



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

**PREVALENCIA DE MASTITIS SUBCLÍNICA EN BOVINOS LECHEROS MEDIANTE
LA PRUEBA CALIFORNIA MASTITIS TEST (CMT)**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Médica Veterinaria

AUTORA: MARÍA FERNANDA SINCHI SINCHI

TUTOR: ING. JUAN PEDRO ALVARADO MOLINA

Cuenca - Ecuador

2026

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, María Fernanda Sinchi Sinchi con documento de identificación N° 0105002406 manifiesto que:

Soy la autora y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 12 de marzo del 2026

Atentamente,



María Fernanda Sinchi Sinchi

0105002406

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Yo, María Fernanda Sinchi Sinchi con documento de identificación N° 0105002406, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autora del Trabajo experimental: “Prevalencia de mastitis subclínica en bovinos lecheros mediante la prueba California Mastitis Test (CMT)”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Médica Veterinaria, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 12 de marzo del 2026

Atentamente,



María Fernanda Sinchi Sinchi

0105002406

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Juan Pedro Alvarado Molina con documento de identificación N° 0103787255, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: PREVALENCIA DE MASTITIS SUBCLÍNICA EN BOVINOS LECHEROS MEDIANTE LA PRUEBA CALIFORNIA MASTITIS TEST (CMT), realizado por María Fernanda Sinchi Sinchi con documento de identificación N° 0105002406, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Trabajo experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 12 de marzo del 2026

Atentamente,



Ing. Juan Pedro Alvarado Molina

0103787255

DEDICATORIA

Primeramente a Dios, por cuidarme, guiarme y protegerme a lo largo de todos estos años de formación universitaria, por darme fortaleza en los momentos de debilidad y por permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi vida.

A mi padre, quien desde el instante en que decidí seguir esta carrera me brindó su apoyo incondicional, su motivación constante y nunca me dejó sola. A ese hombre admirable que trabajó día a día con esfuerzo y sacrificio para verme cumplir mis sueños. Aunque hoy ya no se encuentre físicamente a mi lado, vive eternamente en mi memoria y en mi corazón. A él le debo gran parte de mi fortaleza, pues después de su partida fue la razón por la que nunca me rendí y logré llegar hasta aquí.

A mi madre, una mujer luchadora y fuerte, que a pesar de las dificultades que nos tocó enfrentar, siempre estuvo presente para mí durante todos estos años. Gracias por su amor incondicional, por su apoyo constante y por recibirme siempre con los brazos abiertos en casa, convirtiéndola en mi refugio y lugar seguro.

A mi hermanito pequeño Sebas, mi luz y mi mayor motivo. Por ti he luchado incansablemente y por ti sigo adelante. Gracias por ser mi razón de estar aquí, por cada abrazo sincero y por llenar mi vida de amor y esperanza.

Y finalmente, a mí misma, porque solo yo conozco las lágrimas que he derramado para llegar hasta aquí, las batallas silenciosas que enfrenté y la fuerza que tuve que encontrar cuando sentí que ya no podía continuar. Me abrazo y me felicito por no rendirme, por seguir luchando a pesar de todo lo vivido, por levantarme una y otra vez y darme aliento cuando quise dejarlo todo. Hoy reconozco mi esfuerzo y celebro haber llegado a este punto tan importante de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, a mis hermanas y cuñados por ser mi pilar incondicional a lo largo de toda mi formación universitaria. Gracias por creer en mí incluso en los momentos en que yo misma dudé, por brindarme apoyo, palabras de aliento y fortaleza. Su presencia constante, su confianza y su amor han sido fundamentales en cada año de este camino académico, y sin ustedes nada de esto habría sido posible.

A Camí, Jess y Emy, quienes transformaron esta etapa universitaria en una experiencia llena de significado. A lo largo de estos años se convirtieron en mi segunda familia, en mis hermanas de vida. Con ustedes compartí lágrimas, risas, cansancio y sueños; y pese a las dificultades, nunca nos soltamos la mano. Su compañía, apoyo y amistad fueron indispensables para culminar esta etapa de mi vida.

A esa persona especial que me acompañó durante gran parte de mi vida universitaria. Aunque hoy nuestros caminos estén distanciados por circunstancias de la vida, guardo con gratitud cada llamada, cada desvelada y cada palabra de apoyo mientras estudiaba. Gracias por darme ánimo cuando más lo necesitaba y por no dejarme sola en los momentos en que sentía que todo se volvía cuesta arriba.

A mis mascotas, tanto a las que hoy me acompañan como a aquellas que partieron durante estos años. Ellos fueron y siempre serán la razón que me impulsó a elegir esta hermosa carrera.

Agradezco de manera especial a mi tutor de tesis Ing. Juan Pedro Alvarado por su guía, apoyo y acompañamiento constante durante el desarrollo de este trabajo. Sus conocimientos, y orientación fueron fundamentales para la culminación de esta investigación.

INDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Problema.....	13
1.2. Delimitación	15
1.2.2. Sectorial.....	15
1.2.3. Temporal	16
1.2.4. Académica.....	16
1.3. Explicación del problema	16
1.4. Objetivo	17
1.4.1. Objetivo General	17
1.5. Hipótesis	18
1.5.1. Hipótesis Alternativa.....	18
1.5.2. Hipótesis Nula.....	18
1.6. Fundamentación teórica.....	18
2. REVISIÓN Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL	19
2.1. Aspectos principales de la mastitis bovina	19
2.1.1. Estado del arte	20
2.2. Tipos de mastitis.....	22
2.3. Impacto en productividad y reproducción	23
2.4. Etapas de la infección	24
2.4.1. Invasión	24
2.4.2. Infección.....	25
2.4.3. Inflamación.....	25
2.4.4. Células somáticas	26
2.5. Agentes causales de mastitis bovina.....	26
2.5.1. Agentes contagiosos	27
2.5.2. Agentes ambientes.....	28
2.6. Epidemiología de la mastitis bovina.....	28
2.7. Transmisión de la enfermedad.....	29
2.8. Técnicas de diagnóstico.....	30
2.8.1. California Mastitis Test (CMT).....	30
2.8.2. Prueba de fondo oscuro	31
2.8.3. Analizador Milkotester.....	31

2.9.	Impacto en la salud pública	32
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	33
3.1.	Diseño metodológico	33
3.2.	Población y muestra.....	34
3.3.	Diseño experimental	35
3.3.1.	Selección de finca y animales	35
3.3.2.	Medidas de bioseguridad.....	35
3.3.3.	Toma de muestras.....	35
3.3.4.	Evaluación clínica inicial	36
3.3.5.	California Mastitis Test (CMT).....	36
3.3.6.	Registro de información	37
3.4.	Diseño estadístico	37
3.5.	Operacionalización de variables	38
3.5.1.	Variable Dependiente	38
3.5.2.	Variables Independientes	38
3.6.	Consideraciones Éticas	41
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	42
4.1.	Caracterización muestral	42
4.2.	Prevalencia de mastitis subclínica	43
4.3.	Distribución por cuarto mamario.....	44
4.4.	Prevalencia según raza y grupos de edad	46
4.5.	Caracterización composicional de la leche en vacas CMT + y CMT - (Milkotester)	47
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	59
7.	ANEXOS.....	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variable dependiente: Vaca lechera.....	38
Tabla 2. Variables independientes	38
Tabla 3. Distribución de la muestra según la raza.....	42
Tabla 4. Distribución según la edad (años).....	42
Tabla 5. Prevalencia de mastitis subclínica en la muestra analizada	43
Tabla 6. Prevalencia global por cuarto mamario.....	45
Tabla 7. Prevalencia por ubicación del cuarto mamario	45
Tabla 8. Prevalencia de CMT positivo según raza.....	46
Tabla 9. Prevalencia de mastitis subclínica según la edad.....	46
Tabla 10. Comparación de grados de mastitis subclínica y cuartos mamarios entre CMT+ ...	48
Tabla 11. Comparación de edad y raza de animales entre CMT+	49
Tabla 12. Análisis de Milkotester en los 8 individuos CMT +	50
Tabla 13. Análisis de Milkotester por cuarto mamario en los 8 individuos CMT +.....	52
Tabla 14. Análisis de Milkotester en los 7 individuos CMT -	54
Tabla 15. Comparación estadística de análisis de Milkotester entre individuos CMT + y CMT -.....	55

RESUMEN

La mastitis subclínica afecta la calidad de la leche y genera pérdidas económicas, pero suele pasar desapercibida en campo. Este estudio tuvo como objetivo determinar su prevalencia en bovinos lecheros de la parroquia Sinincay (Cuenca) mediante la prueba California Mastitis Test (CMT). Se realizó un estudio observacional transversal en 157 vacas; se aplicó CMT por cuarto mamario y se estimaron prevalencias con IC 95%. Se utilizó un Milkotester para describir los parámetros composicionales de la leche en los casos positivos de CMT y se procesó utilizando estadísticas descriptivas. La prevalencia a nivel animal de mastitis subclínica fue del 5.1% (8/157; IC del 95%: 2.2–9.8%) y a nivel de cuadrante fue del 1.8% (11/628; IC del 95%: 0.9–3.1%), siendo más común en el cuadrante frontal derecho (2.5%). En las vacas positivas al CMT (n=8), la grasa mostró alta variabilidad ($2.21 \pm 1.45\%$) y la lactosa fue de $5.04 \pm 0.31\%$, sin evidencia de agua añadida. Se concluye que la mastitis subclínica en Sinincay tenía una baja prevalencia por CMT, con distribución heterogénea por cuartillo, y los casos positivos presentaron cambios composicionales variables, pero sin una diferencia significativa en relación a los casos negativos.

Palabras clave: mastitis subclínica, California Mastitis Test, prevalencia, cuarto mamario, calidad de leche

ABSTRACT

Subclinical mastitis compromises milk quality and causes economic losses, yet it often remains unnoticed under field conditions. The study was initiated to determine the mastitis prevalence using California Mastitis Test (CMT) in the dairy cattle of Sinincay parish (Cuenca). A cross-sectional observational study design was employed where CMT was conducted on 157 dairy cows (per udder quarter) and the prevalence was calculated at 95% confidence interval. In cows with CMT positive results, the Milkotester readings were used to compute and describe the CMT statistics. At the animal level, the prevalence was 5.1% (8/157; 95% CI: 2.2–9.8%) and at the quarter level was 1.8% (11/628; 95% CI: 0.9–3.1%), with most positive cases being in the right front quarter (2.5%). Among CMT-positive cows (n=8), fat showed high variability ($2.21 \pm 1.45\%$) and lactose averaged $5.04 \pm 0.31\%$, with no added water indicated by the device. In conclusion, Sinincay showed a low CMT-based prevalence of subclinical mastitis, an uneven quarter distribution, and variable compositional changes among positive cases.

Key words: subclinical mastitis, California Mastitis Test, prevalence, udder quarter, milk quality.

1. INTRODUCCIÓN

La producción lechera representa una actividad fundamental para la seguridad alimentaria y la economía de varias familias rurales en el Ecuador. Sin embargo, esta actividad se ve constantemente amenazada por enfermedades que afectan la salud del ganado, entre las cuales, una de la más representativa en nivel de frecuencia y grado de perjudicialidad es la mastitis bovina (Ferraro, Scaramelli, & Troya , 2025). Esta patología, está caracterizada por la inflamación de la glándula mamaria bovina que generalmente es causada por agentes patógenos y genera consecuencias directas sobre la cantidad y calidad de la leche producida. Entre las principales consecuencias se encuentran la disminución del rendimiento productivo, incremento de los costos por tratamientos veterinarios y también conduce al descarte prematuro de animales, afectando la rentabilidad de los sistemas productivos (Vásquez & Maldonado, 2018).

En Ecuador, diversos estudios han evidenciado la presencia de esta enfermedad en distintas provincias. Avellán, et al. (2019) determinaron una prevalencia del 38,57 % en el cantón Rocafuerte (Manabí), mientras que Bonifaz & Conlago (2016) reportaron un 60 % en la provincia de El Oro. Sin embargo, en la provincia del Azuay, específicamente en la parroquia Sinincay, no existen investigaciones que determinen la situación actual de la mastitis subclínica. Esta falta de información impide conocer la magnitud real del problema y limita la aplicación de medidas de prevención y control.

1.1. Problema

El problema surge principalmente de la dificultad para identificar oportunamente la mastitis subclínica en los sistemas de producción lechera como por ejemplo en pequeños y medianos productores. La ausencia de programas de control sanitario, el limitado acceso a capacitación técnica y las deficiencias en las prácticas de higiene durante el ordeño contribuyen a que la enfermedad no sea detectada y su nivel de prevalencia y contagio

permanezca por largos periodos de tiempo. Esta situación incrementa el riesgo de contagio entre animales y agrava el impacto económico que tiene esta patología en el desarrollo de actividades productivas en el área lechera.

La relevancia de esta problemática se encuentra documentada en diversos estudios realizados en la región Sudamericana. En el estudio determinado por Salamanca-Carreño, et al. (2023) en Colombia se encontró una prevalencia del 31,4 % en vacas en donde principalmente se asoció a las causas de ocurrencia por: el número de partos y deficiencias higiénicas. Por otro lado, en Perú se registra prevalencias que superan el 40 % , destacando así la importancia del control y mantenimiento de programas de higiene sanitaria en los productores.

En el Ecuador, la situación de la mastitis subclínica sigue siendo un problema recurrente. En el estudio de Avellán et al. (2019) reportaron una prevalencia del 38,57 % en la provincia de Manabí, mientras que Bonifaz y Conlago (2016) determinaron un 60 % en la provincia de El Oro. Estos resultados indican que la enfermedad se encuentra distribuida a nivel de la región costa del país lo cual afecta directamente a la economía del productor. Por otro lado, en la parroquia Sinincay, cantón Cuenca, no se ha documentado información de carácter científico que permita evaluar la prevalencia de esta enfermedad. Lo cual inhibe procesos de implementación de programas de prevención y control por parte de los productores y autoridades competentes.

La presente investigación busca determinar de la prevalencia de mastitis subclínica en vacas lecheras de la parroquia Sinincay, utilizando la prueba California Mastitis Test (CMT). La funcionalidad de la prueba es muy práctica, de fácil acceso económico y con resultados bajo procesos estandarizados que resultan en un grado de confiabilidad alta para su detección en campo (Bonifaz & Conlago, 2016). Mediante la obtención de los datos se busca generar información de uso epidemiológico de carácter local como un

antecedente fiable para la propuesta de las autoridades competentes en relación a capacitación de medidas de bioseguridad y procesos de mejora industrial.

El estudio influye directamente en el beneficio positivo dirigido hacia productores en toda escala para conocer el estado de salud de su ganado y las medidas preventivas y correctivas que deban tomar. De igual forma, se entregará información pertinente y aplicada al área de médicos veterinarios, instituciones académicas y organismos públicos de regulación interesados para que se pueda fortalecer el sector lechero mediante programas de buenas prácticas ganaderas promoviendo a nivel nacional. Actualmente, el problema se manifiesta en la parroquia Sinincay debido a factores que favorecen la persistencia de la enfermedad en los hatos lecheros como por ejemplo las prácticas de ordeño inadecuadas, ausencia de desinfección de pezones, falta de monitoreo sanitario y limitado acceso a una asistencia técnica especializada.

1.2. Delimitación

1.2.1. Espacial

El presente trabajo de investigación se delimita geográficamente al sur del Ecuador, puntualmente en la parroquia Sinincay, cantón Cuenca, provincia del Azuay. La cual es una zona caracterizada por la presencia de pequeños y medianos productores dedicados a la actividad lechera con infraestructura básica y prácticas tradicionales de manejo, lo que la es importante considerar en un escenario representativo para el estudio de enfermedades que afectan la salud del ganado.

1.2.2. Sectorial

El estudio se enfoca en el sector agropecuario, específicamente en la producción bovina lechera considerando unidades productivas lecheras dentro de la parroquia Sinincay. Se enfoca en la sanidad animal y en la calidad de la producción láctea,

abordando una problemática que incide directamente en la productividad y la rentabilidad de los sistemas productivos comprometiendo la seguridad alimentaria.

1.2.3. Temporal

La presente investigación tuvo una duración de 400 horas académicas y experimental mediante el cual se completaron las actividades de investigación literaria, experimentación, análisis estadístico de resultados, interpretación y redacción del proyecto final. La investigación se desarrollará durante el período comprendido entre noviembre 2025 y enero 2026 lo cual permitirá el periodo para la recolección de muestras y análisis de los resultados obtenidos.

1.2.4. Académica

El área académica correspondiente de la investigación es Sanidad Animal, en razón de que se busca determinar la prevalencia de mastitis subclínica en vacas lecheras que proporcione datos epidemiológicos locales de una gran utilidad para los productores, profesionales y veterinarios.

1.3. Explicación del problema

La mastitis subclínica bovina genera un impacto negativo en la productividad y rentabilidad de los sistemas lecheros, debido a que no presenta signos clínicos visibles, lo que dificulta su detección oportuna. Esta condición ocasiona una disminución progresiva en la producción de leche, altera su composición fisicoquímica y eleva el conteo de células somáticas, afectando su calidad y valor comercial (Avellán, et al., 2019).

Asimismo, la persistencia de la enfermedad favorece la diseminación de agentes patógenos dentro del hato, incrementando la incidencia de mastitis clínica y elevando los costos asociados a tratamientos veterinarios, descarte de leche y reemplazo prematuro de animales productivos, constituyendo una fuente importante de pérdidas económicas que afecta tanto a pequeños como a medianos productores, especialmente en sistemas donde no se aplican programas de monitoreo sanitario ni pruebas diagnósticas periódicas como el California Mastitis Test (CMT).

1.4. Objetivo

1.4.1. Objetivo General

Determinar la prevalencia de mastitis subclínica en bovinos lecheros de la parroquia Sinincay, cantón Cuenca, mediante la prueba de California Mastitis Test (CMT).

1.4.2. Objetivos Específicos

- Aplicar la prueba de fondo obscuro y el California Mastitis Test (CMT) a leche producida por vacas de la parroquia Sinincay para detectar la presencia de mastitis clínica y subclínica.
- Calcular la prevalencia de mastitis subclínica en función de los grados de evaluación y en relación a las categorías de nivel de animal y cuarto mamario.
- Identificar los agentes causales en los casos de mayor grado (Mastitis Clínica, o subclínica +++).
- Cuantificar los cambios composicionales de la leche con presencia de mastitis.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis Alternativa

Existe una alta prevalencia de mastitis subclínica en vacas lecheras de la parroquia de Sinincay.

1.5.2. Hipótesis Nula

No existe una alta prevalencia de mastitis subclínica en vacas lecheras de la parroquia de Sinincay.

1.6. Fundamentación teórica

La mastitis subclínica constituye una de las principales alteraciones sanitarias en bovinos de producción lechera se caracteriza por la inflamación de la glándula mamaria sin la ocurrencia de algún síntoma clínico visible, lo que dificulta su diagnóstico temprano. Es una infección silenciosa donde no siempre se observa inflamación, pero altera la estructura y composición de la leche (pH, sólidos) y eleva el conteo de células somáticas lo cual es una señal de la respuesta inmune del animal. Al pasar desapercibida, puede durar semanas o meses lo que facilita el contagio durante el ordeño afectando la calidad e inocuidad de la leche.

Este estudio busca determinar la prevalencia de la mastitis subclínica en la parroquia Sinincay mediante la prueba en campo: California Mastitis Test (CMT) la cual es una prueba rápida y económica aplicada por cuarto mamario. Los resultados servirán para orientar medidas concretas de prevención, monitoreo y buenas prácticas de ordeño, con el fin de mejorar la salud animal y la eficiencia productiva de la zona.

2. REVISIÓN Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL

2.1. Aspectos principales de la mastitis bovina

La mastitis bovina ha sido ampliamente estudiada desde diversos enfoques que permiten comprender su complejidad principalmente como un problema sanitario, productivo y de salud pública. Desde el concepto fisiopatológico, se concibe a la mastitis como un proceso inflamatorio de la glándula mamaria originado por la invasión de microorganismos patógenos a través del canal del pezón en donde se da un inicio respuesta inmunitaria local caracterizada por la migración de leucocitos, liberación de mediadores inflamatorios y alteración del epitelio secretor (Sánchez Herencia, 2022). Este proceso provoca cambios en la composición de la leche, tales como incremento de sodio y cloruros, disminución de lactosa y caseína, así como aumento del conteo de células somáticas.

La mastitis desde un enfoque epidemiológico es entendida como una enfermedad multifactorial, en donde intervienen algunos actores importantes tales como la interacción entre el agente etiológico, el hospedero y el ambiente. Este enfoque permite identificar patrones de distribución, factores de riesgo y establecer estrategias preventivas basadas en evidencia científica. De igual forma, estudios recientes señalan que factores como el clima, la higiene del ordeño, el tipo de cama, la nutrición y el estado fisiológico de la vaca influyen directamente en la presentación de la enfermedad (Minta Minta, 2025) (Linares Cubas, 2025) (Choquehuanca Choquenaira, 2025)

En cuanto al aspecto productivo, la mastitis se representa como una de las principales causas de pérdidas económicas en la industria lechera, debido a la disminución del volumen de producción, descarte de leche, incremento de costos veterinarios y eliminación prematura de animales (González , Morales, & Ruiz, Riesgos sanitarios asociados a la mastitis bovina, 2020) (Ramírez J. , Prevalencia y factores predisponentes

a mastitis subclínica en establos lecheros de la provincia de Trujillo, 2025). Por otro lado, la salud pública advierte sobre el riesgo de transmisión de patógenos zoonóticos y residuos antimicrobianos al consumidor, destacando la necesidad de garantizar la inocuidad de los productos lácteos (Ruiz, Torres, & Paredes, 2019)

2.1.1. Estado del arte

Las investigaciones realizadas referente a la mastitis bovina han permitido ampliar establecer el nivel de conocimiento referente al aspecto subclínico. Vélez (2019) desarrolló un estudio en el cantón Rocafuerte en el Ecuador, determinando una prevalencia del 62 % mediante la prueba CMT, evidenciando la alta frecuencia de la enfermedad en sistemas de pequeña escala; en donde, además, se indica que la causa principal es la deficiente higiene durante el ordeño.

En Perú, el autor Sánchez Herencia (2022) reportó una prevalencia de mastitis subclínica entre 55 % y 78 % en sistemas intensivos y semi-intensivos lo cual vincula sobre todo a la limpieza deficiente de las camas y al manejo inadecuado del equipo de ordeño. En México, Pérez (2022) encontró un mayor riesgo en vacas multíparas que se encontraban en sistemas de doble propósito y que influye directamente el número de partos y los días en lactancia.

En el contexto ecuatoriano, Bastidas et al. (2025) realizaron un estudio epidemiológico en hatos lecheros del cantón Balzar, provincia del Guayas, en la cual evaluaron vacas en diferentes etapas de lactancia mediante la aplicación del California Mastitis Test (CMT). Entre los principales resultados se evidenció una prevalencia del 68 % de la infección subclínica. Este elevado porcentaje fue señalado principalmente a deficiencias en las prácticas higiénicas durante el ordeño, cómo, por ejemplo: la falta de protocolos estandarizados de limpieza, la falta de desinfección pre y post ordeño, el uso

de materiales reutilizables sin un adecuado proceso de sanitización y el poco mantenimiento del equipo de ordeño mecánico. Además, señalaron la falta de monitoreo sanitario en la gran mayoría de los productores lo que favorece la permanencia de la infección y facilitaba la diseminación de la enfermedad, dando como resultado una pérdidas productivas sostenidas en el tiempo. En Perú, Linares Cubas (2025) reportó una prevalencia del 73 % en Cajamarca, evidenciando mayor riesgo en vacas con más de tres partos. Además, Choquehuanca Choquenaira (2025) confirmó resultados similares en el Cusco y Ferraro et al. (2025) validaron la efectividad del CMT frente a pruebas de laboratorio, dando como resultado su alta sensibilidad en los procesos de diagnóstico de esta enfermedad. De igual forma, Ruiz & Sandoval (2024) compararon CMT con citometría de flujo, concluyendo que ambos métodos son confiables para el diagnóstico temprano, sin embargo, el proceso de citometría de flujo requiere de más implementación, materiales y equipos para poder implementarse, representando así un factor económico a considerarse dentro de las fincas productoras.

Cusquillo & López (2025) desarrollaron una investigación en sistemas lecheros de la provincia de Manabí, donde reportaron una prevalencia del 71 %, siendo así que la mastitis subclínica constituye un problema sanitario persistente. Se estableció una relación estadísticamente significativa entre la presencia de la enfermedad y el uso de materiales compartidos para la limpieza de los pezones; dicha práctica facilita la transmisión de los agentes patógenos de una vaca a otra durante el proceso de ordeño. También evidenciaron que gran parte de los productores desconocía la importancia de los mecanismos de limpieza y programas sanitarios como medidas preventivas fundamentales, lo que conlleva al incremento de la susceptibilidad del hato a infecciones intramamarias.

Minta Minta (2025) evaluó la situación sanitaria en hatos lecheros de la provincia de Cotopaxi, determinando que el 65 % de las vacas analizadas presentaron mastitis subclínica. Esta enfermedad con una alta prevalencia se debe a principalmente deficiencias nutricionales (minerales y vitaminas esenciales) fundamentales para el fortalecimiento del sistema inmunológico. Adicionalmente, se identificó una escasa capacitación del personal encargado del ordeño lo que genera un alto desconocimiento sobre prácticas adecuadas de higiene, detección temprana de la enfermedad y manejo sanitario del hato. De la misma forma, Chacha (2025) desarrolló un estudio en la provincia del Azuay, donde evidenció que la ausencia de protocolos de secado del pezón después del ordeño incrementó el riesgo de mastitis subclínica en un 38 %. Este estudio resalta la importancia de aplicar prácticas básicas de higiene, como el secado individual con material desechable, como medida efectiva para disminuir la transmisión entre los individuos.

2.2. Tipos de mastitis

La mastitis clínica se caracteriza por la presencia de síntomas evidentes en la glándula mamaria y en la leche producida, en donde la ubre tiende a inflamarse de manera visual a simple vista, enrojecimiento del área, dolor al contacto y pudiendo complicarse hasta endurecimiento del tejido circundante a la región mamaria (Córtes, 2016). En cuanto a la calidad de la leche producida se ha determinado alteraciones como la presencia de grumos, coágulos, cambios de color, aspecto acuoso y purulento lo que evidencia el daño del tejido y la respuesta inflamatoria generada por la infección (González & Rojas, 2010). Estas manifestaciones clínicas permiten una identificación relativamente rápida del problema durante el ordeño facilitando la implementación inmediata de medidas terapéuticas y de aislamiento del animal afectado para evitar la diseminación del agente patógeno dentro del sistema de producción (Velez, 2019)

Por otro lado, la mastitis subclínica transcurre sin signos de visibilidad exterior, lo que dificulta su detección mediante la simple observación del animal o de la leche. Pero cabe resaltar que a nivel interno se producen alteraciones como el incremento del recuento de células somáticas, cambios en el pH, disminución del contenido de lactosa, grasa y proteínas, así como alteraciones en la conductividad eléctrica de la leche (Vergara & Rodríguez, 2009). Debido a la ausencia de signos evidentes, esta forma de mastitis solo puede ser identificada mediante pruebas diagnósticas indirectas como el California Mastitis Test (CMT), el conteo de células somáticas o el uso de equipos analizadores de leche.

Diversos estudios recientes confirman que la forma subclínica predomina ampliamente en los sistemas de producción lechera, representando entre el 60 % y 80 % de los casos totales reportados (Bastidas , Cedeño, Barrera, & Villegas , 2025) (Minta Minta, 2025). Esta elevada prevalencia convierte a la mastitis subclínica en la principal responsable de pérdidas productivas a lo largo el tiempo debido a que al no ser detectada oportunamente se mantiene activa durante largos periodos, disminuyendo progresivamente la producción de leche por cuarto afectado (Salamanca-Carreño, et al., 2023)

2.3. Impacto en productividad y reproducción

La mastitis reduce la producción de leche por reducción en la capacidad secretora y por afección en el epitelio mamario, lo que se impacta en un menor rendimiento y en variaciones composicionales de la leche afectando así su valor comercial. Esta pérdida puede ocurrir tanto en presentaciones clínicas como subclínicas, y se asocia con incremento de costos por tratamientos, descarte de leche y mayor carga operativa en el manejo del ordeño, con impacto global sobre la rentabilidad del (Jurado et al., 2020). En función del aspecto reproductivo, la mastitis se relaciona con alteraciones fisiológicas que

comprometen la eficiencia reproductiva, debido a la inflamación sistémica y a la liberación de componentes que interfieren con la función ovárica y la dinámica hormonal del ciclo estral (Malta et al., 2021). Ramos et al. (2018) reportaron asociaciones con indicadores como un intervalo de primera inseminación más largo, una tasa de concepción más baja y un mayor número de días abiertos, especialmente en períodos críticos después del parto cuando la carga metabólica y el balance energético predisponen a un menor rendimiento reproductivo. Estas interacciones nos permiten racionalizar el análisis del control de la mastitis para ser integrado desde una perspectiva de gestión de la salud que simultáneamente restringe la eficiencia reproductiva y productiva del sistema.

2.4. Etapas de la infección

La mastitis bovina no aparece de un momento a otro, sino que se desarrolla de manera progresiva a través de varias etapas, desde el ingreso del microorganismo hasta la manifestación de signos visibles o alteraciones internas en la leche. Este proceso está influenciado por distintos factores como el tipo de bacteria, las condiciones del ambiente, las prácticas de manejo y la capacidad defensiva de cada animal (Contreras & Rodríguez, 2011) (Ramírez , Pineda, & Vargas, 2017).

La forma en que progresa la mastitis depende de varios factores. Entre ellos están el tipo de bacteria, la cantidad de microorganismos presentes, el estado nutricional de la vaca, el estrés, el periodo posparto y la respuesta inmunológica individual. El estado de salud con defensas bajas o mala nutrición son más propensos a desarrollar infecciones más severas; también el ambiente húmedo, sucio y con malas prácticas de ordeño favorecen la persistencia de los patógenos y su transmisión dentro del sistema productivo (Contreras & Rodríguez, 2011).

2.4.1. Invasión

Todo comienza cuando los microorganismos logran ingresar a la glándula mamaria a través del canal del pezón, esto ocurre con mayor frecuencia durante o después del ordeño, ya que en ese momento el esfínter del pezón permanece abierto por algunos minutos, facilitando la entrada de bacterias presentes en el entorno. Si no se realiza una adecuada limpieza antes y después del ordeño, o si se utilizan equipos contaminados, el riesgo de infección aumenta considerablemente. También influyen factores como la presencia de barro, estiércol o pequeñas heridas en el pezón, que se convierten en una puerta de entrada para los patógenos (Contreras & Rodríguez, 2011). En esta fase, bacterias como *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus agalactiae* encuentran las condiciones ideales para comenzar el proceso infeccioso.

2.4.2. Infección

Una vez dentro de la glándula, las bacterias avanzan por los conductos mamarios y se adhieren a las células del tejido, donde empiezan a multiplicarse. En esta etapa, los microorganismos pueden liberar toxinas y otras sustancias que les ayudan a evadir las defensas del animal y permanecer en la ubre por largos periodos (Ramírez, Pineda & Vargas, 2017). Es por ello que, cuando la mastitis no se detecta a tiempo algunos casos se vuelven crónicos y difíciles de eliminar ya que ciertas bacterias forman biopelículas y esto aumenta su resistencia a los tratamientos y facilita su transmisión a otras vacas durante el ordeño.

2.4.3. Inflamación

La respuesta de la infección ocurre cuando el organismo del animal activa su sistema inmunológico, generando una reacción inflamatoria; se movilizan grandes cantidades de células defensivas hacia la glándula mamaria, lo que se refleja en el aumento del recuento de células somáticas en la leche, uno de los principales indicadores de mastitis (Contreras

& Rodríguez, 2011). Si la infección avanza, aparecen los signos clínicos, como calor, enrojecimiento, dolor e hinchazón en la ubre, además de cambios visibles en la leche, como grumos o secreciones anormales. Sin embargo, en muchos casos la enfermedad permanece en forma subclínica, es decir, sin signos externos evidentes (Ramírez , Pineda, & Vargas, 2017).

2.4.4. Células somáticas

El recuento de células somáticas (RCS) es uno de los indicadores principales para identificar la mastitis subclínica debido a que aumenta cuando la ubre responde a una infección intramamaria. En condiciones de normalidad el RCS se mantiene bajo, pero ante la presencia de patógenos se incrementa por el ingreso masivo de células defensivas hacia la glándula mamaria, lo que se refleja directamente en la leche y se expresa en células/mL. Esta respuesta inflamatoria se visualiza en la leche porque un RCS elevado normalmente viene acompañado de alteraciones en componentes de la leche de relevancia como la proteína y la caseína, además de ofrecer alteración de los parámetros de calidad sanitaria, que son utilizados por la industria, para la aceptación y el pago. Gracias a ensayos con información de hatos lecheros, se puede asociar la suma de puntajes del CMT, por cuartos, a rangos del RCS. Con este método, se puede aproximar el nivel de mastitis subclínica a partir de resultados de rutina (Mansilla et al., 2001). Además, se ha descrito que recuentos por encima de umbrales de referencia se vinculan con deterioro de la calidad composicional y reducción de producción, con efectos negativos observables cuando el RCS supera valores elevados como 500.000 células/mL (Jurado et al., 2020).

2.5. Agentes causales de mastitis bovina

Los microorganismos que provocan la mastitis bovina pueden agruparse, de manera general, en dos grandes categorías según su forma de transmisión: los agentes contagiosos

y los agentes ambientales. Esta clasificación es clave para entender cómo se propaga la enfermedad dentro del hato y qué medidas pueden tomarse para prevenirla de manera efectiva (Ruiz, Torres, & Paredes, 2019) (Contreras & Rodríguez, 2011).

En este sentido, varios autores coinciden en que el control de la mastitis no depende únicamente del tratamiento, sino principalmente de la prevención que se tenga ante esta problemática sanitaria. En donde las acciones tales como mejorar la higiene del área, cambiar regularmente la cama, aplicar correctamente procesos de higiene en la producción y capacitar al personal en buenas prácticas de ordeño, son estrategias fundamentales para reducir la presencia tanto de agentes contagiosos como ambientales (Ruiz, Torres, & Paredes, 2019) (González , Morales, & Ruiz, Riesgos sanitarios asociados a la mastitis bovina, 2020). De esta manera, se logra no solo disminuir la incidencia de la enfermedad, sino también mejorar la calidad de la leche y aportar con una seguridad alimentaria.

2.5.1. Agentes contagiosos

Se transmiten principalmente durante el proceso de ordeño en donde, la infección pasa de una vaca enferma a otra sana a través del contacto con manos, paños, guantes o equipos contaminados. Entre los microorganismos más frecuentes destacan *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae* y *Mycoplasma* spp., los cuales tienen la capacidad de permanecer en la glándula mamaria por largos periodos, generando infecciones crónicas y difíciles de erradicar (Contreras & Rodríguez, 2011) (Ramírez , Pineda, & Vargas, 2017). Estudios recientes señalan la importancia de mantener una adecuada higiene durante el ordeño y de evitar el uso compartido de materiales entre animales ya que se ha evidenciado que *Staphylococcus aureus*, uno de los patógenos más problemáticos, forma biopelículas que lo protegen de los antibióticos, afectando así a las posibilidades de poder erradicarlo mediante tratamientos (Ruiz, Torres, & Paredes, 2019)

2.5.2. Agentes ambientes

Se encuentra directamente relacionado con el entorno donde vive la vaca ya que las bacterias como *Escherichia coli*, *Streptococcus uberis* y *Klebsiella* spp. se desarrollan en lugares húmedos y contaminados, como camas sucias, corrales con estiércol acumulado, lodo o agua estancada (Contreras & Rodríguez, 2011) (Barbosa, Torres, & Delgado, 2018). Estos microorganismos llegan al pezón cuando el animal se recuesta o camina en superficies contaminadas, y posteriormente ingresan al interior de la ubre, sobre todo si no se realiza una correcta limpieza antes del ordeño. Investigaciones recientes destacan que la mastitis de origen ambiental suele presentarse con mayor frecuencia en épocas lluviosas, cuando la humedad favorece la proliferación bacteriana (González, Morales, & Ruiz, Riesgos sanitarios asociados a la mastitis bovina, 2020).

2.6. Epidemiología de la mastitis bovina

La mastitis bovina es una de las enfermedades más frecuentes y costosas dentro de los sistemas de producción lechera a nivel mundial. Su presencia no distingue tamaño de hato ni nivel tecnológico, ya que puede afectar tanto a pequeños productores como a grandes explotaciones (Ruiz & Sandoval, 2024). La aparición y persistencia de esta enfermedad dependen de múltiples factores, entre ellos las condiciones climáticas, el manejo del hato, la higiene durante el ordeño y la raza de los animales (González, Morales, & Ruiz, Riesgos sanitarios asociados a la mastitis bovina, 2020).. Diversos estudios coinciden en que la mastitis subclínica es la forma más común de presentación, llegando a representar entre el 60 % y 80 % de los casos totales. En muchas ocasiones, los productores solo detectan el problema cuando ya existe una disminución notable en la producción de leche o cuando los resultados de calidad comienzan a verse afectados (Bastidas, Cedeño, Barrera, & Villegas, 2025) (Minta Minta, 2025).

La enfermedad puede presentarse en cualquier etapa de la lactancia, sin embargo, su mayor incidencia se observa durante las primeras semanas posteriores al parto. Esto es debido a que la ubre es más vulnerable por los cambios fisiológicos, facilitando el ingreso de los microorganismos; así como también el estrés metabólico y la disminución de defensas (González, Morales & Ruiz, 2020). Las repercusiones principales de esto es pérdidas por menor producción de leche (descarte / baja calidad), gastos en tratamientos e incluso el sacrificio prematuro de animales (Sánchez Herencia, 2022).

En Ecuador, estudios recientes confirman que la mastitis sigue siendo un problema sanitario importante, con prevalencias altas en distintas provincias. Las principales causas son fallas en higiene, mal manejo durante el ordeño y deficiente capacitación del personal. Estos resultados evidencian la necesidad de fortalecer los programas de prevención y control, especialmente en sistemas de producción familiar donde el acceso a asistencia técnica suele ser limitado (Bastidas , Cedeño, Barrera, & Villegas , 2025) (Cusquillo & López, 2025).

2.7. Transmisión de la enfermedad

La transmisión se da principalmente por una vía ascendente, es decir, los microorganismos tienen acceso a la glándula mamaria mediante el conducto del pezón (Chacha, 2025). Este proceso es más probable durante y después del ordeño, porque el esfínter del pezón permanece abierto varios minutos y se convierte en una vía de entrada para bacterias que se encuentran en el ambiente, equipo o manos del operador (Ruiz, Torres & Paredes, 2019).

En el caso de las mastitis contagiosas, la transmisión ocurre principalmente de una vaca infectada a otra sana durante el ordeño. Esto sucede cuando se utilizan paños compartidos, manos sin lavar o equipos contaminados (Ruiz, Torres, & Paredes, 2019)

(González , Morales, & Ruiz, Riesgos sanitarios asociados a la mastitis bovina, 2020). Las infecciones resistentes a antibióticos tienden a ser más difíciles de erradicar. Por el contrario, las mastitis ambientales son las que tienen referencia en bacterias que se encuentran en el ambiente del animal. Contaminan la piel del pezón y el orificio del canal mamario cuando hay mala higiene. Factores como camas húmedas, acumulación de estiércol, mala ventilación y falta de limpieza en los corrales favorecen la proliferación bacteriana y aumentan la probabilidad de infección (Barbosa, Torres, & Delgado , 2018).

Asimismo, prácticas inadecuadas en el sistema de producción, como, por ejemplo: reutilizar paños entre vacas o no desinfectar correctamente el equipo de ordeño contribuyen de manera directa a la diseminación de la enfermedad. Estudios recientes confirman que la aplicación constante de buenas prácticas de ordeño reduce significativamente la incidencia de mastitis dentro de los hatos (Bastidas , Cedeño, Barrera, & Villegas , 2025) (Cusquillo & López, 2025).

2.8. Técnicas de diagnóstico

2.8.1. California Mastitis Test (CMT)

Es ampliamente usada en campo para la detección temprana de mastitis subclínica debido a su bajo costo, facilidad de aplicación y rapidez en la obtención de resultados. Su mecanismo de acción es mediante el nivel de viscosidad de la muestra ya que presenta un detergente que reacciona con el ADN de las células somáticas; de esta manera entre más espesa se vuelva la muestra es un indicativo de un alto grado de inflamación en respuesta a la infección (Ruiz, Torres, & Paredes, 2019).

La prueba se realiza directamente en el campo generalmente durante el proceso de ordeño. Además, el CMT es especialmente útil en zonas rurales donde no se dispone de laboratorios especializados para realizar conteos de células somáticas. Se utiliza una placa

plástica con cuatro cavidades, una para cada cuarto mamario. En cada compartimiento se deposita una cantidad similar de leche y reactivo CMT, mezclándolos suavemente durante unos segundos. La reacción se interpreta visualmente según el grado de gelificación, clasificándose en: negativo (-), positivo débil (+), positivo moderado (++) y positivo fuerte (+++) (González et al., 2020). Esta herramienta permite identificar rápidamente a los animales infectados y tomar decisiones oportunas, como iniciar tratamiento, aislar vacas positivas o reforzar las medidas de higiene. De igual forma, su efectividad depende en gran medida de la correcta ejecución de la prueba, la temperatura ambiente, el tiempo de lectura y la homogeneidad del reactivo (Bastidas , Cedeño, Barrera, & Villegas , 2025)

2.8.2. Prueba de fondo oscuro

La prueba de fondo oscuro es una técnica sencilla y rápida que permite detectar alteraciones visibles en la leche, como grumos, coágulos o partículas extrañas; se recomienda usarla previa a pruebas más específicas como CMT.

Para realizarla se coloca una pequeña cantidad de leche sobre una superficie negra, lo que permite la diferenciación a simple vista de cualquier anomalía (Ramírez & Pineda, 2012). Esta técnica de detección no permite la identificación de mastitis subclínica pero permite una pronta evaluación del estado de los individuos.

2.8.3. Analizador Milkotester

Es un equipo portátil que permite medir diferentes parámetros de calidad de la leche, como grasa, proteína, lactosa, sólidos totales y densidad, utilizando tecnologías de ultrasonido y conductividad eléctrica (Cortés, 2016). Estos dispositivos ofrecen resultados inmediatos, lo que facilita el control de calidad directamente en el campo. Su uso se ha vuelto cada vez más común en sistemas de producción lechera, ya que permite a los productores monitorear la calidad del producto y tomar decisiones oportunas, como

ajustar la alimentación, detectar posibles alteraciones por mastitis o evaluar el impacto del manejo sobre la composición de la leche (Serrano & Vélez , 2018). Además, constituye una herramienta complementaria al CMT ya que aporta información más detallada sobre los componentes nutricionales de la leche.

2.9. Impacto en la salud pública

La mastitis bovina no solo representa un problema económico para el sector lechero, sino que también constituye un riesgo importante para la salud pública. Las vacas afectadas pueden excretar bacterias zoonóticas en la leche, como *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*, capaces de provocar intoxicaciones alimentarias, infecciones gastrointestinales e incluso cuadros graves en poblaciones vulnerables (González , Morales, & Ruiz, Riesgos sanitarios asociados a la mastitis bovina, 2020).

El uso inadecuado de antibióticos para tratar la mastitis representa un aspecto muy importante a considerar ya que cuando no se respetan los tiempos de retiro, la leche puede contener residuos antimicrobianos que llegan al consumidor. Esto repercute directamente en la salud global ya que puede alterar la flora intestinal y favorecer resistencia bacteriana (Ruiz, Torres, & Paredes, 2019).

La resistencia antimicrobiana reduce la eficacia de los tratamientos, aumenta los fallos terapéuticos y eleva los costos en salud pública. Por ello, controlar la mastitis con responsabilidad y usar antibióticos de forma racional es clave para proteger al consumidor (Bastidas, Cedeño, Barrera & Villegas, 2025). En la práctica, esto exige buenas prácticas ganaderas, cumplimiento de normas sanitarias y capacitación continua del personal, garantizando leche inocua, mejor productividad y mayor confianza en los productos lácteos.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Diseño metodológico

La investigación fue de enfoque cuantitativo dirigido a recoger y analizar información numérica que permitió estimar la prevalencia de mastitis subclínica en vacas lecheras de la parroquia Sinincay. Con el objeto de realizar nuestros ensayos se emplearon las técnicas de observación directa y pruebas diagnósticas de campo, prueba fondo oscuro y California Mamitis Test (CMT). Esto facilitó la identificación precoz de alteraciones en la leche y diagnóstico de casos subclínicos. Los agentes causales fueron identificados mediante cultivo bacteriano, en los animales que presentaron reacciones fuertes positivas al CMT.

El estudio fue de alcance descriptivo, esto es, se limitó a caracterizar la frecuencia y distribución de la mastitis subclínica en la población evaluada, por lo que no hay análisis de relación de nivel significativo causa-efecto. En este sentido, se intentó cuantificar la proporción de vacas afectadas y en función a los resultados descritos, entender la magnitud del problema en el contexto local. De igual forma, se desarrolló información epidemiológica que sirviera como base para futuras investigaciones y para la implementación de programas de prevención y control por parte de productores y profesionales del área veterinaria.

El diseño de la investigación fue transversal, ya que la recolección de datos se realizó en el periodo de tiempo de noviembre 2025 y enero 2026, sin seguimiento posterior de los animales evaluados. No se realizó manipulación de variables, por lo que se consideró un estudio observacional. Durante la ejecución del estudio se aplicaron las pruebas de fondo oscuro y CMT a todas las vacas seleccionadas dentro de la muestra. Posteriormente,

los datos obtenidos fueron registrados y analizados estadísticamente para determinar la prevalencia de mastitis subclínica en la parroquia Sinincay.

La unidad de análisis estuvo constituida por cada vaca lechera seleccionada. Cada animal fue evaluado de manera individual, analizando por separado cada uno de sus cuartos mamarios mediante el California Mastitis Test (CMT). Asimismo, se consideraron factores asociados que pudieron influir en la presencia de mastitis subclínica.

3.2. Población y muestra

De acuerdo con los registros obtenidos durante la campaña oficial de vacunación ejecutada en el año 2024 en la parroquia de Sinincay, se determinó la existencia de un total de 577 bovinos. De este grupo, 265 correspondieron a vacas lecheras, las cuales conformaron la población objetivo del estudio. Para determinar el tamaño de la muestra, se tomó como referencia la población total de 265 vacas lecheras. Debido a que se conocía el número total de animales y la investigación buscó estimar la prevalencia de mastitis subclínica, se utilizó la fórmula para poblaciones finitas.

En el cálculo se consideró 95 % como nivel de confianza y 5% como límite de error, parámetros comúnmente empleados en estudios epidemiológicos para garantizar la validez y representatividad de los resultados obtenidos. La fórmula general para el cálculo del tamaño de muestra es:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{d^2 (N-1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

N= tamaño de la población (265 vacas lecheras)

Z= 1.96 (95 % de confianza)

p= 0.5 (prevalencia esperada)

$$q = 1$$

$d = 0,05$ (error permitido)

Sustituyendo los valores en la fórmula:

$$: n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{d^2 (N-1) + Z^2 \cdot p \cdot q} = \frac{265 \cdot 1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}{0.05^2 (265-1) + 1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5} = 157$$

Por lo tanto, el tamaño mínimo de muestra requerido para el estudio es de 157 vacas lecheras, seleccionadas aleatoriamente dentro de la población total identificada.

3.3. Diseño experimental

3.3.1. Selección de finca y animales

Se realizó la selección de las fincas lecheras ubicadas en la parroquia Sinincay e identificando a las vacas que se encontraban en proceso de ordeño al momento del muestreo. A cada animal se le asignó un código individual, el cual fue registrado en la ficha de campo, permitiendo un adecuado control y seguimiento de la información recolectada.

3.3.2. Medidas de bioseguridad

Antes de iniciar la toma de muestras se realizó el lavado de manos y se colocó guantes desechables, cumpliendo con las normas básicas de bioseguridad. Cada pezón fue limpiado cuidadosamente con toallas desechables para eliminar suciedad visible. Posteriormente, se aplicó alcohol al 70 % como desinfectante, dejándolo actuar durante aproximadamente 30 segundos para garantizar una adecuada asepsia del área.

3.3.3. Toma de muestras

Se descartaron los primeros tres a cuatro chorros de leche, con el objetivo de depurar el canal del pezón y reducir el riesgo de contaminación. A continuación, se extrajeron aproximadamente 2 mL de leche de cada cuarto mamario, depositándolos en las celdas

correspondientes de la paleta para el California Mastitis Test (CMT), manteniendo siempre la placa en posición horizontal. Durante el procedimiento se controló la higiene entre animales, cambiando guantes y limpiando la paleta cuando fue necesario.

3.3.4. Evaluación clínica inicial

Antes de aplicar el reactivo, se realizó una observación de la leche obtenida para detectar la presencia de grumos, cambios en la consistencia u otros signos visibles de mastitis clínica. En caso de identificarse alteraciones, estas fueron registradas en la ficha de campo para su posterior análisis.

3.3.5. California Mastitis Test (CMT)

En cada celda se colocó 2mL aproximadamente del reactivo CMT. Posteriormente, el contenido fue mezclado con movimientos circulares suaves durante 10 a 15 segundos. La lectura se realizó entre los 10 y 20 segundos posteriores a la mezcla, observando el grado de viscosidad o gelificación producido por la reacción. Las respuestas fueron clasificadas en cuatro categorías: negativo (-), positivo leve (+), positivo moderado (++), y positivo fuerte (+++). Se consideró a una vaca positiva a mastitis subclínica cuando al menos uno de sus cuartos mamarios presentó una reacción positiva (+) o mayor.

Los resultados obtenidos por cada cuarto mamario (anterior derecho, anterior izquierdo, posterior derecho y posterior izquierdo) fueron registrados en la ficha de campo. Al finalizar la jornada, la paleta fue limpiada con agua y detergente, posteriormente enjuagada y desinfectada.

En los casos en que se detectaron animales con mastitis clínica o subclínica (+++), se tomaron muestras adicionales de leche para el análisis de composición y la identificación del agente patógeno mediante pruebas de laboratorio. Estas muestras fueron conservadas y transportadas bajo condiciones adecuadas para su posterior procesamiento.

3.3.6. Registro de información

La información registrada en las fichas de campo fue digitalizada en una base de datos en Microsoft Excel, lo que permitió el cálculo de la prevalencia de mastitis. Además, las fichas físicas fueron archivadas y la base de datos fue respaldada en línea como parte del proceso de registro de información del estudio.

3.4. Diseño estadístico

Los datos se analizaron mediante estadística descriptiva e inferencial para estimar la prevalencia de mastitis clínica y subclínica en vacas lecheras de la parroquia Sinincay. Se calculó la prevalencia total y la prevalencia específica por cada cuarto mamario expresada en porcentaje, y se describieron los grados de reacción del California Mastitis Test (CMT). En los casos donde se registraron reacciones +++ de mastitis clínica o subclínica, se tomaron muestras de leche para la identificación del agente patógeno mediante análisis microbiológico.

Para establecer el posible efecto de la mastitis en la leche del cuartillo afectado, se compararon los resultados analíticos con los estándares oficiales. Se emplearon estadísticas descriptivas para el resumen de los datos del estudio. Para las variables cuantitativas se reportaron la media, desviación estándar, mediana y rango (mín-max). La mastitis clínica y subclínica se expresó en porcentajes, en total y por cuartillo, y se reportó el intervalo de confianza del 95% (IC 95%) como medida de precisión. La comparación con los valores de referencia se realizó de forma descriptiva, sin pruebas estadísticas de significancia, dada la naturaleza del análisis realizado en el estudio.

Para comparar los parámetros fisicoquímicos de la leche entre los grupos CMT+ (n=8) y CMT- (n=7) se aplicó una prueba t de Student para dos muestras independientes, empleando un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$. Además, para evaluar la asociación entre

la condición CMT (positivo/negativo) y las variables categóricas (grado, cuarto mamario y raza), se construyeron tablas de correlación y se estimaron los valores p mediante chi-cuadrado de Pearson cuando los conteos esperados fueron suficientes, y prueba exacta de Fisher cuando existieron frecuencias bajas; en todos los contrastes se mantuvo $\alpha = 0,05$.

El procesamiento y análisis de datos se realizó utilizando el paquete estadístico Microsoft Excel 2021 y los resultados se presentaron en tablas y gráficos para facilitar la interpretación y comprensión. Los resultados se expresarán en porcentajes para su interpretación y se representarán en tablas y gráficos.

3.5. Operacionalización de variables

3.5.1. Variable Dependiente

Tabla 1. Variable dependiente: Vaca lechera

Concepto	Categoría	Indicadores	Variables
Mamífero domestico criado con fines de producción de leche carne y otros derivados.	Biológica: Animal de producción	-Número total de vacas en ordeño -Identificación por finca.	Cuantitativa

3.5.2. Variables Independientes

Tabla 2. Variables independientes

Concepto	Categoría	Indicadores	Variables
----------	-----------	-------------	-----------

<p>La mastitis subclínica refiere a la inflamación del tejido mamario, caracterizada por un aumento de células somáticas.</p>	<p>Sanitaria- patológica</p>	<p>-Resultado de CMT por cuarto mamario Grado de reacción (-),(+),(++),(+++).</p>	<p>Cualitativa</p>
<p>La mastitis clínica es la inflamación de la glándula mamaria tanto en la ubre como en la leche, correspondiente a la forma evidente de la enfermedad.</p>	<p>Sanitaria- patológica</p>	<p>-Presencia de grumos o coágulos y cambios de color de la leche -Resultado positivo en la prueba de fondo oscuro.</p>	<p>Cualitativa</p>
<p>Proteína, grasa, lactosa es un conjunto de componentes presentes en la leche, que permite evaluar su calidad nutricional y composición.</p>	<p>Físico-química</p>	<p>Valor porcentual obtenido con analizador milkotester</p>	<p>Cuantitativa</p>

<p>La raza bovina es el grupo genético al que pertenece el animal y que determina sus características morfológicas y su desempeño productivo.</p>	<p>Biológica</p>	<p>-Holstein -Jersey -Otras</p>	<p>Cualitativa</p>
<p>La edad se define como el tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta la toma de muestra.</p>	<p>Biológica</p>	<p>Edad registrada en años</p>	<p>Cuantitativa</p>
<p>El manejo posordeño son prácticas de higiene y cuidado del pezón inmediatamente después del ordeño, que previenen infecciones mamarias.</p>	<p>Productiva</p>	<p>-Uso de sellador -Amamantamiento -Ninguno</p>	<p>Cualitativa</p>

3.6. Consideraciones Éticas

En el desarrollo de esta investigación se dio prioridad absoluta al cuidado y respeto de los animales, comprendiendo el bienestar animal como la condición física y emocional en la que se encuentra un ser vivo según el entorno donde se desarrolla. Este concepto se alinea en función de los lineamientos establecidos por la Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA) (Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA), 2025). Se destaca que en el proceso de evaluación se buscó minimizar signos de estrés en los individuos mediante un manejo tranquilo y responsable. De igual forma, se mantuvo con precaución y respeto la realización de las actividades de higiene, desinfección y toma de muestras

Se consideró que en la identificación de casos de mastitis subclínica y por ende el establecimiento de su prevalencia en la parroquia Sinincay permiten a los productores tomar decisiones a tiempo para el manejo de sus animales, por lo que de cierta forma las molestias leves y momentáneas al generarse durante el estudio son de carácter mínimo en relación a los beneficios sanitarios, productivos y económicos.

El estudio se realizó con autorización expresa de los propietarios, quienes fueron informados claramente sobre los objetivos y la metodología. Además, estuvo supervisado de forma continua por profesionales veterinarios, garantizando el cumplimiento de criterios éticos y técnicos, conforme a las normas de bienestar y sanidad animal.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización muestral

En la Tabla 3 se indica que se evaluaron 157 vacas lecheras pertenecientes a unidades productivas de la parroquia Sinincay. La composición de razas estuvo dominada por Holstein representando el 82,2% mientras que el 17.8% fue de Jersey.

Tabla 3. Distribución de la muestra según la raza

Raza	n	Porcentaje
Holstein	129	82.2%
Jersey	28	17.8%
Total	157	100%

Por otro lado, la edad registrada se indica en la Tabla 4, en la cual se concentró principalmente entre 2 y 6 años ($n = 155$), con una mediana de 4 años y un promedio aproximado de 4,06 años, lo que describe una población mayoritariamente adulta y en etapa productiva.

Tabla 4. Distribución según la edad (años)

n	Media \pm DE	Mediana	Mín-Máx
157	4.07 \pm 1.11	4 [3-5]	2-6

Esta estructura muestral es relevante para interpretar la mastitis subclínica, porque los sistemas lecheros con predominio de razas especializadas y vacas en lactancias avanzadas suelen reportar mayor presión de infección, especialmente si el ordeño y el manejo de cama/ambiente no están estandarizados. En Ecuador, se han documentado prevalencias elevadas usando CMT en contextos productivos similares, lo que indica que la composición del resultado del hato por sí sola no explica los valores finales, sino que debe

analizarse junto al manejo sanitario y la rutina de ordeño (Bonifaz & Conlago, 2016) (Avellán, et al., 2019). En ese mismo sentido, trabajos en la región sierra del Ecuador muestran que, aun con hatos lecheros la magnitud de mastitis varía de forma importante entre unidades productivas, en función de factores operativos como tipo de ordeño, condiciones de humedad y prácticas de higiene, lo que ayuda a contextualizar por qué dos poblaciones con razas y edades comparables pueden tener prevalencias muy diferentes (Ormaza, Rueda, Huera, & Ibarra, 2022).

4.2. Prevalencia de mastitis subclínica

La presencia de mastitis subclínica se encuentra representado en la Tabla 5, la cual estuvo concentrada en 8 de 157 vacas ya que presentaron al menos un cuarto mamario con reacción positiva al CMT, lo que corresponde a una prevalencia general de 5,1%. En la mayoría de los casos positivos, la afectación fue localizada ya que 7 vacas presentaron en un solo cuarto positivo, mientras que 1 vaca presentó en los cuatro cuartos positivos, evidenciando un patrón compatible con infección más extendida en ese individuo.

Tabla 5. Prevalencia de mastitis subclínica en la muestra analizada

Resultado	Positivos (n)	Total (n)	Prevalencia	IC 95%
Mastitis subclínica (CMT +)	8	157	5.1%	2.2–9.8%

La prevalencia encontrada en este estudio contrasta con reportes ecuatorianos donde el CMT identifica prevalencias considerablemente más altas: en Cayambe se registraron 64%–66% (con dos etapas de muestreo) (Bonifaz & Conlago, 2016) y en Manabí se reportó 38,57% (Avellán, et al., 2019). En Carchi, a nivel de unidades productivas, se reportó 35,71% (Ormaza, Rueda, Huera, & Ibarra, 2022). La diferencia no

necesariamente implica que el problema sea inexistente en Sinincay; más bien sugiere que, en la población y el momento del muestreo la proporción de individuos detectables por CMT fue menor, lo que puede estar asociado a prácticas locales de ordeño, condiciones ambientales puntuales o criterios operativos. En estudios comparativos, también se ha mostrado que el tipo de ordeño se asocia con variaciones en prevalencia y carga sanitaria, tal es el caso de Pernambuco, Brasil que se observó que los hatos con ordeño mecánico presentaron prevalencias mayores que los de ordeño manual lo que refuerza que el proceso de ordeño y su control influyen en el comportamiento del indicador (Ruiz, y otros, 2013). Por lo tanto, la prevalencia baja reportada se interpreta como una situación epidemiológica local con incertidumbre acotada por el IC, y no como evidencia de ausencia de riesgo.

En esta investigación no se realizó la identificación de los agentes causales mediante cultivo, aislamiento u otras pruebas confirmatorias, porque durante el periodo de evaluación no se evidenciaron ni se registraron casos compatibles con mastitis clínica. Al no contar con animales que presentaran signos clínicos claros (alteraciones visibles de la ubre y/o cambios macroscópicos en la leche), no se activó la toma de muestras diagnósticas orientadas a la caracterización etiológica, por lo que el análisis se centró en la detección de mastitis subclínica mediante CMT y en la descripción de los resultados obtenidos, sin atribuir los casos positivos a patógenos específicos.

4.3. Distribución por cuarto mamario

Considerando que el número muestral fue de 157 vacas y por cada individuo se tiene 4 cuartos entonces resulta en un total de 628 cuartos mamarios evaluados; a partir de los cuales se registraron 11 cuartos positivos, lo que representa una prevalencia por cuarto mamario de 1,8% (Tabla 6).

Tabla 6. Prevalencia global por cuarto mamario

Unidad	Positivos (n)	Total (n)	Prevalencia	IC 95%
Cuartos				
mamarios (4 por vaca)	11	628	1.8%	0.9–3.1%

La distribución por ubicación del cuarto mamario se indica en la Tabla 7, la cual mostró mayor frecuencia en cuartos anteriores: 2.5% anterior derecho (4 de 157), 1.9% anterior izquierdo (3 de 157), 0.6% posterior derecho (1 de 157) y 1.9% de posterior izquierdo (3 de 157). De esta manera, los cuartos anteriores concentraron 7 de 11 resultados positivos, lo que sugiere una tendencia de mayor detección en esta región mamaria dentro de la población muestreada.

Tabla 7. Prevalencia por ubicación del cuarto mamario

Cuarto	Positivos (n)	Total (n)	Prevalencia	IC 95%
AD	4	157	2.5%	0.7–6.4%
AI	3	157	1.9%	0.4–5.5%
PD	1	157	0.6%	0.0–3.5%
PI	3	157	1.9%	0.4–5.5%

Este tipo de análisis por cuarto mamario es útil porque muestra que la infección no se distribuye homogéneamente en la ubre y orienta decisiones prácticas de monitoreo focalizado como el sellado, manejo de pezones, revisión del orden de ordeño y evaluación del equipo. En Manabí, por ejemplo, el mayor porcentaje de cuartos afectados se concentró en posterior derecho (30,68%), con diferencias frente a posterior izquierdo, lo cual confirma que los “sitios problema” pueden variar entre poblaciones y rutinas

productivas (Avellán, et al., 2019). Asimismo, estudios ecuatorianos con CMT señalan que, cuando no se consolidan buenas prácticas de ordeño, la distribución por cuarto tiende a reflejar fallas operativas repetitivas como el pre-dipping/post-dipping, secado, contaminación cruzada y ajustes del equipo, más que un patrón anatómico fijo (Bonifaz & Conlago, 2016) (Ormaza, Rueda, Huera, & Ibarra, 2022). En este caso, la mayor proporción en anteriores sugiere revisar especialmente técnica de preparación de ubre y contacto con superficies como en cama, estiércol, humedad; porque son factores que modifican la carga bacteriana ambiental que llega al pezón.

4.4. Prevalencia según raza y grupos de edad

En la Tabla 8, se indica la prevalencia según la raza, en donde la tasa de positividad se observó en 5.4% Holstein (7 de 129) y 3.6% Jersey (1 de 28).

Tabla 8. Prevalencia de CMT positivo según raza

Raza	CMT + (n)	Total (n)	Prevalencia	IC 95%
Holstein	7	129	5.4%	2.2–10.9%
Jersey	1	28	3.6%	0.1–18.3%

En la Tabla 9, se indica la prevalencia en función de los grupos de edad, en donde la mayor proporción de positivos se concentró con 9.1% en animales de 4 años (4 de 44), 5.1% en el grupo de 5–6 años (3/59) y 1.9% de 2–3 años (1 de 52). Estos resultados describen una mayor detección en edades intermedias dentro del rango productivo muestreado.

Tabla 9. Prevalencia de mastitis subclínica según la edad

Edad (años)	CMT+ (n)	Total (n)	Prevalencia	IC 95%
2-3	1	52	1.9%	0.0–10.3%
4	4	45	8.9%	2.5–21.2%

5-6	3	60	5.0%	1.0–13.9%
Total	8	157	5.1%	2.2–9.8%

En términos operativos, el predominio de positivos en Holstein también es consistente con el hecho de que esta raza es la mayoritaria del hato y suele estar vinculada a sistemas con mayor exigencia productiva, lo cual puede aumentar la susceptibilidad si el manejo sanitario no compensa esa demanda. La frecuencia de mastitis subclínica en estudios ecuatorianos y regionales tiende a aumentar en vacas con más lactancias o más días en producción. Sin embargo, este efecto es diferente en cada sistema (Avellán, et al., 2019) (Ormaza, Rueda, Huera, & Ibarra, 2022). En Manabí, constataron que la mayoría de vacas positivas eran multíparas y eran de las primeras lactancias. Esto enfatiza que la consideración de la edad, además de la historia reproductiva y la etapa de lactancia, es relevante. Estas son variables que tienden a explicar mejor el riesgo biológico y de manejo (Avellán, et al., 2019). De esta forma, en el presente estudio, al ser descriptivo, estas tendencias sirven sobre todo para priorizar vigilancia en los segmentos donde apareció el mayor porcentaje observado.

4.5. Análisis de grado de mastitis subclínica

En la Tabla 10, se indica que entre los animales CMT positivos, la gran mayoría (87,5%) presentaron un solo cuarto afectado (Grado 1), mientras que solo un caso tuvo cuatro cuartos afectados (Grado 2). Sin embargo, esta diferencia no resultó estadísticamente significativa, probablemente debido al tamaño muestral reducido. De igual forma, se analiza si la distribución de cuartos mamarios positivos difiere según el grado de mastitis, por lo que no se encontraron diferencias significativas siendo así que la afectación de cuartos (derecho, izquierdo, anterior o posterior) no dependió del grado de la infección.

Tabla 10. Comparación de grados de mastitis subclínica y cuartos mamarios entre CMT+

Factor	Grupo Grado 1 (n=7)	Grupo Grado 2 (n=1)	Valor p	Significativo ($\alpha=0,05$)
Distribución de Grados	87,5%	12,5%	0,070	No significativa
Cuarto mamario AD	3 cuartos	1 cuarto	1,000	No significativa
Cuarto mamario AI	2 cuartos	1 cuarto	0,375	No significativa
Cuarto mamario PD	0 cuartos	1 cuarto	0,125	No significativa
Cuarto mamario PI	2 cuartos	1 cuarto	0,375	No significativa

El predominio de casos con un solo cuarto afectado es comparable con estudios que señalan las formas iniciales o más leves de mastitis subclínica suelen localizarse en uno o dos cuartos, mientras que casos con múltiples cuartos afectados son menos frecuentes (González et al., 2021). La ausencia de significancia estadística puede relacionarse con la baja proporción de animales con grados más avanzados, lo que refuerza la recomendación de monitoreos continuos para detectar tempranamente estos casos. Por otro lado, en la presente investigación los cuartos mamarios no presentaron diferencias significativas en su implicación según el grado, esto concuerda con estudios que indican que la distribución de cuartos afectados puede ser variable y no seguir un patrón fijo (Sánchez et al., 2020). Sin embargo, la detección de cuartos afectados, aunque no varíe por grado, sigue siendo clave para la implementación de tratamientos focalizados.

En la Tabla 11, se comparan las edades de los animales CMT positivos y negativos. Aunque los positivos tuvieron una edad media algo mayor de 4,50 años frente a 4,05 años, por lo que esta diferencia no fue estadísticamente significativa, lo que indica que la edad no parece ser un factor determinante en la positividad. De igual manera, se compara la

positividad entre razas (Holstein vs. Jersey) pero tampoco se observó una diferencia significativa en la proporción de positivos entre ambas razas, sugiriendo que la prevalencia de mastitis subclínica fue similar entre Holstein y Jersey en este grupo de estudio.

Tabla 11. Comparación de edad y raza de animales entre CMT+

Factor	Grupo Grado 1 (n=7)	Grupo Grado 2 (n=1)	Valor p	Significativo ($\alpha=0,05$)
Edad (años)	Media: 4,50	Media: 4,05	0,32	No significativa
Raza	CMT+: 7 CMT-: 122 129 en total	CMT+: 1, CMT-: 27 28 en total	1,000	No significativa

En relación con la edad, aunque los animales positivos tuvieron una media levemente superior, no se alcanzó significación estadística, por lo que investigaciones como la de Lora & Torres (2022) sugieren que, si bien la edad puede influir en la incidencia de mastitis, su impacto no siempre es lineal, ya que otros factores, como manejo o historial de infecciones que pueden ser más representativas. Por otro lado, la ausencia de diferencias en la prevalencia de mastitis entre Holstein y Jersey coincide con estudios recientes que destacan que la susceptibilidad a mastitis subclínica depende más de prácticas de manejo y condiciones de cada explotación que de la raza en sí (Hernández et al., 2021). Esto refuerza la idea de que los planes de control deben ser aplicados transversalmente, independientemente de la genética del rebaño.

4.6. Caracterización composicional de la leche en vacas CMT + y CMT - (Milkotester)

Los parámetros composicionales obtenidos con el Milkotester en los ocho individuos se indican en la Tabla 12, los cuales muestran una variabilidad marcada, especialmente

en el contenido de grasa. La grasa (G) muestra promedios de 2.21% y DE 1.45, y un amplio rango entre 1.10% y 4.32%, significando importante heterogeneidad entre las muestras. Esta dispersión podría asociarse a diferencias individuales, la etapa de lactancia, el manejo de ordeño, y en un contexto de mastitis, a trastornos inflamatorios que alteran la fracción lipídica y el rendimiento de sólidos. En contraste, la proteína (P) muestra un promedio de 3.49%, DE 0.21, y un rango más acotado entre 3.27% y 3.80%, lo que indica una menor dispersión en comparación a la grasa. Los sólidos no grasos (SNG) promedian 9.40% (DE 0.56) con un rango de 8.81% a 10.24%, la lactosa (L) 5.04% (DE 0.31) con un rango de 4.70%–5.50%. Este comportamiento resulta de considerar el 5.04% de lactosa, un valor que se considera por lo general indicativo de un proceso inflamatorio. Este rango y posteriormente la atribuible a la fisiopatológico en la síntesis y la endurecida de la barrera mamaria. La densidad promedio (D) es 30.95 (DE 2.11) con un rango de 29.30 a 34.30, lo que correlaciona con la variación de SNG y la fracción soluble. En cuanto a S1, la media fue 0,77 (DE 0,05), con un rango estrecho, lo que sugiere relativa estabilidad del componente mineral reportado. El punto crioscópico (PC) tuvo media 0,587 (DE 0,040), y Ag fue 0,0% en todas las muestras, lo que es coherente con ausencia de evidencia de dilución con agua. De esta forma, la Tabla 10 describe una matriz de leche con variación composicional predominante en grasa y, en menor medida, en SNG y lactosa, variables que son útiles para discutir calidad y posibles efectos de procesos subclínicos en la secreción láctea.

Tabla 12. Análisis de Milkotester en los 8 individuos CMT +

Parámetro	Media	DE	Mediana	Mín-Máx
Grasa, G (%)	2,21	1,45	1,25	1,10–4,32
Proteína, P (%)	3,49	0,21	3,44	3,27–3,80

Sólidos No Grasos (%)	9,40	0,56	9,27	8,81–10,24
Lactosa, L (%)	5,04	0,31	4,95	4,70–5,50
Densidad	30,95	2,11	29,80	29,30–34,30
Sales minerales	0,77	0,05	0,75	0,72–0,84
Punto crioscópico	0,587	0,040	0,590	0,539–0,639
Agua añadida, Ag	0,00	0,00	0,00	0,00–0,00

En el caso de la Tabla 13, se detallan análisis de la composición de la leche y el grado de positividad al CMT. Se presenta la diferencia entre vacas con un cuarto positivo ($n = 7$) y vacas con cuatro cuartos positivos ($n = 1$). En el grupo con un cuarto infectado, la grasa fue de $2.35 \pm 1.51\%$. El alto grado de dispersión coincide con la variación ya descrita en la Tabla 10. La media de proteína en este grupo fue de $3.45 \pm 0.18\%$, SNG $9.28 \pm 0.49\%$, y lactosa $4.97 \pm 0.27\%$. Estos promedios describen una composición bastante consistente, aunque con varias fluctuaciones, que puedan corresponder a diferencias individuales y el grado de deterioro funcional del cuarto que se encontraba afectado. En el caso de cuatro cuartos positivos, el valor registrado mostró 3.80% de proteína, 10.24% de SNG y 5.50% de lactosa, con D 34.30, que son cifras por encima de los promedios del grupo de un cuarto. Sin embargo, esta diferencia no debe interpretarse como una tendencia poblacional, porque corresponde a un solo individuo, sin posibilidad de estimar la variabilidad o aplicar pruebas de significancia.

Este resultado sugiere que, aunque haya positividad en los resultados de CMT, los parámetros de composición pueden no seguir un comportamiento coherente, pudiendo ser influenciados por la concentración de sólidos, la dinámica de agua de la leche, la alimentación y la etapa productiva.

En este mismo caso, la grasa fue 1,25%, inferior al promedio del grupo de un cuarto, lo que refuerza que la grasa puede responder de forma más errática ante cambios fisiológicos o inflamatorios. El PC fue 0,639 frente a $0,579 \pm 0,037$ en el grupo de un cuarto, y Ag se mantuvo en 0,0, lo que descarta, dentro de la lectura del equipo, dilución por agua como explicación de las diferencias. Por lo tanto, la Tabla 11 permite una comparación útil para describir el comportamiento composicional según extensión del CMT, pero su interpretación debe enfatizar el carácter descriptivo y la limitación del tamaño muestral del grupo de cuatro cuartos positivos.

Tabla 13. Análisis de Milkotester por cuarto mamario en los 8 individuos CMT +

Parámetro	1 cuarto CMT+ (n = 7)	4 cuartos CMT+ (n = 1)
	Media \pm DE	Valor
Grasa, G (%)	2,35 \pm 1,51	1,25
Proteína, P (%)	3,45 \pm 0,18	3,80
Sólidos No Grasos (%)	9,28 \pm 0,49	10,24
Lactosa, L (%)	4,97 \pm 0,27	5,50
Densidad	30,47 \pm 1,75	34,30
Sales minerales	0,756 \pm 0,041	0,84
Punto crioscópico	0,579 \pm 0,037	0,639
Agua añadida, Ag	0,00 \pm 0,00	0,00

Desde el punto de vista fisiopatológico, la mastitis subclínica puede alterar la composición de la leche por daño epitelial, aumento de permeabilidad y cambios en el equilibrio iónico; así como también en el incremento del conteo de células somáticas que

se relaciona con modificaciones importantes. En Nariño, Colombia, se determinó que un conteo elevado de células somáticas se asocia con efectos negativos sobre proteína, caseína y producción, evidenciando que la calidad sanitaria impacta la fracción útil para derivados lácteos, incluso cuando los cambios no son evidentes a simple vista (Jurado, Solarte, Burgos, González , & Rosero, 2020). De la misma forma, se ha reportado que la mastitis subclínica reduce el rendimiento de productos como queso, y que el rendimiento se vincula directamente al componente sanitario medido por células somáticas, lo cual conecta tus mediciones composicionales con implicaciones productivas reales (Calderón, y otros, 2011). Es por ello que, aunque la prevalencia fue baja, la caracterización composicional en positivos es valiosa debido a que muestra el tipo de leche que podría generar problemas productivos como una menor aptitud tecnológica o decisiones de descarte en función de los estándares aplicados en centros de acopio.

La Tabla 14 indica los resultados del Milkotester en 7 individuos CMT-, mostrando una composición láctea globalmente estable en la mayoría de variables, con excepción de la grasa, que presenta la mayor variabilidad. La grasa (G) alcanzó una media de 3,44% con DE=2,12, mediana 3,50% y un rango amplio (0,78–7,68%), lo que sugiere fluctuaciones marcadas entre individuos. Por otro lado, la proteína (P) fue más homogénea ($3,37 \pm 0,25\%$; mediana 3,32%; 3,10–3,78%) y los sólidos no grasos (SNG) se mantuvieron en valores consistentes ($9,07 \pm 0,68\%$; mediana 8,94%; 8,34–10,20%). La lactosa presentó una media de 4,86% (DE=0,37), mediana 4,80% y rango 4,50–5,50%, reflejando variación moderada. La densidad mostró dispersión intermedia ($29,27 \pm 2,85$; mediana 28,80; 24,90–33,80), mientras que las sales minerales fueron relativamente estables ($0,74 \pm 0,06$; mediana 0,73; 0,67–0,83). El punto crioscópico se ubicó en torno a $0,571 \pm 0,044$ (mediana 0,562; 0,510–0,642), sin patrones compatibles con dilución

marcada; esto se confirma con agua añadida (Ag) = 0,00 en todos los casos, indicando ausencia de evidencia de adición de agua en las muestras evaluadas.

Tabla 14. Análisis de Milkotester en los 7 individuos CMT -

Parámetro	Media	DE	Mediana	Mín-Máx
Grasa, G (%)	3.44	2.12	3.50	0.78 – 7.68
Proteína, P (%)	3.37	0.25	3.32	3.10 – 3.78
Sólidos No Grasos (%)	9.07	0.68	8.94	8.34 – 10.20
Lactosa, L (%)	4.86	0.37	4.80	4.50 – 5.50
Densidad	29.27	2.85	28.80	24.90 – 33.80
Sales minerales	0.74	0.06	0.73	0.67 – 0.83
Punto crioscópico	0.571	0.044	0.562	0.642 – 0.510
Agua añadida, Ag	0.00	0.00	0.00	0.00 – 0.00

La Tabla 15 compara los parámetros composicionales de leche entre animales CMT+ (n=8) y CMT- (n=7), mostrando que, aunque existen diferencias numéricas en algunas medias, ninguna alcanza significancia estadística con $\alpha=0,05$. En grasa, los CMT+ presentan una media menor ($2,21 \pm 1,45\%$) frente a CMT- ($3,44 \pm 2,12\%$), pero la alta dispersión, especialmente en CMT-, hace que la diferencia no sea concluyente ($p=0,224$). La proteína tiende a ser ligeramente mayor en CMT+ ($3,49 \pm 0,21\%$) respecto a CMT- ($3,37 \pm 0,25\%$), sin evidencia estadística de diferencia ($p=0,338$). De forma similar, los sólidos no grasos y la lactosa muestran medias algo superiores en CMT+ ($9,40 \pm 0,57\%$ y $5,04 \pm 0,31\%$) frente a CMT- ($9,07 \pm 0,68\%$ y $4,86 \pm 0,37\%$), pero los valores de $p=0,333$ y $p=0,331$ indican que estas variaciones pueden deberse al azar dada la

variabilidad y el tamaño muestral reducido. La densidad es mayor en CMT+ ($30,95 \pm 2,11$) que en CMT- ($29,27 \pm 2,85$), aunque también sin diferencia significativa ($p=0,226$), y las sales minerales presentan un patrón comparable (ligero aumento en CMT+: $0,77 \pm 0,05$ vs $0,74 \pm 0,06$; $p=0,318$). El punto crioscópico es apenas superior en CMT+ ($0,59 \pm 0,040$) respecto a CMT- ($0,571 \pm 0,044$), sin evidencia de diferencia ($p=0,401$). Finalmente, agua añadida se mantuvo en $0,00 \pm 0,00$ en ambos grupos, por lo que no es posible aplicar una prueba inferencial (N/A); por lo que, en términos prácticos, los datos reportados no sugieren adición de agua. De esta forma, los resultados indican que, en esta muestra la positividad al CMT no se asocia a cambios composicionales detectables por Milkotester; sin embargo, esta ausencia de significancia debe interpretarse considerando que el tamaño muestral fue pequeño y existió la variabilidad observada en algunos parámetros.

Tabla 15. Comparación estadística de análisis de Milkotester entre individuos CMT + y CMT -

Parámetro	CMT+	CMT -	Valor p
	(n = 8)	(n = 7)	$\alpha = 0.05$
	Media \pm DE	Media \pm DE	
Grasa, G (%)	$2,21 \pm 1,45$	$3,44 \pm 2,12$	0,224
Proteína, P (%)	$3,49 \pm 0,21$	$3,37 \pm 0,25$	0,338
Sólidos No Grasos (%)	$9,40 \pm 0,57$	$9,07 \pm 0,68$	0,333
Lactosa, L (%)	$5,04 \pm 0,31$	$4,86 \pm 0,37$	0,331
Densidad	$30,95 \pm 2,11$	$29,27 \pm 2,85$	0,226

Sales minerales	$0,77 \pm 0,05$	0.74 ± 0.06	0,318
Punto crioscópico	$0,59 \pm 0,040$	0.571 ± 0.044	0,401
Agua añadida, Ag	$0,00 \pm 0,00$	0.00 ± 0.00	N/A

En los resultados del Milkotester, los promedios de grasa, proteína, sólidos no grasos, lactosa, densidad, sales minerales y punto crioscópico no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras CMT+ y CMT- (todos los valores $p > 0,05$), lo que sugiere que, en este conjunto de animales, la reacción positiva al CMT pudo corresponder a procesos subclínicos leves en donde la respuesta inflamatoria no alcanzó un nivel suficiente para generar cambios composicionales detectables. Estos resultados son comparable con el hecho de que el CMT es una prueba de tamizaje que se asocia al incremento de células somáticas y permite aproximar el nivel de mastitis subclínica a partir de puntajes por cuarto, pero no necesariamente refleja de forma directa el impacto sobre cada componente de la leche (Mansilla et al., 2001). Además, se indica que los efectos negativos sobre parámetros como proteína/caseína y rendimiento tienden a hacerse más evidentes cuando el conteo de células somáticas supera umbrales altos (conteo > 500.000), por lo que, si las infecciones fueron heterogéneas, la variabilidad natural, especialmente en grasa, puede enmascarar diferencias reales con tamaños muestrales pequeños (Avellán, et al., 2019) (Velez, 2019) (Jurado et al., 2020). Al no contar con confirmación microbiológica como cultivo celular o identificación molecular como Cadena de la Polimerasa (PCR), la interpretación es limitada porque distintos agentes causales generan patrones de respuesta diferentes asociados a mastitis, lo que indica la necesidad de caracterización microbiológica para contextualizar mejor los cambios en la calidad fisicoquímica de la leche (Ramírez, Pineda, & Vargas, 2017).

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

En la parroquia Sinincay se evaluaron 157 vacas lecheras, con predominio de la raza Holstein (82,2%) y menor proporción de Jersey (17,8%). La edad del hato se ubicó en un rango productivo de 2 a 6 años, con media $4,07 \pm 1,11$ años y mediana 4 años.

La prevalencia de mastitis subclínica determinada mediante CMT a nivel animal fue de 5,1% con IC 95%: 2,2%–9,8%, lo que indica una frecuencia baja de animales positivos en el momento del muestreo, pero con precisión cuantificada mediante el intervalo de confianza. Se identificó una prevalencia baja de positividad, lo que sugiere que en el periodo evaluado y bajo las condiciones de manejo registradas, la proporción de vacas con evidencia compatible con mastitis subclínica fue limitada. Sin embargo, el intervalo de confianza asociado a la estimación indica que existe incertidumbre inherente al muestreo y que la presencia del problema no puede considerarse nula, sino controlada dentro del contexto local.

Junto a 627 mamarios un cuarto fue analizado y se registraron 11 positivos, obteniendo así una 1.8% de prevalencia. De la distribución por cuartos se tienen las siguientes positivas: AD 2.5%; AI 1.9%; PI 1.9%; y PD 0.6%. No ocurre de manera uniforme la subclínica en la distribución, y hay cuartos que tienen un mayor número de reacciones positivas. Esto respalda la iniciativa de que el CMT sea considerado como un método de cribado funcional por cuartos. Esto permite encontrar y identificar, dentro del animal, la presencia de focos positivos; además, a los negativos se les pueden aplicar estrategias de manejo específicas al ordeño. La única positividad en los cuatro cuartos mamario es un caso que evidencia pese a la baja prevalencia global esto puede presentarse en animales con afectación extensa y alto potencial de diseminación si no se detectan a tiempo.

En la caracterización por subgrupos, la positividad fue Holstein 5,4% y Jersey 3,6%. Por edad, se observó mayor proporción en 4 años 8,9%, seguida de 5–6 años 5,0% y 2–3 años 1,9%. Estas diferencias se interpretan que dado el número reducido de casos positivos, estos patrones deben interpretarse como tendencias descriptivas útiles para priorizar vigilancia y no como asociaciones concluyentes.

Para los casos CMT positivos donde se registraron lecturas de Milkotester ($n = 8$), los parámetros evidencian variabilidad, sobre todo en la composición de grasa: grasa $2,21 \pm 1,45\%$, proteína $3,49 \pm 0,21\%$, sólidos no grasos $9,40 \pm 0,56\%$, lactosa $5,04 \pm 0,31\%$ y punto crioscópico $0,587 \pm 0,040$. En todas las lecturas, el equipo reportó agua añadida 0,00, lo que no sugiere dilución de acuerdo al algoritmo del analizador. De acuerdo a lo anterior, hubo variabilidad entre muestras en cuanto a grasa y en menor proporción en sólidos no grasos y en lactosa. Esta información es relevante para la calidad del producto en los cuartos afectados y su impacto en la aceptación comercial.

Los resultados indican que la mastitis subclínica detectada no presentó diferencias significativas ni en la distribución de grados, ni en la afectación de cuartos mamarios, ni en función de la edad o la raza. Esto sugiere que, en esta población, la mastitis subclínica se comportó de manera relativamente homogénea, sin factores claros de riesgo diferenciales.

Al comparar los grupos CMT+ ($n=8$) y CMT- ($n=7$) no se identificaron diferencias significativas en grasa ($p=0,224$), proteína ($p=0,338$), sólidos no grasos ($p=0,333$), lactosa ($p=0,331$), densidad ($p=0,226$), sales minerales ($p=0,318$) ni en el punto crioscópico ($p=0,401$), y en ambos grupos el parámetro de agua añadida se mantuvo en 0,00, sin evidencia de dilución. De esa forma en los animales evaluados, la condición CMT+ no se tradujo en cambios composicionales medibles por el Milkotester, lo que es compatible con una presentación subclínica de baja intensidad o localizagda; sin embargo es

importante considerar que el tamaño muestral reducido y la dispersión observada, especialmente en grasa, limitan la capacidad para detectar diferencias pequeñas.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda implementar un programa de monitoreo rutinario de mastitis subclínica basado en CMT, con periodicidad definida según la dinámica del hato, priorizando la evaluación por cuarto mamario.

Parece apropiado continuar estandarizando prácticas de ordeño, en especial las que tienen que ver con la higiene, como el secado, y la desinfección post-ordeño, así como el orden de ordeño, priorizando la reducción de contaminación cruzada.

En función de la calidad de la leche, se sugiere optimizar el control del grado de composición y sanidad del producto y, en la medida de lo posible, incorporar el recuento de células somáticas, o al menos el monitoreo indirecto de la prueba de mastitis California (CMT), a los controles de recolección, con la finalidad de disminuir las pérdidas por sanciones o rechazos.

Aumentar el tamaño de la muestra también es recomendable, así como incluir variables que faciliten la explicación del riesgo, como el número de partos, los días en lactancia, el tipo de ordeño, ciertas prácticas de higiene, y el estado de la infraestructura.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Avellán, R., Zambrano, M., De la Cruz, L., Cedeño, C., Delgado, M., Rezabala, P., & Macías, Y. (2019). Prevalencia de mastitis subclínica en el ganado bovino mediante la prueba California Mastitis Test en el cantón Rocafuerte de la provincia Manabí, Ecuador. *Revista Amazónica de Ciencia y Tecnología*, 62-70.
- Barbosa, J., Torres, M., & Delgado, P. (2018). Factores de transmisión de mastitis bovina en sistemas intensivos. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 31(3), 210-219.

- Bastidas , R., Cedeño, H., Barrera, A., & Villegas , I. (2025). Detección y análisis de la presencia de mastitis subclínica en vacas lecheras del cantón Balzar. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 7(1), 45-58.
- Bonifaz, N., & Conlago, L. (2016). *Prevalencia y etiología de la mastitis en ganado bovino lechero en la provincia de El Oro, Ecuador*. Universidad Técnica de Machala.
- Calderón, A., Arteaga, M., Rodríguez, V., Arrieta, G., Bermúdez , D., & Villareal, V. (2011). Efecto de la mastitis subclínica sobre el rendimiento en la fabricación del queso costeño. *Biosalud*, 10(3), 16-27.
- Chacha, G. (2025). *Prevalencia de mastitis clínica y subclínica e identificación de factores de riesgo ambientales en vacas lecheras*. Universidad Técnica de Ambato.
- Choquehuanca Choquenaira, N. (2025). *Prevalencia de mastitis subclínica en vacas y factores externos asociados en el distrito de Langui*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Contreras, G., & Rodríguez, M. (2011). Mastitis bovina: etiología y control. *Revista Científica FCV-LUZ*, 21(2), 102-110.
- Cortés, A. (2016). *Análisis de calidad de leche con equipos portátiles*. Editorial Agroindustria.
- Córtés, M. (2016). Evaluación de equipos portátiles para análisis de leche. *Revista Producción Animal*, 28(2), 95-103.
- Cusquillo, G., & López, M. (2025). *Prevalencia de mastitis mediante California Mastitis Test en vacas lecheras de una ganadería en Manabí, Ecuador*. Universidad de Guayaquil.
- Ferraro, L., Scaramelli, A., & Troya , H. (2025). Prevalencia de mastitis subclínica bovina y evaluación del California Mastitis Test. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, 35(2), 115-128.
- González , J., Morales, A., & Ruiz, L. (2020). Riesgos sanitarios asociados a la mastitis bovina. *Revista Salud Pública Veterinaria*, 5(1), 35-44.
- González, A., & Rojas, P. (2010). Mastitis bovina: diagnóstico clínico y control. *Revista Veterinaria Argentina*, 27(1), 15-26.
- González, J., Galán, A., Peláez, E., & De la Cruz, M. (2021). Distribución de los grados de mastitis subclínica en rebaños lecheros. *Revista de Salud Animal*, 43(3), 120-130.
- Hernández, F., Ramírez, P., & Ortiz, M. (2021). Efecto del manejo sobre la prevalencia de mastitis subclínica en razas lecheras. *Ciencia Pecuaria*, 19(3), 210-218.
- 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. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 11(2), 421-434.

- Linares Cubas, L. (2025). *Prevalencia de mastitis subclínica y sus factores asociados en vacas lecheras del distrito de Chugur, provincia de Hualgayoc, Cajamarca*. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Lora, F., & Torres, J. (2022). Edad y su relación con mastitis subclínica en bovinos. *Revista Iberoamericana de Salud Animal*, 44(2), 100-108.
- Malta, Y., Zambrano, J., Matute, J., Pinos, E., Dutan, J., Jácome, A., & Ayala, L. (2021). Efecto de mastitis subclínica sobre la fertilidad en vacas Holstein, criadas en el trópico alto del Ecuador. *La Técnica: Revista de las Agrociencias*, 82-94.
- Mansilla, A., Pedraza, C., Fajardo, P., & Agüero, H. (2001). Métodos de estimación del nivel de mastitis en vacas lecheras a partir de la determinación del Test de California para Mastitis (CMT) de sus cuartos individuales. *Agricultura Técnica*, 61(2).
- Minta Minta, R. (2025). *Prevalencia de mastitis subclínica en el ganado bovino en el cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi*. Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA). (2025). *Códigos y manuales sobre bienestar animal*.
- Ormaza, D., Rueda, R., Huera, D., & Ibarra, E. (2022). Mastitis bovina en el cantón Montúfar – Carchi. Prevalencia, agente causal y factores de riesgo. *AXIOMA: Revista Científica de Investigación, Docencia y Proyección Social*(26), 5-10.
- Pérez, R. (2022). Factores asociados a la prevalencia de mastitis subclínica en bovinos doble propósito. *Abanico Veterinario*, 12(1), 1-10.
- Ramírez, J. (2025). Prevalencia y factores predisponentes a mastitis subclínica en establos lecheros de la provincia de Trujillo. *Revista CEDAMAZ*, 4(2), 33-47.
- Ramírez, J., Pineda, C., & Vargas, D. (2017). Métodos de diagnóstico de mastitis bovina. *Revista Ciencia Animal*, 10(1), 45-55.
- Ramírez, H., & Pineda, J. (2012). Técnicas rápidas para detección de mastitis clínica. *Revista Zootécnica*, 7(1), 18-25.
- Ramos, C., Rivera, F., Corea, E., Leyton, L., & Rodríguez, J. (2018). Evaluación de un programa de sincronización e inducción de celos utilizando prostaglandina, GnRH y estradiol, considerando los factores que afectan el desempeño reproductivo en vacas lecheras. *Agrociencia*, 1(4), 36-46.
- Ruiz, A., Ponce, P., Gomes, G., Mota, R., Sampaio, E., Lucena, E., & Benone, S. (2013). Prevalencia de mastitis bovina subclínica y microorganismos asociados: comparación entre ordeño manual y mecánico, en Pernambuco, Brasil. *Revista de Salud Animal*, 33(1).
- Ruiz, F., Torres, M., & Paredes, D. (2019). Buenas prácticas ganaderas y control de mastitis. *Revista Agropecuaria del Ecuador*, 12(2), 88-96.

- Ruiz, L., & Sandoval, R. (2024). Diagnóstico de mastitis subclínica mediante CMT y citometría de flujo. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, 34(1), 55-67.
- Salamanca-Carreño, A., Vélez-Terranova, M., Barajas-Pardo, D., Tamasaukas, R., Jáuregui-Jiménez, R., & Parés-Casanova, P. (2023). *Evaluación de la prevalencia de mastitis subclínica en sistemas de producción bovina de doble propósito en Arauca, Colombia, mediante las pruebas CMT y EC*. Universidad de Pamplona.
- Sánchez Herencia, D. (2022). Mastitis subclínica bovina y factores de riesgo ambientales. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 33(1).
- Sánchez, L., Pérez, R., & Morales, A. (2020). Variabilidad en la afectación de cuartos mamarios en mastitis subclínica. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 52(3), 275-285.
- Serrano, L., & Vélez, P. (2018). Tecnologías rápidas para control de calidad de leche. *Revista Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 19(3), 521-530.
- Vásquez, A., & Maldonado, C. (2018). Importancia económica y sanitaria de la mastitis subclínica en la producción lechera. *Revista Agropecuaria de los Andes*, 15(2), 45-52.
- Velez, R. (2019). Prevalencia de mastitis subclínica en el ganado bovino del cantón Rocafuerte. *Revista RACYT*, 4(1), 22-30.
- Vergara, R., & Rodríguez, H. (2009). Mastitis subclínica y recuento de células somáticas. *Revista MVZ Córdoba*, 14(2), 1632-1640.

ANEXOS

Anexo 1.- Toma de muestras para análisis de mastitis subclínica

Anexo 2.- Análisis de caracterización de la leche CMT +





Anexo 3.- Análisis de caracterización de la leche CMT -

 <p>MILKOTESTER</p> <p>G= 3.50 P= 3.32 S= 8.94 L= 4.8 D=28.8 SI= 0.73 PC=0.562Ag= 0.0</p> <p>MENU EXIT UP CLEAN ENTER DN</p> <p>Master Eco ULTRASONIC MILK ANALYZER</p>	 <p>MILKOTESTER</p> <p>G= 3.55 P= 3.33 S= 8.98 L= 4.8 D=28.9 SI= 0.73 PC=0.565Ag= 0.0</p> <p>MENU EXIT UP CLEAN ENTER DN</p> <p>Master Eco ULTRASONIC MILK ANALYZER</p>
 <p>MILKOTESTER</p> <p>G= 3.50 P= 3.29 S= 8.86 L= 4.7 D=28.5 SI= 0.72 PC=0.557Ag= 0.0</p> <p>MENU EXIT UP CLEAN ENTER DN</p> <p>Master Eco ULTRASONIC MILK ANALYZER</p>	 <p>MILKOTESTER</p> <p>G= 2.95 P= 3.62 S= 9.77 L= 5.2 D=31.9 SI= 0.79 PC=0.617Ag= 0.0</p> <p>MENU EXIT UP CLEAN ENTER DN</p> <p>Master Eco ULTRASONIC MILK ANALYZER</p>
 <p>MILKOTESTER</p> <p>G= 0.78 P= 3.12 S= 8.41 L= 4.5 D=28.1 SI= 0.68 PC=0.510Ag= 0.0</p> <p>MENU EXIT UP CLEAN ENTER DN</p> <p>Master Eco ULTRASONIC MILK ANALYZER</p>	 <p>MILKOTESTER</p> <p>G= 7.68 P= 3.10 S= 8.34 L= 4.5 D=24.9 SI= 0.67 PC=0.546Ag= 0.0</p> <p>MENU EXIT UP CLEAN ENTER DN</p> <p>Master Eco ULTRASONIC MILK ANALYZER</p>
 <p>MILKOTESTER</p> <p>G= 2.12 P= 3.78 S=10.20 L= 5.5 D=33.8 SI= 0.83 PC=0.642Ag= 0.0</p> <p>MENU EXIT UP CLEAN ENTER DN</p> <p>Master Eco ULTRASONIC MILK ANALYZER</p>	