclínica fue de 1.029 gr / ml, valor por debajo del rango establecido en el decreto ya mencionado.

9 Conclusiones

A pesar de la practicidad y bajo costo de la prueba CMT, la interpretación de la misma es un poco confusa, ya que, al ser un método subjetivo, en este caso llevó a falsos positivos, pues no se observaron con esta prueba cuartos sanos, aspecto que solo pudo ser definido de manera más precisa mediante el RCS individual.

Después de correlacionar los resultados finales del CMT y RCS se determinó que no existe total igualdad entre ambas pruebas y que por confiabilidad es el RCS la técnica adecuada para determinar el porcentaje de cuartos con mastitis subclínica en los hatos ganaderos.

Se comprobó que la CMT es una prueba subjetiva de la ubre, y que, si bien indica la salud de la misma, los falsos positivos, permiten determinar que debe hacerla personal calificado para que no haya errores espacialmente al momento de la observación. También se pudo evidenciar que el bajo costo de la utilización de esta prueba hace que se convierta en una prueba de uso generalizado ya que la mayoría de ganaderos la practica en sus hatos.

Según la encuesta implementada en esta investigación en la mayoría de hatos se tiene buenas prácticas de ordeño, sin embargo, los resultados de las pruebas diagnósticas difieren de dichas afirmaciones, por tanto, puede decirse que efectivamente existe en la mayoría de hatos un inapropiado manejo del ordeño tanto mecánico, como manual, lo que contribuye a predisponer la incidencia de mastitis clínica y subclínica en los hatos lecheros.

Por tanto, se puede decir que el 100% de las fincas realizan una mala práctica de ordeño lo que representa la pérdida del producto lácteo y bajos niveles de producción. En este sentido resulta muy importante resaltar que lo mejor que se puede hacer para prevenir la aparición de mastitis subclínica es el empleo correcto de las técnicas de ordeño ya sea manual o mecánico, así mismo

se deben tener las mínimas medidas de higiene durante este proceso para mantener la inocuidad y calidad de la leche y disminuir las pérdidas económicas y procurar el bienestar animal.

Si se quiere tener una aproximación o un diagnóstico confiable o certero del porcentaje de las vacas afectadas por mastitis subclínica se recomienda combinar las pruebas de CMT y RCS por los bajos costos de las mismas.

El análisis físico químico de las muestras de las leches recogidas en los hatos no cumple con los estándares de calidad exigidos por la norma colombiana (Decreto número 616 de 2006).

10 Recomendaciones

Se recomienda implementar de manera general y constante el RCS de manera individual en todos los hatos lecheros seleccionados, para poder determinar los niveles de mastitis subclínica de una manera más confiable y certera. Este método diagnóstico se recomienda realizarlo mensualmente, para mantener los cuartos de las vacas sanos y aumentar la calidad de la leche y con ello la productividad lechera.

A todos los hatos seleccionados se les recomendó que antes de iniciar el ordeño, los ordeñadores procuren el uso de elementos como, botas, overol etc., y también se haga un buen lavado de manos en la medida de lo posible con agua potable, así mismo que las manos deben limpiarse con jabón y agua y secarse debidamente, este proceso es recomendable hacerlo antes de pasar al ordeño de otra vaca para evitar el contagio. Las manos limpias, secas y sanas minimizan la transmisión de microorganismos causantes de mamitis entre vacas.

La mastitis subclínica no se puede detectar a simple vista, sin embargo, se recomienda hacer un examen físico de la ubre y también recoger un poco de leche a cada vaca, durante el ordeño, la leche recogida debe examinarse por medio de la observación directa para detectar la presencia de alteraciones en la leche.

En el caso del ordeño mecánico es recomendable que las ubres de las vacas estén secas antes de poner las mangueras, ya que la humedad previa a la colocación de la máquina de ordeño aumenta el riesgo de mastitis. Los pezones deben secarse con toallas individuales para evitar el contagio entre animales, la cual debe lavarse, desinfectarse y secarse entre ordeño y ordeño.

Se recomienda igualmente que los propietarios hagan el tratamiento contra mastitis subclínica a todas las vacas lecheras de los hatos, ya que los resultados indican la presencia de la enfermedad en todas ellas.

Así mismo que se debe procurar el ordeño con ternero en todos los hatos, ya que este evita la aparición de la enfermedad. Teniendo en cuenta que según el RCS hay vacas sanas y vacas con algún grado de mastitis, se recomienda ordeñar por separado a los animales, es decir se debe primero ordeñar las sanas de las vacas y al final ordeñar las vacas con sospecha de mastitis o enfermas.

Teniendo en cuenta que la toma de muestras se realizó en los meses de agosto y septiembre, la época seca del año, se recomienda realizar nuevos estudios para precisar el comportamiento de la mastitis en otras épocas del año, para tomar medidas acordes al clima.

En el lugar de ordeño que en su mayoría son establos, se deben evitar ruidos extraños o fuertes que estresen el animal, y debe así mismo evitarse la presencia de otros animales como perros, gallinas o cerdos. Los establos deben limpiarse diariamente, y los desechos deberán llevarse a un lugar que evite la contaminación ambiental.

Los utensilios utilizados en el ordeño manual y los equipos utilizados en el ordeño mecánico y que tengan contacto con la leche, deberán ser debidamente higienizados y estar hechos de materiales que permitan su fácil lavado y desinfección.

En la medida de lo posible disponer siempre de médicos veterinarios que estén calificados para así dar cumplimiento a los programas de Sanidad Animal exigidos por el país, y evitar problemas de salud pública y a su vez mantener en condiciones óptimas al animal.

En el caso de mastitis leve se recomienda el ordeño y masaje de los cuartos afectados cada 4 horas y usar oxitocina de ser necesario.

En el caso de mastitis moderada se recomienda el ordeño y masaje de los cuartos afectados cada 4 horas y usar oxitocina de ser necesario, si se presenta inflamación, aplicar antiinflamatorio.

En los casos más graves, ordeño y masaje del cuarto afectado cada 3 horas. Oxitocina las veces que sea necesario. Además de, administrar suero salino hipertónico (solución al 7.5%, 2.5 litros EV), y dar de tomar agua y administrar antiinflamatorios y antibióticos.

-Flunixin, mínimo 1.3 g IM cada 24 horas por 3-5 días

-Dexametasona, 250 mg EV cada 24 horas por 3-5 días

-Ketoprofeno, 2 g IM cada 24 horas por 3-5 días

-Fenilbutazona, 2 g EV cada 24 horas por 3-5 días

-Dipirona, 25 a 30 g EV, IM, SC cada 24 horas por 3-5 días

Se recomienda igualmente crear estrategias de manejo nutricional en cada uno de los hatos, que contemple una dieta adecuada compuesta por pastura fresca y complementada con una fuente rica en carbohidratos (almidón, azúcares, semillas)

11 Bibliografía

Arrieta, G., Gomezcaceres, L., Albis, D., Calderón-Rangel, A., & Rodríguez, V. (2019). *Calidad de la leche cruda para consumo humano en dos localidades de Sucre (Colombia)*. *Revista MVZ Córdoba*, 24(3), 7355-7361.

<https://www.redalyc.org/jatsRepo/693/69360322023/69360322023.pdf>

Bedolla Cedeño, Carlos. (2017). *Etiología de la mastitis bovina*.

http://www.produccionanimal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/infecciosas/bovinos_leche/128-Etiologia.pdf.

Bedolla, C. C., Castañeda, V. H., y Wolter, W. (2007). *Métodos de detección de la mastitis bovina (Methods of detection of the bovine mastitis)*. *Redvet*. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=DJ2012036579>

Bramley, A. J., Cullor, L. S., Erskine, R. J., Fox, L. K., Harmon, R. S., Hogan, J. S., y Sordillo, L. M. (1996). *Current concepts of bovine mastitis*. National Mastitis Council.. 4ª. Inc., Madison, WI.

Calderón, Alfonso, García, Fredy y Martínez, Gloria. (2006). *Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia*. *Revista MVZ Córdoba*, 11 (1), 725-737. Obtenido el 1 de noviembre de 2021 de

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682006000100006&lng=en&tlng=es.

Calderón R, A., Rodríguez R, V., y Vélez R, S. (2007). *Evaluación de la calidad de leches en cuatro procesadoras de quesos en el municipio de Montería, Colombia*. *Revista MVZ*

Córdoba, 12(1), 912-920. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0122-02682007000100006&script=sci_abstract&lng=en

Calderón, A., y Rodríguez, V. C. (2008). *Prevalencia de mastitis bovina y su etiología infecciosa en sistemas especializados en producción de leche en el altiplano cundiboyacense (Colombia)*. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 21(4), 582-589.

<https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/download/324330/20781503>

Calderón, Alfonso, Arteaga, Margarita Rosa, Rodríguez, Virginia Consuelo, Arrieta, Germán Javier, Bermudez, Diana Carolina, y Villareal, Viviana Patricia. (2011). *Efecto de La mastitis subclínica sobre el rendimiento en la fabricación del queso costeño*. *Biosalud*, 10 (2), 16-

27. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-95502011000200003&lng=en&tlng=es.

Cerqueira, J. O. L., Cruz, A. F. S., Correia, J. F. V. B., Blanco-Penedo, I., Cantalapiedra, J., y Araújo, J. P. (2017). *Test de California para mastitis y microbiología de la glándula mamaria en explotaciones de vacas lecheras*. <https://citarea.citaaragon.es/citarea/bitstream/10532/3829/1/VAC0028.pdf>

Contero, R., Requelme, N., Cachipuendo, C. y Acuario, D. (2021). *Calidad de la leche cruda y sistema de pago por calidad en el Ecuador*. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*. Vol. 33(1):31-43. <http://doi.org/10.17163/lgr.n33.2021.03>.

Corbellini, C. (2002). *La mastitis bovina y su impacto sobre la calidad de la leche*. Argentina: Instituto de Tecnología Agropecuaria, Proyecto Lechero, EEA INTA Pergamino. <https://www.agro.uba.ar/sites/default/files/agronomia/la-mastitis-bovina-y-su-impacto-sobre-calidad-de-leche.pdf>

Cotrino Badillo, V. (2009). *ESTRATEGIAS DE DIAGNÓSTICO, CONTROL Y PREVENCIÓN DE MASTITIS*. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 56(3), 327 - 331. Recuperado a partir de

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/remez/article/view/13936>

Cruz González, E. G. (2012). *Correlación de los métodos California Mastitis Test (CMT), conductividad eléctrica (CE) y conteo de células somáticas (CCS) en el laboratorio de calidad de leche de la Universidad Politécnica Salesiana, Cayambe-Ecuador. 2011* (Bachelor's thesis). [http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3730/6/UPS-](http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3730/6/UPS-YT00136.pdf)

[YT00136.pdf](http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3730/6/UPS-YT00136.pdf)

Coyuntura Ganadera. (sf). Recuperado de

https://estadisticas.fedegan.org.co/DOC/download.jsp?pRealName=Coyuntura_Ganadera_2020_1er_Trimestre_.pdf&iIdFiles=694.

Díaz, F., Mazzeo, M., y Caicedo, J. (2015). *Caracterización de la calidad y de la inocuidad de la leche cruda procesada por la industria láctea del departamento de Caldas*. *Vector*, 6(2011), 79-84.

Duarte Sandoval, A. A. (2004). *Prevalencia de la mastitis subclínica en el ganado criollo reina en la finca Santa Rosa (UNA) en época de verano* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA). <http://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/1323>

Echeverri Zuluaga, José Julián, Jaramillo, Manuel Guillermo y Restrepo Betancur, Luis Fernando. (2010). *Evaluación comparativa de dos metodologías de diagnóstico de mastitis en un hato lechero del Departamento de Antioquia*. *Revista Lasallista de Investigación*, 7 (1), 49-

57. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-44492010000100007&lng=en&tlng=es.

Gallardo, M. R., Onetti, S. G., Castillo, A. R., y Nari, J. O. (1996). *Proteína en leche y su relación con el manejo nutricional. Temas de producción lechera*". Publicación miscelánea, (81), 133-151.

http://rafaela.inta.gov.ar/info/inftecnicos/inta_rafaela_informe_tecnico_056.pdf

Ganaderos pierden entre el 10 y el 20 % de utilidades por la mastitis. (21 de Julio 2015).

Recuperado de <https://www.contextoganadero.com/reportaje/ganaderos-pierden-entre-el-10-y-el-20-de-utilidades-por-la-mastitis>

Jaramillo García, J. D. (2016). *Implementación de buenas prácticas ganaderas en el hato lechero hacienda palo blanco en el municipio de Ebéjico, Antioquia (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Lasallista).*

http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1484/1/Implementacion_BPG.pdf

Martinez, M. M., y Gomez, C. A. (2013). *Calidad composicional e higiénica de la leche cruda recibida en industrias lácteas de Sucre, Colombia. Biotecnología en el sector Agropecuario y agroindustrial*, 11(2), 93-100.

<http://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/309>

Mendoza, J. A., Vera, Y., y Peña, L. C. (2017). *Prevalencia de mastitis subclínica, microorganismos asociados y factores de riesgo identificados en hatos de la provincia de Pamplona, Norte de Santander. Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 64(2), 11-24. Recuperado de

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/remezvez/article/view/67209>

- Mangandi, V. (2008). *Determinación de mastitis subclínica en vacas lecheras por medio del recuento de células somáticas en el tanque. Universidad de el salvador.*
- Middleton, J. R., Saeman, A., Fox, L. K., Lombard, J., Hogan, J. S., & Smith, K. L. (2014). *The National Mastitis Council: a global organization for mastitis control and milk quality, 50 years and beyond. Journal of mammary gland biology and neoplasia, 19(3), 241-251.*
Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/s10911-014-9328-6>
- Parra Arango, J. L., Martínez Suarez, M., Pardo Castañeda, H., y Vargas, S. (1998). *Mastitis y calidad de la leche en el piedemonte del Meta y Cundinamarca.*
http://137.117.40.77:8080/bitstream/11348/3881/1/20061127164556_Mastitis%20y%20calidad%20de%20la%20leche.pdf
- Reyes, J. F. F., Urdaneta, A. G., Gerardo, D., Leal, K. V., Cagnaso, M. A., y Angelosante, G. (2005). *Detección de mastitis subclínica en bovinos mestizos doble propósito ordeñados en forma manual o mecánica. Comparación de tres pruebas diagnósticas. Revista Científica, 15(2), 109-118.* Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/959/95915203.pdf>
- Reyes, J. M. H., y Cedeño, J. L. C. B. (2008). *Importancia del conteo de células somáticas en la calidad de la leche. REDVET. Revista electrónica de Veterinaria, 9(9), 1-34.* Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/636/63617329004.pdf>
- Rodríguez Martínez, G. (2006). *Comportamiento de la mastitis bovina y su impacto económico en algunos hatos de la Sabana de Bogotá, Colombia. Revista de Medicina Veterinaria, 1(12), 35-55.* <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4943773>
- Rodríguez, V., Calderon, A., y Vergara, O. (2014). *Calidad de leches crudas en tres empresas acopiadoras en Córdoba.* <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/123456789/586>

Ruiz, R. (2017). *Técnicas alternativas para el diagnóstico de mastitis.*

Sánchez Bonilla, M. D. P., Gutiérrez Murillo, N. P., & Posada Almanza, I. J. (2018).

Prevalencia de mastitis bovina en el Cañón de Anaime, región lechera de Colombia, incluyendo etiología y resistencia antimicrobiana. Revista de Investigaciones

Veterinarias del Perú, 29(1), 226-239. Recuperado de

[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172018000100022&script=sci_arttext&tlng=pt)

[91172018000100022&script=sci_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172018000100022&script=sci_arttext&tlng=pt)

Solís M. 2007. *Utilización de la solución hipertónica (agua de mar) en el tratamiento de la*

mastitis bovina en la finca «Guadalupana», del municipio de Nagarote, departamento de León. Tesis de Médico Veterinario. Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.

Torrez Sarmiento, F. J., & Duarte Moya, O. A. (2006). *Estudio preliminar de la utilización de*

la manteca de armadillo (Dasypus novemcinctus) en el tratamiento de la mastitis bovina en el municipio de Paiwas departamento de Región Autónoma del Atlántico Norte

(RAAN) (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).

<https://repositorio.una.edu.ni/1343/>

Uribe, F., Zuluaga, A. F., Valencia, L. M., Murgueitio, E., & Ochoa, L. M. (2011). *Buenas*

prácticas ganaderas. <http://up->

[rid2.up.ac.pa:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2120/Proyecto%20de%20ganade](http://up-rid2.up.ac.pa:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2120/Proyecto%20de%20ganader%C3%ADa%20sostenible.pdf?sequence=1)

[r%C3%ADa%20sostenible.pdf?sequence=1](http://up-rid2.up.ac.pa:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2120/Proyecto%20de%20ganader%C3%ADa%20sostenible.pdf?sequence=1)

Valero-Leal, Kutchynskaya, Valbuena, Emiro, Chacón, Fanny, Olivares, Yamelys, Castro,

Gustavo, & Briñez, Wilfido. (2010). *Patógenos contagiosos y ambientales aislados de cuartos mamarios con mastitis subclínica de alto riesgo en tres fincas del estado*

Zulia. Revista Científica, 20(5), 498-505. Recuperado en 31 de octubre de 2021, de

http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592010000500008&lng=es&tlng=pt.

WATTIAUX, M. A. (2005). *Mastitis: La enfermedad y su transmisión*. Madison: Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria lechera, Universidad de Wisconsin Madison.

12 Anexos

Instrumento.

INFORMACIÓN GENERAL

Municipio ----- Vereda -----Finca -----

Propietario ----- Celular de contacto -----

Fecha de visita: -----

Superficie del predio -----Has Praderas -----Has-----Rastrojo -----Has

Otros -----Has

No bovinos ----- Vacas en ordeño -----

INFORMACIÓN TECNOLÓGICA

Ordeño manual SI ----- No ----- Ordeño con ternero Sí ----- No-----

Ordeño Mecánico SI -----No -----

No ordeños en el día -----

Realiza medidas sanitarias en el ordeño SI ----- No -----

Si la respuesta anterior es positiva cuales -----

Realiza la prueba de CMT Si----- No ----- Cada Cuanto -----

Tiene problemas de mastitis SI ----- NO ----- Cada Cuanto -----

En caso de problemas de mastitis que tratamiento utiliza

Tabla 8*Interpretación de resultados de la Prueba de California para Mastitis*

Escala de CMT	Rango relativo del nivel de células somáticas (células/ml)	Interpretación
Negativo	<200.000	Cuarto Sano
Trazas	150.000 – 500.000	Mastitis subclínica
1	400.000 – 1.500.000	Mastitis subclínica
2	800.000 – 5.000.000	Infección seria
3	>5.000.000	Infección seria

Tabla 9*Abreviaturas*

Abreviación	Concepto
CMT	California Mastitis Test
CCS	Conteo de células somáticas
PCE	Prueba de Conductividad Eléctrica
BPG	Buenas Prácticas Ganaderas
FEDEGAN	Federación Colombiana de Ganaderos
ICA	Instituto Colombiano Agropecuario
TLC	Tratado de Libre Comercio
NAGasa	N-acetil-β-D-glucosaminidasa
ATP	Adenosin trifosfato
ELISA	Ensayo por Inmunoabsorción Ligado a Enzimas
PCR	Reacción en Cadena de la Polimerasa