



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

Medicina Veterinaria

TEMA:

**Evaluación de manejo de ordeño manual y mecánico, y su efecto
en la calidad higiénica de la leche mediante el uso del CMT en el
Cantón Latacunga provincia de Cotopaxi**

AUTOR:

Coello Martillo, Ángel Abel

**Trabajo de Titulación previo a la obtención del TITULO DE
MEDICO VETERINARIO**

TUTOR

Dr. Echeverría Alcívar, José Alberto, M.Sc.

Guayaquil, Ecuador

3 de septiembre 2025



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

MEDICINA VETERINARIA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente **Trabajo de Integración Curricular**, fue realizado en su totalidad por **Coello Martillo, Angel Abel**, como requerimiento para la obtención del título de **Médico Veterinario**

TUTOR

f. 

Dr. Echeverría Alcívar, José Alberto, M.Sc.

DIRECTORA DE LA CARRERA

f. 

Dra. Álvarez Castro Fátima Patricia M. Sc.

Guayaquil, 3 de septiembre 2025



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
MEDICINA VETERINARIA**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, COELLO MARTILLO, ÁNGEL ABEL

DECLARO QUE:

El Trabajo de Integración Curricular, Evaluación de manejo de ordeño manual y mecánico, y su efecto en la calidad higiénica de la leche mediante el uso del CMT en el Cantón Latacunga provincia de Cotopaxi previo a la obtención del título de Médico Veterinario, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Integración Curricular referido.

Guayaquil, 3 de septiembre del 2025

EL AUTOR

f. _____

Coello Martillo, Ángel Abel



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
MEDICINA VETERINARIA

AUTORIZACIÓN

Yo, Coello Martillo, Ángel Abel

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución el **Trabajo de Integración Curricular Evaluación de manejo de ordeño manual y mecánico, y su efecto en la calidad higiénica de la leche mediante el uso del CMT en el Cantón Latacunga provincia de Cotopaxi**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, 3 septiembre del 2025

EI AUTOR:

f. _____

Coello Martillo, Ángel Abel



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
MEDICINA VETERINARIA

CERTIFICADO COMPILATIO

EL firmante, revisó el Trabajo de Integración Curricular, **Evaluación de manejo de ordeño manual y mecánico, y su efecto en la calidad higiénica de la leche mediante el uso del CMT en el Cantón Latacunga provincia de Cotopaxi** presentado por el estudiante **Coello Martillo, Angel Abel**, donde obtuvo del programa COMPILATIO, el valor de 0 % de coincidencias, considerando ser aprobada por esta dirección.

 CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

Evaluación de manejo de ordeño manual y mecánico, y su efecto en la calidad higiénica de la leche mediante el uso del CMT en el Cantón Latacunga provincia de Cotopaxi

0% Textos sospechosos

0% Similitudes
0% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas
1% Idiomas no reconocidos (ignorado)

Nombre del documento: Evaluación de manejo de ordeño manual y mecánico, y su efecto en la calidad higiénica de la leche mediante el uso del CMT en el Cantón Latacunga provincia de Cotopaxi.docx ID del documento: c2454240a847c606d1dbc5a775b0a013fe95872 Tamaño del documento original: 1,08 MB	Depositante: José Alberto Echeverría Alcívar Fecha de depósito: 31/8/2025 Tipo de carga: interface fecha de fin de análisis: 31/8/2025	Número de palabras: 8343 Número de caracteres: 52.158
--	---	--

Ubicación de las similitudes en el documento:

Fuente: COMPILATIO-Usuario Echeverría Alcívar, 2025

Certifican,

f. 

**Dr. Echeverría Alcívar, José Alberto, M.Sc.
Revisor-COMPILATIO**

AGRADECIMIENTO

A mis padres, a mis abuelos y a mis tías, por ser la base de todo lo que soy. Gracias a su esfuerzo, sacrificio y apoyo constante he podido llegar hasta aquí. Sin ustedes, no sería ni la décima parte de la persona en la que me he convertido, y por ello les estaré siempre agradecido.

De manera muy especial, a mi abuelo, el Ing. José Martillo. Más allá de ser mi abuelo, fue mi guía y el primer maestro al que aprendí a respetar. Gracias a él y a las personas que formó, encontré un camino abierto que me permitió avanzar y cumplir esta meta. Su ejemplo y enseñanzas estarán siempre presentes en mi vida.

A mi tutor, el Dr. José Echeverría, por su guía, paciencia y disponibilidad durante este proceso. Su ayuda incansable y sus respuestas a las innumerables dudas que surgieron fueron fundamentales para la culminación de este trabajo.

A cada persona que me acompañó en mi trayectoria universitaria, incluso a quienes ya no están, pues todos dejaron una huella en mi camino. Y de manera especial, a José, Ronald, Rodolfo, Paula, Shirley, Natalia, Alelí y Doménica, con quienes compartí momentos gratos e inolvidables que me ayudaron a salir adelante y crecer como persona y como profesional.

DEDICATORIA

A mis padres, por su amor, esfuerzo y dedicación incondicional, que me han guiado en cada paso de mi vida.

A mis abuelos Mariano y al Ing. José Matillo, pilares fundamentales de mi formación y ejemplo de trabajo incansable. Sus enseñanzas y su apoyo han sido la fuerza que me impulsó a seguir adelante.

A mis tías y a mis hermanos, por estar siempre presentes, brindándome ánimo, compañía y cariño en los momentos más importantes.

De manera especial, a quien ya partió, pero cuya huella permanece imborrable en mí. Este logro también es suyo, pues en cada página se refleja la ayuda y el legado que dejó en mi vida.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
MEDICINA VETERINARIA**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

**Dr. Echeverría Alcívar José Alberto M. Sc.
TUTOR**

f.

**Dra. Álvarez Castro Fátima Patricia M. Sc.
DIRECTORA DE LA CARRERA**

**Dra. Carvajal Capa Melissa Joseth M. Sc.
COORDINADOR DE UTE**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
MEDICINA VETERINARIA**

CALIFICACIÓN

Dr. Echeverría Alcívar, José Alberto, M.Sc.

TUTOR

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. Objetivos	3
1.1.1. Objetivo general.....	3
1.2. Hipótesis de investigación.....	3
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1. Ganado vacuno por raza.....	4
2.2. Raza Holstein.....	4
2.2.1. Rendimiento lechero.....	5
2.4. Producción diaria de leche en Ecuador	7
2.5. Producción de leche en el cantón Latacunga	7
2.6. Contenido de grasa.....	8
2.7. Contenido de proteína	8
2.8. Lactosa.....	9
2.9. Acidez y pH.....	9
2.9.1. Factores fisiológicos que afectan la composición de la leche.....	10
2.9.2. Eficiencia y bienestar animal según el tipo de sistema de ordeño..	11
2.10. Factores ambientales que influyen en la calidad higienica de la leche	11
2.11. Ordeño manual	12
2.12. Ordeño mecánico.....	13
2.13. Prácticas de higiene en el ordeño.....	13

2.14. Buenas prácticas de ordeño	14
2.15. Comportamiento y bienestar animal durante el ordeño	14
2.16. Bioseguridad en las unidades de producción lechera.....	15
2.17. Capacitación del personal de ordeño.....	15
2.18. Manejo postordeño de la leche	16
2.19. Mastitis.....	16
2.19.1. Mastitis no infecciosa.....	17
2.19.2. Sintomatología.....	17
2.19.3. Agentes causales.	18
2.20. La calidad en el ordeño.....	18
2.21. CMT (California Mastitis Test).....	19
2.21.1. Principio de la prueba.	20
3. MARCO METODOLÓGICO.....	23
3.1. Ubicación de la investigación:.....	23
3.2. Materiales	24
3.3. Tipo de estudio	24
3.4. Periodo del estudio	24
3.5. Población de estudio.....	24
3.6. Método de inferencia estadística	25
3.7. Método de abordaje	25
3.7.1. Método descriptivo.....	25

3.8. Variables	26
3.8.1. Variables dependientes	26
3.8.2. Variables independientes	26
4. RESULTADOS	29
4.1. Datos generales de las vacas	29
4.2. Resultados de CMT de la leche según pezones funcionales.....	30
4.3. Evaluación por vaca según su sistema de ordeño.....	32
4.4. Relación entre presencia de golpes y la calidad higienica de la leche...35	
4.5. Relación entre ordeño incompleto y la calidad higiénica de la leche	37
4.6. Impacto del techado o no techado en los sistemas de ordeño.	38
DISCUSIÓN.....	40
CONCLUSIONES	42
RECOMENDACIONES.....	43
REFERENCIAS	44
ANEXOS.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Datos generales	25
Tabla 2	Rangos de edades	29
Tabla 3	Muestras recolectadas por pezones funcionales	30
Tabla 4	Pezones funcionales de ordeño mecánico	31
Tabla 5	Porcentajes de pezones funcionales de ordeño manual.....	32
Tabla 6	Muestras recolectadas de vacas en general.....	33
Tabla 7	Vacas de ordeño mecánico	34
Tabla 8	Vacas de ordeño manual	34
Tabla 9	Presencia de golpes	36
Tabla 10	Ordeño completo o incompleto.....	37
Tabla 11	Sistema de Ordeño Techado o no.....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Raza Holstein	4
Figura 2	Raza Jersey.....	6
Figura 3	Ordeño Manual.....	12
Figura 4	Ordeño Mecánico	13
Figura 5	Tecnología alta producción.....	19
Figura 6	California Mastitis Test	20
Figura 7	Ubicación barrio Chaguana	23
Figura 8	Ubicación barrio Langualo chico.....	23
Figura 9	Edades de vacas	29
Figura 10	Distribución de muestras de pezones funcionales.....	30
Figura 11	Porcentajes de ordeño mecánico.....	31
Figura 12	Porcentaje de ordeño manual.....	32
Figura 13	Distribución de muestras de vacas en general.....	33
Figura 14	Porcentaje de vacas de ordeño mecánico.	34
Figura15	Vacas de ordeño manual	35
Figura16	Distribución de vacas en ordeño con presencia de golpes.....	36
Figura 17	Distribución de vacas con ordeño completo o incompleto.....	37
Figura 18	Distribución de vacas en un ordeño techado o no.....	38

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el manejo en 2 sistemas de ordeño y el efecto en la calidad higiénica de la leche de ordeño manual y mecánico en el cantón Latacunga. Se trabajó con 35 vacas de diferentes predios, 23 de ordeño manual y 12 de ordeño mecánico, las cuales fueron analizadas mediante la prueba de California Mastitis Test (CMT) para determinar la presencia de mastitis subclínica y evaluar la calidad higiénica del producto. El estudio tuvo un enfoque cuantitativo, descriptivo con diseño no experimental y de corte transversal, incluyó la observación del manejo que lleva cada ordeño, la identificación de prácticas inadecuadas y la comparación de resultados entre ambos sistemas mediante el uso de CMT. Los resultados mostraron que el 96 % de las muestras de ordeño manual salieron negativas, mientras que en ordeño mecánico el 25 % salió positivo, el análisis de chi cuadrado indicó que las variables de manejo no son significativas estadísticamente ya que el p-valor fue de 0.0806 para la relación entre ordeño completo o no y los resultados de CMT y un p-valor de 0.2533 para la relación entre ordeño techado o no y los resultados de CMT. Ambos sistemas pueden producir leche con buena calidad higiénica el ordeño manual presentó menor incidencia de mastitis subclínica en comparación con ordeño mecánico. Se concluye que la implementación de buen manejo de ordeño, junto con capacitación constante de productores, es importante para garantizar la calidad higiénica de dicho producto, independientemente del sistema utilizado.

Palabras Clave: *Ordeño manual, Ordeño mecánico, Calidad higiénica, Mastitis subclínica, California Mastitis Test, Buen manejo.*

ABSTRACT

The present work aimed to evaluate milking management and its effect on the hygienic quality of milk from manual and mechanical milking in the canton of Latacunga. A total of 35 cows from different farms were studied, 23 from manual milking and 12 from mechanical milking, which were analyzed using the California Mastitis Test (CMT) to determine the presence of subclinical mastitis and to assess the hygienic quality of the product. The study had a quantitative, descriptive approach with a non-experimental and cross-sectional design, and included the observation of procedures and practices carried out in each milking, the identification of inadequate practices, and the comparison of results between both systems using CMT. The results showed that 96 % of the manual milking samples tested negative, while in mechanical milking 25 % tested positive. The chi-square analysis indicated that management variables were not statistically significant since the p-value was 0.0806 for the relationship between complete or incomplete milking and the CMT results, and a p-value of 0.2533 for the relationship between covered or uncovered milking and the CMT results. Both systems can produce milk with good hygienic quality; however, manual milking showed lower incidence of subclinical mastitis compared to mechanical milking. It is concluded that the implementation of good milking management, together with constant training of producers, is important to guarantee the hygienic quality of the product, regardless of the system used.

Keywords: *Manual milking, Mechanical milking, Hygienic quality, Subclinical mastitis, California Mastitis Test, Good management.*

1. INTRODUCCIÓN

La calidad higiénica de la leche se relaciona directamente con las condiciones en las que se realiza el ordeño. En el cantón Latacunga, se usan en paralelo sistemas de ordeño manual y mecánico, cada uno con prácticas de manejo particulares que pueden influir de manera significativa en la calidad de la leche cruda. El ordeño representa una de las etapas más críticas en la producción lechera, ya que durante este proceso la leche está expuesta a posibles contaminantes tanto los equipos como los animales.

El ordeño manual, ampliamente utilizado en pequeñas y medianas explotaciones ganaderas, depende en gran medida de hábitos higiénicos del ordeñador. En este sistema, factores como el lavado adecuado de las ubres, la limpieza de manos, el uso de ropa limpia y la desinfección de los utensilios tienen una influencia decisiva en la calidad higiénica de la leche. Por otro lado, el ordeño mecánico, más común en sistemas tecnificados, también requiere de un manejo y constante mantenimiento de los equipos.

La presencia de alteraciones en la leche no solo representa un riesgo sanitario para el consumidor, sino que también tiene implicaciones económicas para el productor, ya que las industrias lácteas establecen parámetros de calidad que condicionan el precio de compra. La leche con falta de calidad higiénica puede ser rechazada o pagada a menor precio. Así, la adopción de buenas prácticas de ordeño no solo favorece la salud pública, sino también la sostenibilidad económica del sistema productivo.

Por eso, conocer la influencia que tienen las prácticas de ordeño sobre la calidad resulta fundamental para asegurar la calidad higiénica y competitividad del producto, este estudio busca generar conocimiento que permita mejorar los procesos de ordeño beneficiando tanto la sostenibilidad del productor y la salud del consumidor.

Por ello con lo anteriormente señalado el presente estudio, analiza como el manejo en los sistemas de ordeño manual y mecánico influye en la

calidad higiénica de la leche, aportando información que facilite la optimización de las prácticas.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general.

Evaluar el manejo de ordeño y el efecto que tiene en la calidad higiénica de la leche en sistemas de ordeño manual y mecánico en el cantón Latacunga.

1.1.2. Objetivos específicos.

- Evaluar la leche obtenida de ordeño manual y mecánico mediante el uso de CMT con el fin detectar mastitis subclínica.
- Identificar condiciones de manejo en ordeño manual y mecánico que puedan influenciar en la calidad higiénica de la leche.
- Relacionar los factores de manejo identificados y los resultados de la prueba de CMT como posible indicador indirecto de calidad higiénica de la leche.

1.2. Hipótesis de investigación

- El manejo higiénico inadecuado durante el proceso de ordeño, tanto en sistemas manuales como mecánicos incrementa significativamente la carga microbiana de la leche producida en el cantón Latacunga.

Ho

- El manejo del ordeño no tiene efecto significativo en la calidad higiénica de la leche que es producida en la ciudad de Latacunga.

H alternativa

- El manejo del ordeño del ordeño tiene efecto significativo en la calidad higiénica de la leche que es producida en la ciudad de Latacunga.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Ganado vacuno por raza

La raza mestiza es la más abundante, con 1.3 millones de cabezas en 2023, representando el 33.5 % del hato en el país; esto es el resultado de una mejora continua en las técnicas de cría y manejo, así como el ascenso gradual a la prominencia de tipos que ofrecen un equilibrio entre producción y adaptación a las condiciones locales (INEC, 2024).

El hato mestizo es superior a cualquier otro tipo en la producción lechera nacional. Esto refleja las condiciones socioeconómicas de la mayoría de las personas en todos los sistemas productivos del país, que provienen principalmente de familias o manejan pequeñas operaciones. En otras palabras, estos sistemas enfatizan la eficiencia de los recursos existentes y la idoneidad del animal para continuar produciendo bajo condiciones de manejo tradicional, con restricciones en infraestructura, alimentación balanceada y asistencia técnica (Barragán Ochoa, 2023).

2.2. Raza Holstein

Figura 1

Raza Holstein



Nota: Ganagro 2023

La raza Holstein de ganado lechero se ha convertido en la mayor productora de leche del mundo debido a su tremenda capacidad para generar

grandes volúmenes de leche. Este mayor rendimiento la ha convertido en la raza preferida en unidades de producción lechera intensiva. Sin embargo, existen riesgos significativos para la salud del animal asociados a ella (Lechartier, 2021).

La mejora genética orientada únicamente a la producción ha reducido en realidad la diversidad genética de las vacas Holstein. Esta pérdida de variabilidad genética puede representar una limitación en la capacidad de adaptarse a diversas condiciones ambientales y aumentar la susceptibilidad a enfermedades. Por lo tanto, es necesario emplear un conjunto de estrategias que promuevan tanto la salud como la longevidad del animal (Hu, 2021)

2.2.1. Rendimiento lechero.

Producción de Leche: Gracias a su capacidad para producir mucha leche, la raza Holstein se ha convertido en una productora de leche a nivel mundial. En sistemas de producción intensiva, esta raza promedia rendimientos de 9.327 kg y tiene un contenido de grasa superior al 4.08 % y 3.27 % de proteína (Dairy Global, 2023).

En otros casos como, los factores de la frecuencia de ordeño y la duración de la lactancia tienen un efecto significativo en la producción de leche, donde los experimentos muestran que, si las vacas Holstein son ordeñadas hasta cuatro veces al día, su producción diaria puede elevarse por encima de los 39 kg. La mejor manera de lograr un alto nivel de productividad es a través de tales procedimientos, combinados con una alimentación adecuada y control del estrés térmico (Hashemzadeh-Cigari, 2022)

2.3. Raza Jersey

Figura 2
Raza Jersey



Nota: AsoJersey 2025

Por otro lado, factores como la frecuencia de ordeño y la duración de la lactancia tienen un efecto significativo en la producción de leche. Los experimentos muestran que, si las vacas Holstein son ordeñadas hasta cuatro veces al día, su producción diaria puede elevarse por encima de los 39 kg. La mejor manera de lograr un alto nivel de productividad es a través de tales procedimientos, combinados con una alimentación adecuada y control del estrés térmico (García, 2021).

La vaca Jersey es resistente a enfermedades metabólicas y tiene una alta capacidad reproductiva, por lo que, permite ciclos productivos más cortos y más ganancias para pequeñas operaciones. Su leche de alta calidad también ayuda a que sea un producto reconocido en mercados locales y artesanales (Ramírez, 2022).

2.3.1. Rendimiento lechero

La vaca Jersey es resistente a enfermedades metabólicas y tiene una alta capacidad reproductiva, lo que da accesos a los ciclos productivos más cortos, más ganancias para pequeñas operaciones de leche de alta calidad también ayuda a que sea un producto reconocido en mercados locales y artesanales (Sánchez-Torres, 2021).

Sumado a esto, los estudios han demostrado que las vacas Jersey tienen una ventaja obvia en la eficiencia alimentaria, significa que son capaces de utilizar los nutrientes ingeridos de manera más efectiva para la producción láctea. Por lo tanto, la vaca de alguien podría ser muy adecuada para la producción intensiva o a pequeña escala donde los alimentos son escasos, manteniendo una producción constante de leche con alto valor nutricional (Moreno-Peña, 2020).

Observaciones recientes han mostrado que la raza Jersey tiene una persistencia significativamente mayor en la lactancia y un intervalo de parto más corto que la Holstein, junto con esta ventaja, su tamaño más pequeño y resistencia significa que están mejor adaptadas a una amplia gama de climas y sistemas de manejo, una bendición para áreas que las Holstein no pueden tolerar (Vargas-Uribe, 2022).

2.4. Producción diaria de leche en Ecuador

En Ecuador, la producción de leche es una parte importante de la agricultura y su contribución es sustancial para la economía rural, así como para el suministro de alimentos. La industria láctea de Ecuador incluye no solo grandes empresas comerciales, sino también muchas pequeñas operaciones familiares distribuidas por todo el país (Flores J. M., 2019).

En el 2023 la producción diaria de leche fue de 5.6 millones de litros. Si ahora asumimos un número promedio de vacas ordeñadas cada día, 3,500, entonces la producción por vaca sería de alrededor de 6.6 litros. Esta cifra se obtuvo calculando la producción total de leche y dividiéndola entre el número de vacas que realmente dan leche (INEC, 2024).

2.5. Producción de leche en el cantón Latacunga

Dependiendo de la temporada, la producción de leche en Latacunga varía. Durante la temporada de lluvias aproximadamente de octubre a mayo, con picos en marzo–abril y un repunte en noviembre, el pasto crece con mayor intensidad; la mayoría de los productores son pequeños y sus vacas promedian entre 7 y 10 litros diarios (Lisintuña Chaluisa, 2020) .

En este contexto, el ordeño mecánico ha incrementado la producción y mejorado las condiciones higiénicas en las granjas del cantón; sin embargo, su adopción sigue siendo limitada por restricciones económicas, por lo que el ordeño manual continúa siendo predominante. La estación seca se extiende de junio a septiembre, siendo agosto el mes más seco (Flores D. &., 2021).

2.6. Contenido de grasa

La grasa es un indicador importante de la calidad y el valor nutricional de la leche. Le da cuerpo, sabor y energía a la leche. Además, las grasas de la leche comprenden ácidos grasos esenciales, así como vitaminas liposolubles (A), (D), (E) y (K) (Mojica-Rodríguez, 2019) .

En promedio, la leche de vaca tiene entre 3.5 % y 4.0 de grasa. Este punto podría cambiar, por ejemplo, con la raza, la dieta y el manejo del ganado. En contraste, la leche desnatada (leche a la que se le ha quitado la crema) generalmente tiene un contenido de grasa de alrededor del 3.25 %; las leches se venden comúnmente y aún conservan casi toda su grasa original (Pascual, 2018).

2.7. Contenido de proteína

La leche de vaca aporta componentes esenciales que determinan su valor nutricional, textura, sabor y comportamiento en la cocción; contiene dos tipos principales de proteína: las caseínas (≈ 80 %), que forman micelas, y las proteínas del suero (≈ 20 %), dentro de las cuales se incluyen albúminas y globulinas (Ali, 2022).

Las globulinas son proteínas globulares poco solubles en agua pura pero solubles en soluciones salinas; comprenden principalmente inmunoglobulinas (IgG, IgA, IgM) y otras proteínas de defensa que contribuyen al sistema inmunitario, presentes en alta concentración en el calostro y en menor proporción en la leche madura. En conjunto, la leche comprende aproximadamente entre 3.0 % y 3.4 % de proteína (en masa), cifra que puede fluctuar según la raza de la vaca, su dieta y las condiciones de manejo (Montiel, 2014)

2.8. Lactosa

La lactosa es un azúcar natural de la leche que en el sistema digestivo se hidroliza a glucosa y galactosa; su concentración determina en gran medida el sabor dulce y funciona como sustrato para las bacterias empleadas en la fermentación del yogur y productos afines. En la vaca lechera, la glucosa utilizada en la glándula mamaria para sintetizar lactosa proviene principalmente de la gluconeogénesis hepática a partir de propionato generado en el rumen (Pang, 2023).

La producción de propionato, a su vez, depende de la cantidad y el tipo de carbohidratos de la dieta (los almidones y carbohidratos rápidamente fermentables favorecen más propionato que las fibras estructurales, que conducen relativamente a más acetato y butirato). Por ello, aunque la leche cruda de vaca suele contener alrededor de 4.8–5.0 % de lactosa y esta cifra varía solo levemente, la oferta de glucosa puede influir en la síntesis de lactosa y, por su efecto osmótico, en el volumen de leche producido; factores como la dieta y la salud del animal explican las variaciones observadas (Ramírez Ospina, 2016).

2.9. Acidez y pH

La acidez y el pH son parámetros importantes para controlar con el fin de describir la frescura de la leche y su estabilidad microbiológica. Cuanto más ácida es una sustancia, más bajo es su pH y esto se debe a la descomposición bacteriana, que cambia la lactosa en la leche a ácido láctico, incrementando la acidez, esto pueden variar entre 0.018 y 0.025 % (Gavilanes Villacrés L. M., 2024) (Nieto Molina, 2022).

El pH generalmente es de 6.6-6.8, por lo que la leche fresca es ácida., la oxidación de la grasa no tiene una influencia significativa en el pH de la leche cruda. Extractos y otras sustancias presentan entre 2–2.5 % a 3 % de producción de leche diaria y varía dependiendo de factores como raza, manejo dietario y condiciones del almacenamiento (Negri, s.f).

2.9.1. Factores fisiológicos que afectan la composición de la leche.

La composición de la leche de vaca está influida tanto por factores fisiológicos (edad o número de lactaciones, estado reproductivo, etapa de lactancia y salud de la ubre) como por el manejo (nutrición, ambiente, rutina de ordeño e higiene); en general, a medida que aumenta la edad o el número de lactaciones tienden a disminuir los porcentajes de grasa, proteína, lactosa y sólidos totales y a aumentar el conteo de células somáticas (SCC) ($p \leq 0.001$), lo cual se explica por la senescencia del tejido mamario (Costa, 2021).

La mayor prevalencia de mastitis subclínica (que incrementa la permeabilidad de la barrera hemato-mamaria, reduce la síntesis de lactosa y altera la secreción de grasa y proteína), los efectos de la etapa de lactancia y del balance energético (al inicio, el alto volumen de leche diluye los sólidos; en fases avanzadas (Nudda, 2023).

La menor disponibilidad de nutrientes o el estrés puede limitar la síntesis), y por factores de manejo como dietas con fibra efectiva insuficiente o desbalances energía/proteína, estrés calórico, hacinamiento y rutinas de ordeño e higiene subóptimas; por ello, además de la edad, la sanidad de la ubre, el manejo nutricional y el confort ambiental son determinantes para sostener la composición láctea (El-Morsi, 2024).

Durante la lactancia, la composición cambia con la etapa; la grasa suele bajar al inicio del posparto y aumentar hacia el final, y la caseína que en leche bovina madura representa, en promedio, 78–80 % de la proteína total (26 g/L de 33 g/L) también varía levemente por etapa: inicio poscalostro (días 5–30): ~74–78 % de la proteína; mitad de lactancia (60–180 días): ~78–82 %; final de lactancia (>200 días): ~76–80 %, con posibles descensos adicionales (Kumar, 2021)

Cuando aumenta el recuento de células somáticas (SCC) o hay mayor proteólisis (sistema plasmina) y entrada de proteínas séricas, lo que reduce la relación caseína/proteína y afecta la calidad tecnológica. Estas variaciones

por etapa son, en general, pequeñas y se tornan más marcadas en situaciones de inflamación subclínica de la ubre (Revista Ciência Rural, 2018).

2.9.2. Eficiencia y bienestar animal según el tipo de sistema de ordeño.

La máquina de ordeño es el factor más influyente en el trabajo y el bienestar de las vacas lecheras, se ajusta y conserva adecuadamente, el ordeño mecánico permite una extracción de leche rápida, uniforme e higiénica, buscando minimizar el estrés de los animales durante este procedimiento y garantizar la calidad de la leche (siempre a presión y con menos manipulación) (Leyton, 2024).

Sin embargo, si se utiliza incorrectamente, puede llevar a hiperqueratosis, grietas y, de manera indirecta, a infecciones intramamarias, ya que la copa del pezón desgastada, el vacío inadecuado que puede generar la máquina esto más la ausencia de pulsación adecuada pueden participar en el proceso (Burger, 2023).

En contraste, el ordeño a mano, a pesar de su potencial para un mejor manejo en condiciones pequeñas que permiten un tratamiento individualizado, en general, tiene una mayor prevalencia de mastitis subclínica y la higiene del ordeño y la transmisión influenciada por el contacto interpersonal es la causa principal (Ávalos Castro, 2022).

2.10. Factores ambientales que influyen en la calidad higiénica de la leche

La composición y calidad higiénica de la leche también dependen de las condiciones ambientales (clima, tipo de pasto y disponibilidad de pasto, y presencia de fuentes de agua suficientes). Las pérdidas de ingesta de alimento y agua debido al calor y la alta humedad en el ganado reducirán posteriormente la grasa, proteína y sólidos totales producidos (Bonifaz, 2018).

La disponibilidad y calidad del forraje, dependiendo del llamado período de lluvia o seco, influyen más de lo que se puede imaginar ya que afecta de manera directa en la ingesta de nutrientes y, esto puede dar como resultado

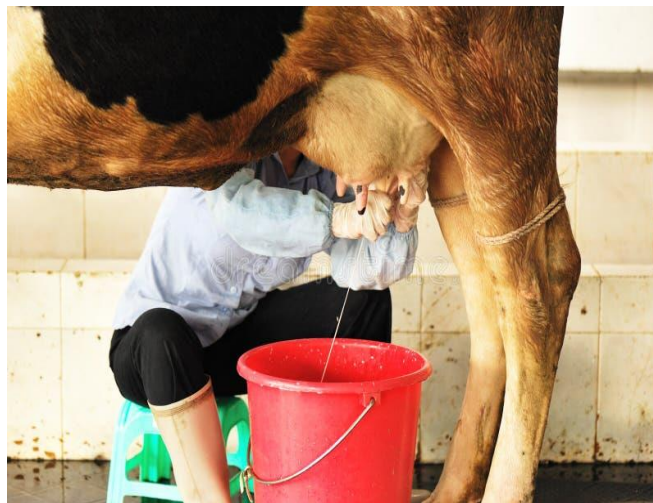
en el producto a más sólidos presentes en la leche y también su composición química (González, 2019).

2.11. Ordeño Manual

Esta es una técnica tradicional de obtención de leche, utilizando las manos para extraer la leche directamente de la parte trasera de la vaca, es común en escenarios de producción de leche a pequeña escala. Este tipo de ordeño requiere limpieza de las manos, ubre y equipo limpios, por lo que este método, aunque muy simple, puede causar algún tipo de contaminación si no se mantienen las condiciones higiénicas. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2010).

A pesar de que el ordeño manual es una técnica tradicional y anticuada para la extracción de leche requiere altos estándares y rigurosos para evitar la contaminación, como lo es el lavado y secado de manos por parte del ordeñador, y también de ubres y de recipientes para la leche si esto no se cumple hay una alta probabilidad de que exista una contaminación cruzada (Waithaka, 2023)

Figura 3
Ordeño Manual



Nota: dreamstime (2010).

2.12. Ordeño Mecánico

Este es un dispositivo mecánico para extraer leche con vacío y pulsación, reduce el esfuerzo físico de los ordeñadores, acelera la producción y se puede encontrar comúnmente en sistemas medianos y grandes para así prevenir cualquier tipo de contaminación en la leche, también es esencial que todo el equipo se limpie y cuide adecuadamente. El mal uso de estas máquinas puede hacer que las ubres se irriten o incluso provocar mastitis (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2018)

Tanto el uso y el mantenimiento de equipos debe ser adecuado esto con el fin de garantizar la calidad higiénica de la leche. Parámetros como el nivel de vacío y pulsaciones, influyen de forma directa en la salud del pezón y en la reducción de bacterias en la leche, evitando las cualquier alteración y contaminaciones cruzadas (Ózsvári, 2022).

Figura4
Ordeño Mecánico



Nota: Intagri (2017).

2.13. Prácticas de higiene en el ordeño

Las prácticas higiénicas en el ordeño manual y mecánico son elementos importantes para mantener la leche pura. Ejemplos incluyen lavar y secar la ubre antes de ordeñar, lavarse las manos y usar ropa de trabajo limpia, no obstante, el equipo y los utensilios también deben limpiarse a fondo antes de cada ordeño para prevenir cualquier tipo de contaminación y el ordeño debe realizarse en un ambiente limpio (Rosales M. R., 2024).

Lavar y secar la ubre no solo se realiza para ordeñar higiénicamente, sino que también implica una inspección visual mediante la cual se pueden detectar o monitorear posibles lesiones, inflamaciones, etc., y juzgar si la vaca estará sana o no. En consecuencia, las lesiones graves en las vacas lecheras comúnmente provienen de intentos frustrados de reconocer signos clínicos en una etapa temprana por parte de sus ordeñadores, quienes tienen una expectativa razonable de algún beneficio en las mejores. (Silva D. C., 2021)

Según Rosales (2024), los pasos esenciales de la higiene del ordeño comprenden: lavado y secado de la ubre, higiene del ordeñador y limpieza de los utensilios y del lugar destinado al ordeño. En su tesis, Rosales sistematiza estos procedimientos como criterios básicos de bioseguridad para asegurar una leche con menor riesgo de contaminación y mejor calidad higiénico-sanitaria; por coherencia con los objetivos de este trabajo, adoptamos dichos criterios como referencia metodológica para evaluar las prácticas de manejo en las unidades lecheras analizadas, mediante indicadores como el recuento de células somáticas (SCC).

2.14. Buenas Prácticas De Ordeño

Las buenas prácticas de ordeño son clave en la producción de leche de calidad, ya que reducen significativamente la carga microbiana presente en el producto. Estas prácticas comprenden desde la higiene del personal hasta el adecuado lavado y secado de la ubre, así como la desinfección de los utensilios y equipos utilizados (Yacchi, 2019).

El proceso de ordeño debe realizarse en un entorno limpio, con ventilación adecuada y protección contra el polvo y otros contaminantes. El personal debe vestir ropa exclusiva para esta tarea, preferiblemente de color claro para evidenciar suciedad, y utilizar botas y mandiles desinfectados previamente. Además, la ubre debe lavarse con agua potable y secarse con toallas individuales (Silva C. , 2021).

2.15. Comportamiento y bienestar animal durante el ordeño

El bienestar animal influye directamente en la producción lechera, tanto en cantidad como en calidad. Vacas que experimentan estrés durante toda la etapa del ordeño, estas pueden liberar mayores niveles de cortisol, hormona

que interfiere con la liberación de oxitocina, la cual es esencial para la bajada de leche (González-Padilla, 2021).

El estrés puede ser causado por ruidos intensos, maltrato físico, cambios en la rutina o presencia de personal no familiar. Las vacas son animales rutinarios y sensibles al entorno, por lo que un ambiente tranquilo, sin sobresaltos y con interacción positiva con los ordeñadores favorece su comportamiento y salud mamaria. Estudios han demostrado que vacas estresadas presentan mayor incidencia de mastitis subclínica y menor rendimiento lechero (Llauca Tenenpaguay, 2021).

2.16. Bioseguridad en las unidades de producción lechera

La bioseguridad se refiere al conjunto de medidas destinadas a prevenir la entrada, diseminación y salida de patógenos en una explotación ganadera. En la producción lechera, la bioseguridad incluye prácticas como el control de ingreso de animales nuevos, desinfección de instalaciones y equipos, manejo adecuado de estiércol y control de plagas (Organización Mundial de Sanidad Animal, 2024). Estas acciones contribuyen directamente a reducir la incidencia de enfermedades como la mastitis, minimizando la carga microbiana en la leche y mejorando su calidad higiénica (Parcele Puga, 2024).

2.17. Capacitación del personal de ordeño

La capacitación técnica del personal de ordeño es un pilar esencial en la producción lechera, especialmente en sistemas donde las personas ordeñan manualmente. Si se puede desarrollar este conocimiento esencial para el ordeñador, la calidad higiénica de la leche aumenta directamente (Silva C. , 2021).

En los sistemas de ordeño mecánico, el conocimiento técnico permite un mejor uso y mantenimiento del equipo. El personal capacitado sabe cómo calibrar las máquinas, realizar limpiezas profundas y detectar cualquier mal funcionamiento que pueda afectar la salud de la ubre y la capacitación no solo debe mejorar la calidad, sino que también necesita eficiencia en el tiempo y

eliminar el costo económico que acompaña al desperdicio de producto por leche derramada o contaminada (Rosales M. R., 2024)

2.18. Manejo postordeño de la leche

El manejo post-ordeño es uno de los pasos más críticos en la cadena de producción lechera. La leche recién ordeñada de una vaca sin tapón está alrededor de 37 °C; bajo tales condiciones, las bacterias prosperan. Si se deja por algún tiempo sin paquetes de enfriamiento, su calidad higiénica se verá seriamente afectada por una alta carga microbiana (Gavilanes Villacrés L. M., 2024).

El uso de contenedores adecuados también es crítico para prevenir la contaminación cruzada, la leche debe colocarse en contenedores de acero inoxidable o plástico adecuados para el manejo de alimentos, y una vez utilizados deben limpiarse y esterilizarse a fondo. Los contenedores que se reutilizan, pero están sucios, especialmente si no tienen una tapa, muestran signos de residuos de ordeño del año pasado. Este tipo de contenedor ayuda a las bacterias psicrótrofas, afectando la leche (Nieto Molina, 2022)

Al ser transportada, mantener la cadena de frío es esencial. La leche debe ser transportada en vehículos limpios y cerrados, idealmente con refrigeración o al menos refrigerantes. En áreas donde la tecnología está fuera del alcance del agricultor, se recomiendan tanques de enfriamiento y minimizar el tiempo de transporte (Suárez Poma, 2020).

Finalmente, la trazabilidad y el registro de las condiciones post-ordeño son herramientas esenciales para mantener la calidad del producto e identificar fallos en la cadena, datos como el tiempo de ordeño, la temperatura inicial, el tipo de sistema (manual o mecánico) y el destino del lote permiten identificar fuentes de contaminación o alteración (Herrera Paredes, 2021).

2.19. Mastitis

La mastitis es la inflamación de la glándula o las glándulas mamarias comúnmente causada por una infección bacteriana. Debido a su impacto en la producción y calidad de la leche, esta enfermedad es una de las principales preocupaciones en la industria lechera, la mastitis puede clasificarse en forma

clínica o subclínica. Con la forma clínica, hay signos claros de inflamación, mientras que la mastitis subclínica no presenta síntomas visibles, pero afecta la calidad de la leche (Chen, 2022)

2.19.1. Mastitis No Infecciosa.

No solo existe la mastitis infecciosa si no también la no infecciosa, esta se caracteriza por la inflamación sin infección. La leche, en tales casos, puede asumir un aspecto alterado; por ejemplo, cuando hay sangre presente, se volverá marrón debido al daño a las arteriolas que conducen a los conductos lácteos desde los canales de suministro principales. Un cambio en el volumen refleja que la leche debe haber recibido algún suministro fresco de sangre o que los corpúsculos fueron sacudidos de ella durante este tiempo de agitación (Fisterra, 2024).

2.19.2. Sintomatología.

En la mastitis bovina clínica, la ubre muestra signos locales de inflamación como enrojecimiento, calor, dolor e hinchazón, estos cambios visibles en la leche son causados por esta condición pueden ser la presencia de coágulos, grumos o secreciones acuosas, también estos signos locales, se pueden evidenciar lo que es la fiebre general, pérdida de apetito y disminución en la producción de leche, durante infecciones agudas (López-Bonilla, 2021).

En contraste, la mastitis subclínica no es tan fácil de identificar. No tiene signos visibles de inflamación, pero aún afecta la composición de la leche, así como el aumento del conteo de células somáticas, por lo que, esta forma es más común que la llamada "clínica" y pasa desapercibida durante mucho tiempo. Para su diagnóstico, se necesitan pruebas como el Test de Mastitis de California (CMT) o análisis de laboratorio de la leche e (Sánchez-Macías, 2022).

2.19.3. Agentes causales.

La mastitis bovina es causada principalmente por bacterias, como *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus uberis* y también *Escherichia coli* y *Klebsiella spp.* Estas bacterias se dividen en dos categorías: contagiosas de animal a animal o encontradas en el ambiente y luego transmitidas de nuevo al ganado durante las operaciones de ordeño (Cheng, 2022)

En un estudio realizado en el Cantón Montúfar en la Provincia de Carchi (Ecuador), el principal agente de la mastitis bovina fue *Staphylococcus aureus*. Luego vinieron enterobacterias y *Escherichia coli*, por lo cual estos resultados demuestran el alto nivel de bacterias patógenas encontradas en los rebaños lecheros y nos muestran cuán esencial es asegurar medidas estrictas de higiene (Ormaza Montenegro, 2022).

2.20. La calidad en el ordeño

La incorporación de tecnologías emergentes en la producción lechera ha permitido optimizar la eficiencia y la higiene del proceso de ordeño, donde los sistemas automatizados de ordeño, también conocidos como robots de ordeño, son capaces de recolectar leche sin intervención humana directa, minimizando el riesgo de contaminación cruzada, por lo que, incluyen sensores que monitorean temperatura, conductividad eléctrica, conteo de células somáticas y flujo de leche, permitiendo detectar precozmente casos de mastitis (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2023).

Figura 5
Tecnología Alta Producción



Nota: Universo de la Salud Animal (2022)

2.21. CMT (California Mastitis Test)

La prueba de California Mastitis Test (CMT) es una detección rápida y simple, utilizada para encontrar signos de mastitis subclínica en ganado lechero. La mastitis subclínica es una inflamación de la glándula mamaria de las vacas sin síntomas visibles obvios, pero que afecta significativamente y de manera persistente tanto la calidad higiénica como la producción de leche. (Ruiz-García, 2018).

Figura 6
California Mastitis Test



Nota. Full Article Developing and validation of Local Mastitis Test (2021)

2.21.1. Principio de la prueba.

El CMT se basa en una reacción que ocurre en la que el detergente aniónico presente en el reactivo reacciona con el ADN liberado de las células somáticas después de la lisis celular. Esta interacción produce una sustancia espesa o gelatinosa, cuya densidad aumenta con la cantidad de células somáticas en una muestra de leche para hacer posible detectar la inflamación subclínica de la glándula mamaria (Ramuada, 2024)

La mezcla de leche y reactivo se examina visualmente y el grado de formación de gel se asigna a niveles: negativo (I), leve (II), moderado (III) y severo (IV). Esto permite una fácil comprensión de la gravedad de la mastitis en el campo (Burton, 2021).

2.22. SCC y su relación con CMT y la calidad tecnológica de la leche

El recuento de células somáticas (SCC) es un indicador objetivo de inflamación subclínica de la ubre y, por ende, de riesgo higiénico de la leche. El California Mastitis Test (CMT) ofrece un cribado en campo cuyo grado de gelificación se correlaciona con el SCC, permitiendo detectar cuartos con recuentos altos. En un estudio comparativo en vacas cruzadas, el CMT mostró sensibilidad muy alta, acuerdo moderado con el SCC y especificidad limitada, lo que respalda su uso como herramienta de tamizaje (Abdulkhader et al., 2022).

Un SCC elevado no solo refleja inflamación, también deteriora la aptitud tecnológica de la leche al afectar coagulación, firmeza del coágulo y rendimiento quesero. La evidencia reciente sintetiza que, a medida que sube el SCC, aumentan la proteólisis y la lipólisis asociadas a enzimas endógenas, se reduce la fracción caseína/proteína total y se comprometen textura y sinéresis. Estos efectos se traducen en pérdidas económicas por menor rendimiento y calidad, y en esquemas de pago que penalizan la leche con SCC alto (Moradi, Omer, Razavi, Valipour, & Guimarães, 2021).

2.23. Estudios Previos

Según la investigación de Avellan Vélez, R H. (2019) en el cantón Rocafuerte de la provincia de Manabí, destinada a determinar la prevalencia de mastitis, realizada en 280 vacas que fueron sometidas a estas pruebas, se encontró que más del 38.57 % de los rebaños lecheros estaban infectados con mastitis bovina.

Por lo tanto, 106 vacas dieron positivo según lo indicado por Quinzo Padilla Hirma Janneth (2024), informó sobre la efectividad del método de diagnóstico CMT para la detección temprana y el monitoreo de rebaños lecheros infectados con mastitis bovina. Su estudio se llevó a cabo en ordeños de la comunidad Tualag en la provincia de Pichincha. Señaló que, esta enfermedad bacteriana es inevitable. En su caso se analizaron 70 vacas de las cuales 13 dieron positivo a mastitis, dando una prevalencia del 18.6 %.

En el estudio de Chacha Caguana Gissela Elizabeth (2025), la prueba de CMT detectó la presencia de mastitis clínica y subclínica. Después de muestrear 386 vacas, 138 mostraron signos claros de infección.

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación de la investigación:

Este trabajo se realizó en la ciudad de Latacunga específicamente en los barrios de Chaguana y Langualo Chico

Figura7
Ubicación barrio Chaguana



Nota: Google Maps 2025

Figura8
Ubicación barrio Langualo chico



Nota: Google Maps 2025

3.1.1. Características climáticas de Latacunga

La temperatura media anual de Latacunga por lo general es de 8 °C a 20 °C. Esta región tiene un clima frío, caracterizado por temperaturas bajas durante todo el año (Weather Spark, 2025)

3.2. Materiales

Materiales de campo

- Botas de caucho
- Hoja de campo
- Bolígrafo
- Overol
- CMT (California Mastitis Test)
- Paleta para CMT
- Cámara de celular

3.3. Tipo de estudio

Este estudio cuantitativo, descriptivo-comparativo, no experimental y de corte transversal evalúa la calidad higiénica de la leche en sistemas de ordeño manual y mecánico en Latacunga. Se analizarán el recuento de células somáticas mediante el California Mastitis Test (CMT) y los factores asociados a su presencia. El enfoque estadístico permitirá comparar ambos sistemas. La recolección de muestras se realizó entre el 27 de mayo y el 6 de julio, siguiendo protocolos estandarizados de toma y conservación. Se busca identificar diferencias significativas en las prácticas de manejo del ordeño.

3.4. Periodo del estudio

El periodo del estudio se desarrolló del 27 de mayo al 6 de julio, con una duración de 40 días.

3.5. Población de estudio

La población de estudio estuvo conformada por dos hatos lecheros ubicados en el cantón Latacunga. Uno de estos hatos empleó el sistema de ordeño manual y el otro utilizó el sistema de ordeño mecánico. Cada hato representó una unidad de análisis para la comparación de los resultados del

California Mastitis Test (CMT) y de las observaciones registradas en cada ordeño.

Tabla 1
Datos Generales

Hato	Sistema de ordeño	Número de vacas	Frecuencia diaria de ordeño	Localización
Hato 1	Manual	23	2 veces al día	Latacunga
Hato 2	Mecánico	12	2 veces al día	Latacunga

Nota. Descripción de la población de estudio.

3.6. Método de inferencia estadística

Para el análisis de los datos, se aplicó la prueba de Chi-cuadrado esto con el fin de determinar la existencia que hay entre el ordeño manual y mecánico y la calidad higiénica de leche esto mediante la ayuda de California Mastitis Test (CMT). Se analizó la relación entre las variables dependientes independientes (variables de manejo) con los resultados de CMT el nivel de significancia tomado en cuenta fue un nivel del 5 % o p-valor menor a 0.05

3.7. Método de abordaje

El presente estudio tuvo un enfoque cuantitativo, observacional y de corte transversal, con visitas a los hatos o sistemas lecheros (ordeño manual y mecánico) para la recolección de muestras y análisis de calidad higiénica de la leche mediante la ayuda de CMT.

3.7.1. Método descriptivo

Se recolectó un pequeño volumen de leche de vaca para la prueba de California Mastitis Test (CMT). Según Gómez- Quispe (2015) la prueba CMT debe hacerse siguiendo el protocolo estándar para así evaluar y detectar mastitis subclínica. Este proceso se calificó los resultados en categorías (negativo (I), leve positivo (II), positivo (III), fuerte positivo (IV))

Una vez ya hecha la prueba de CMT, las vacas positivas a mastitis a alguna de las categorías antes mencionadas se anotaron enseguida en la hoja

de campo, para así garantizar que los datos sean significativos y adecuados para análisis y tabulaciones posteriores. Para la recopilación de las muestras se fue a los lugares donde estén ubicados los sistemas de ordeño en el cantón Latacunga provincia de Cotopaxi y a las horas en las que comiencen el ordeño.

Una vez que se empezó el proceso de ordeño las ubres deben estar limpias y secas. La toma de muestras al inicio del ordeño para así garantizar que estas sean inocuas Las muestras se etiquetará en la hoja de campo con la hora a la que se lo recolectó y de qué tipo de ordeño sea manual o mecánico.

Por último los datos que fueron recolectados y tabulados en función a los resultados que se hayan evidenciado con ayuda de California Mastitis Test y las condiciones que se hayan observado en el ordeño, si es que un lugar techado o no, si el ordeño se realiza de manera completa, la usencia o presencia de movimientos bruscos, esto permitió un análisis comparativo entre ambos sistemas y sus prácticas de manejo con la calidad higiénica.

3.8. Variables:

3.8.1. Variables dependientes

- Rangos de resultados de CMT:

I Negativo: Ausencia de gelificación la mezcla permanece líquida y fluida.

II Positivo Leve: Ligera formación de gel, aumento de viscosidad

III Positivo: Gelificación definida, sugiere alta concentración de células somáticas.

IV Positivo Fuerte: Gelificación intenso o presencia de coágulos.

3.8.2. Variables independientes

- Características generales del animal
- Edad
1 a 5 años

5 a 7 años

De 7 Años en adelante

- Protocolos de manejo durante el ordeño y el manejo post-ordeño.
- Lavado de ubres y pezones
SI
NO
- Secado con toalla individual
SI
NO
- Descarte de los primeros chorros
SI
NO
- Uso de guantes por parte del ordeñador
SI
NO
- Limpieza del equipo o utensilios
SI
NO
- Limpieza del área de ordeño
SI
NO
- Golpes accidentales en la ubre
SI
NO
- Aplicación de sellador en pezones
SI
NO
- Limpieza de utensilios/equipo post-ordeño
- Ordeño completo
SI
NO

- Presencia de golpes

SI

NO

- Lugar techado

SI

NO

4. RESULTADOS

En el presente estudio se recolectaron 137 muestras de leche procedentes de las 35 vacas muestreadas.

4.1. Datos generales de las vacas

Con respecto a la edad, 4 vacas fueron del rango etario de 1 a 5 años correspondiendo al 11.43 %, de 5 a 7 años 22 vacas que corresponden el 62.8 %, y en el rango etario de 7 años en adelante 9 vacas correspondiendo al 25.71 %. Tabla 2.

Tabla 2
Rangos de Edades

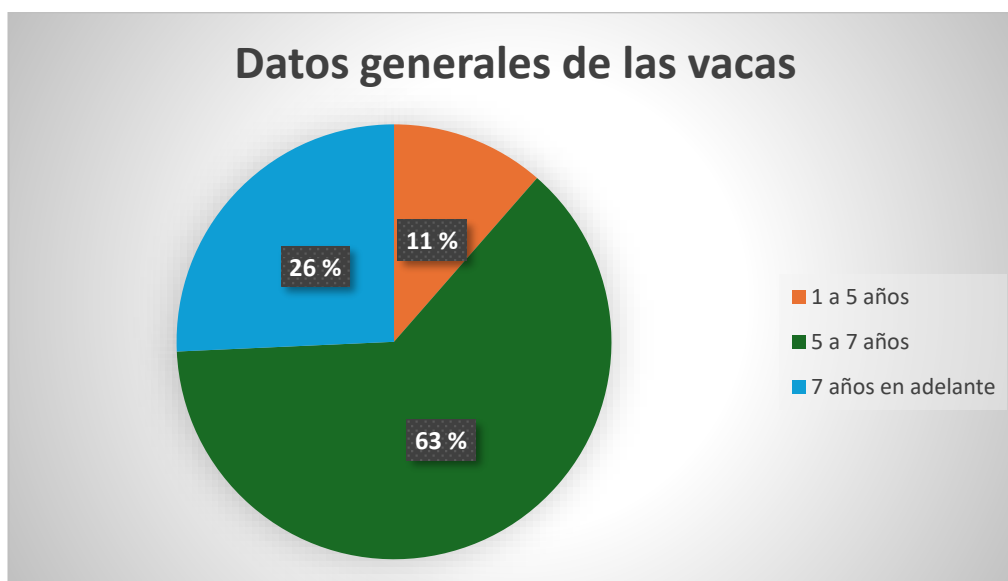
Rango de edades	Número de vacas	Porcentaje
1 a 5 años	4	11.43 %
5 a 7 años	22	62.86 %
7 años en adelante	9	25.71 %
Total	35	100 %

Nota. El mayor porcentaje de edades de las

vacas analizadas son de 5 a 7 años.

Figura9

Edades de vacas



Nota. Distribución porcentual de las vacas por edad de los sistemas de ordeño

4.2. Resultados de CMT de la leche según pezones funcionales

Con respecto al muestreo y la clasificación CMT, se recolectaron muestras de leche de los pezones funcionales de vacas en sistemas de ordeño manual y mecánico para evaluar la calidad higiénica mediante el California Mastitis Test (CMT); los resultados se clasificaron en Negativo, Traza, 1+, 2+ y 3+. Tabla 3.

- I (negativo)
- II (positivo leve)
- III (positivo)
- IV (positivo fuerte).

Tabla 3

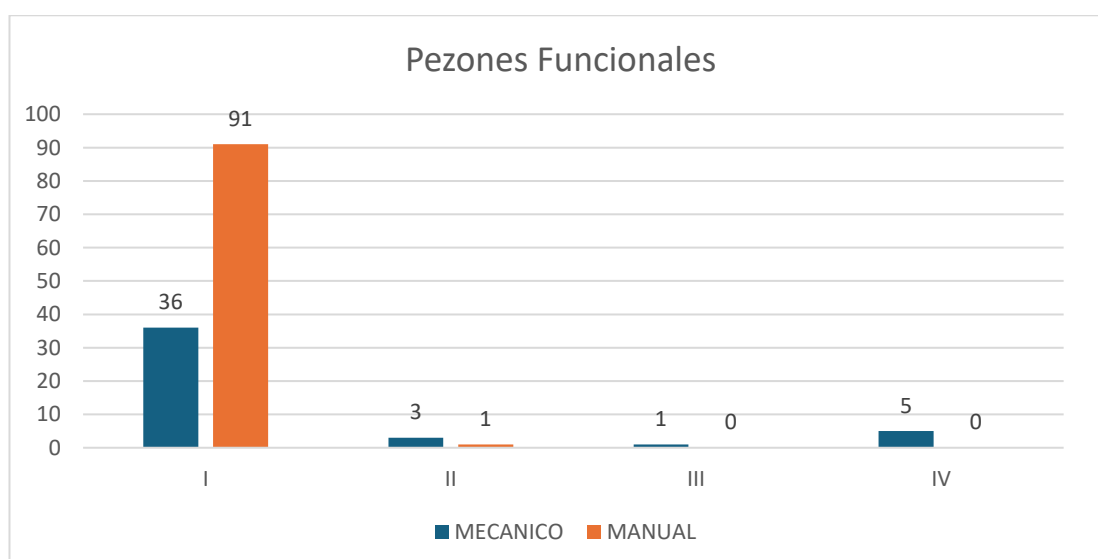
Muestras Recolectadas por Pezones Funcionales

CALIDAD	Pezones Funcionales				Total	P. V
	I	II	III	IV		
MECANICO	36	3	1	5	45	
MANUAL	91	1	0	0	92	0.0008
Total	127	4	1	5	137	

Nota: Mediante el uso de chi-cuadrado este dio un p-valor de 0,0008, lo cual evidencia que este valor es menor a 0,05.

Figura 10

Distribución de muestras de pezones funcionales según su categoría



Nota. De los pezones analizados en ordeño manual fueron ubicados en las mejores categorías

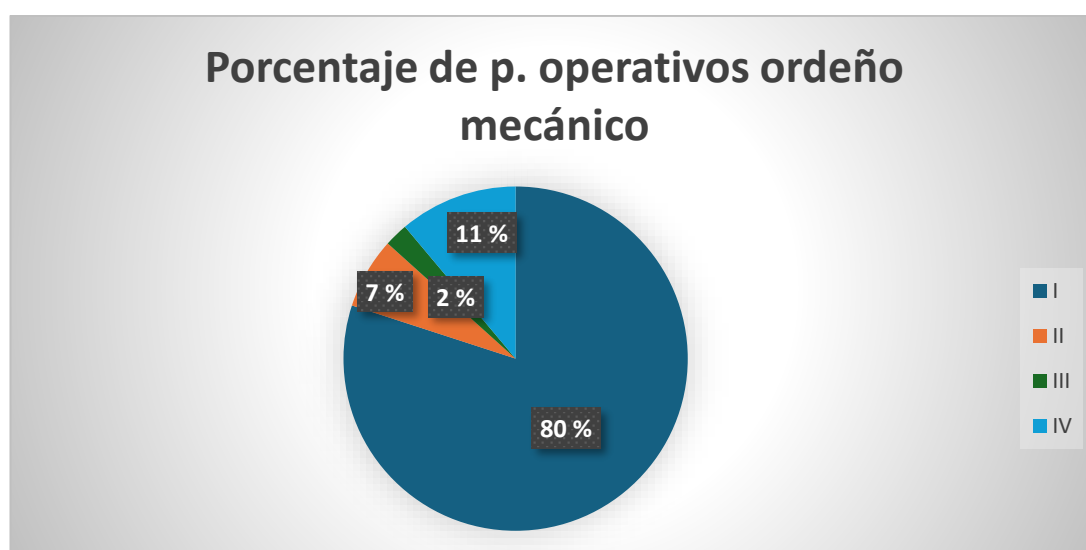
Como se demuestra con la **Tabla 2** en conjunto con la **Figura 7** que de los 92 pezones funcionales en ordeño manual 91 están ubicados en la categoría I y 1 en categoría II. En cambio, el ordeño mecánico tiene una mayor variación y distribución ya que de los 45 pezones analizados, 36 están en categoría I, 3 en II, 1 en III y 5 en la categoría IV.

Tabla 4
Pezones funcionales de ordeño mecánico

CALIDAD	Pezones operativos				Total
	I	II	III	IV	
Mecánico	36	3	1	5	45
Porcentaje	80.00 %	6.67 %	2.22 %	11.11 %	100%

Nota: Se puede observar cada uno de los porcentajes que corresponde a los pezones que se clasificaron en las cuatro categorías antes mencionadas.

Figura 11
Porcentajes de ordeño mecánico



Nota: Se evidencia que el mayor porcentaje de los pezones analizados están ubicados en la categoría I

Tanto en la **Tabla 4** y **Figura 12** se observa que los pezones funcionales de ordeño mecánico que fueron analizados mostraron una variedad en todas las categorías ya que el 80 % de estos se encuentran en categoría I, 6.67 % en II, 2.22 % en III y 11.11 % en categoría IV, lo que da a

entender que el porcentaje de positivos es de 13.33 % de los pezones analizados en ordeño mecánico.

Tabla 5

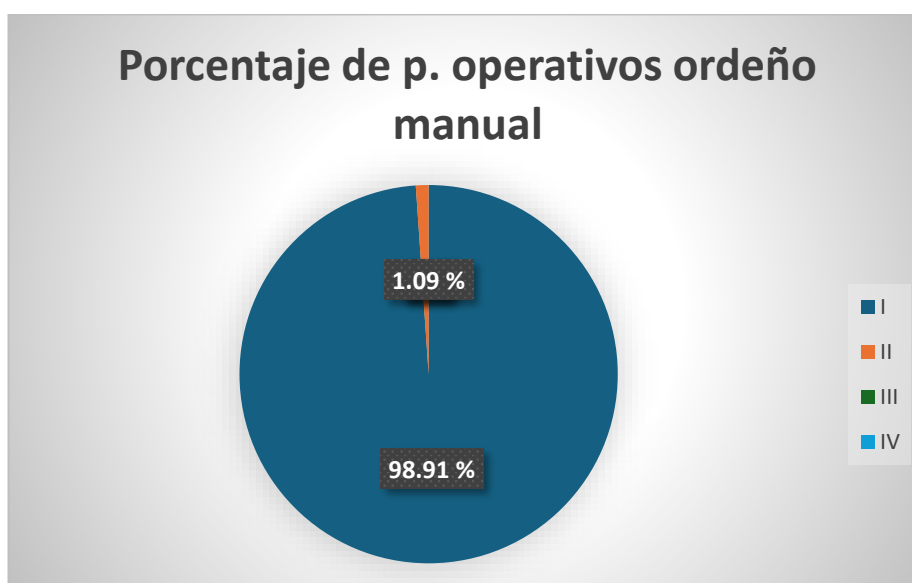
Porcentajes de pezones funcionales de ordeño manual

Pezones operativos					
CALIDAD	I	II	III	IV	Total
Manual	91	1	0	0	92
Porcentaje	98.91 %	1.09 %	0.00 %	0.00 %	100 %

Nota. Se evidencia que en el ordeño manual los pezones analizados solo se distribuyen en dos categorías

Figura 12

Porcentaje de ordeño manual



Nota. El mayor porcentaje de pezones analizados están en categoría I

Se evidenció en la **Tabla 5** y **Figura 13** que los pezones analizados de ordeño manual solo están distribuidos en dos categorías que son I y II las cuales el 98.91 % corresponde a categoría I y tan solo 1.09 % a categoría II, en ordeño manual hay ausencia de casos positivos.

4.3. Evaluación por vaca según su sistema de ordeño

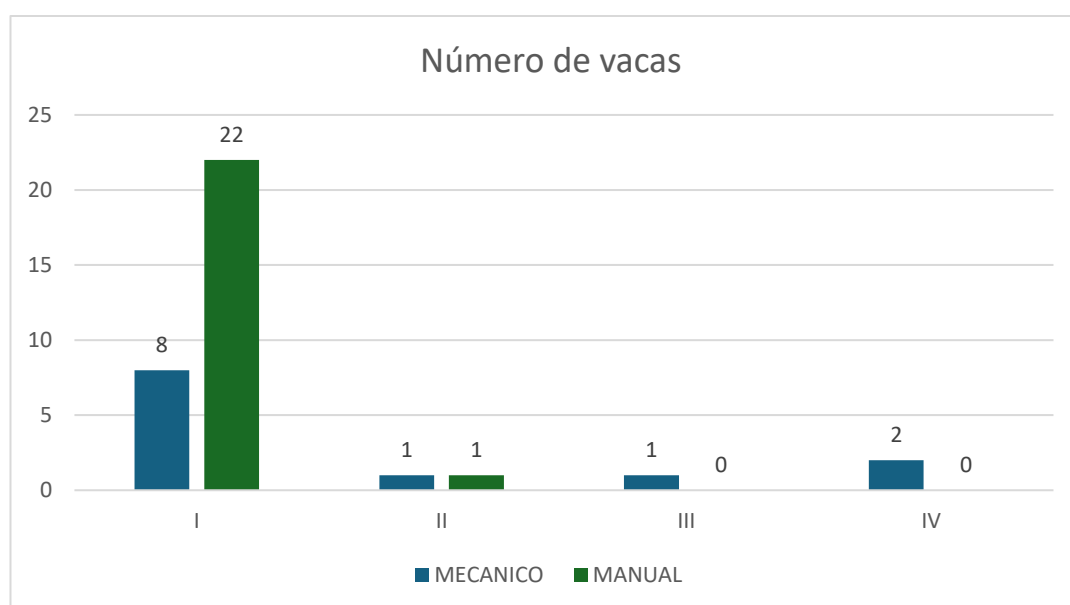
En este apartado se analiza las muestras agrupando los resultados obtenidos por cada vaca, según al ordeño que corresponda (manual o mecánico) esto con ayuda de la muestra más alta dada por los pezones basada en las categorías de (CMT) este como un indicativo de las vacas en general.

Tabla 6
Muestras Recolectadas de Vacas en General

Vacas en general						
CALIDAD	I	II	III	IV	Total	P.V
MECANICO	8	1	1	2	12	
MANUAL	22	1	0	0	23	0.0806
Total	30	2	1	2	35	

Nota. La prueba de chi-cuadrado dio como resultado de p-valor de 0,0806 como se observa es mayor a 0,05.

Figura 13
Distribución de Muestras de Vacas en General



Nota. Las 23 vacas que son ordeñadas manualmente están en las mejores categorías

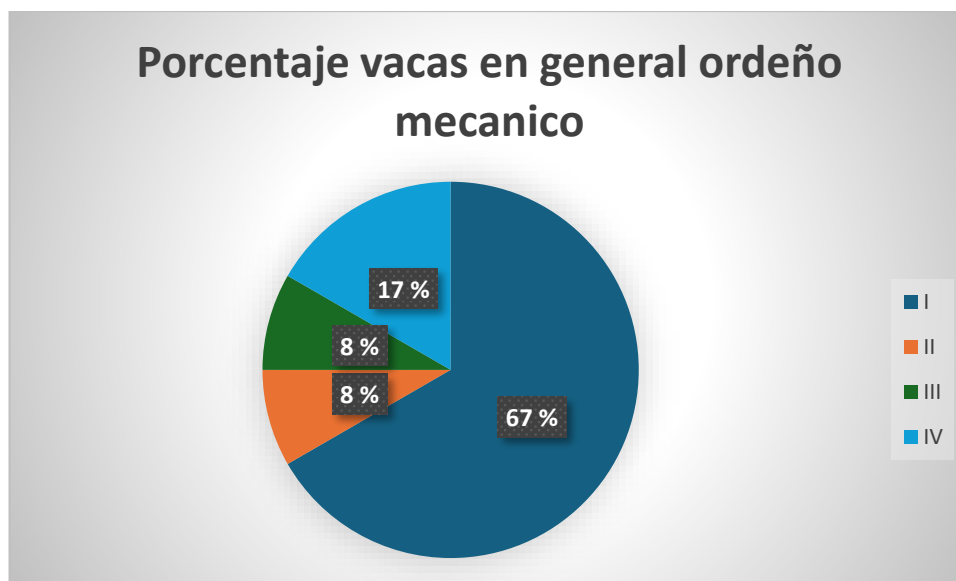
En la **Tabla 6** y **Figura 14** se puede observar que de las 23 vacas analizadas en el ordeño manual 22 arrojaron resultados para estar en la categoría I, y una vaca en categoría II. En las 12 vacas de ordeño mecánico hay una mayor variación ya que de estas 8 están ubicadas en categoría I, 1 en II, 1 en III y 2 para la última categoría IV.

Tabla 7
Vacas de ordeño mecánico

Vacas en general					
CALIDAD	I	II	III	IV	Total
MECANICO	8	1	1	2	12
Porcentaje	67 %	8 %	8 %	17 %	100 %

Nota. 25 % de vacas de ordeño mecánico dieron positivo en prueba CMT

Figura 14
Porcentaje de vacas de ordeño mecánico.



Nota. 67 % de las vacas de ordeño mecánico están en categoría I

Tanto en la **Tabla 7** y **Figura 15** se evidenció que el 67 % de las vacas están distribuidas en categoría I, 8 % en categoría II, 8 % en categoría III y 17 % en categoría IV, lo cual el 25 % de las vacas analizadas de ordeño mecánico dio positivo a la prueba de (CMT).

Tabla 8
Vacas de ordeño manual

Vacas en general					
CALIDAD	I	II	III	IV	Total
Manual	22	1	0	0	23
Porcentaje	96 %	4 %	0 %	0 %	100 %

Nota. En ordeño manual hay ausencia de vacas en categorías de positivos.

Figura15
Vacas de ordeño manual



Nota. El 100 % de las vacas están ubicadas en las mejores categorías

En la **Tabla 8** y **Figura 16** se evidenció que el 96 % de las vacas analizadas de ordeño manual están en categoría I lo que corresponde a negativo y tan solo el 4 % en categoría lo cual también está dentro de los estándares ya que a partir de categoría III son positivos y ninguna de ellas están ubicadas en dicha categoría.

4.4. Relación entre presencia de golpes involuntarios y la calidad higiénica de la leche

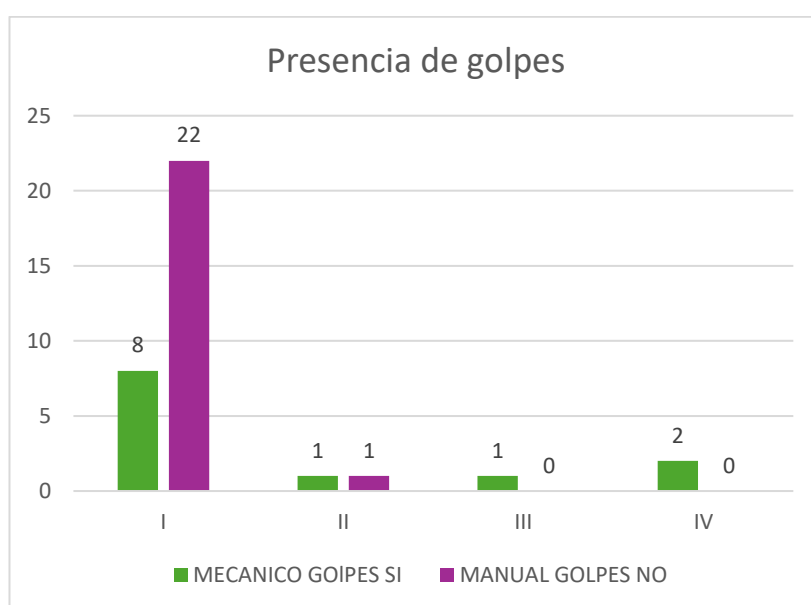
En las observaciones en el campo se registró si es que las vacas hacían movimientos bruscos los cuales puedan dar evidencia de posibles signos visibles de algún golpe ya que estos pueden generar alguna inflamación y así perjudicar el resultado de CMT, se compara la calidad higiénica entre ordeño manual y mecánico.

Tabla 9
Presencia de golpes

Presencia de golpes						
CALIDAD	I	II	III	IV	Total	P. V
MECANICO GOLPES SI	8	1	1	2	12	
MANUAL GOLPES NO	22	1	0	0	23	0.0806
Total	30	2	1	2	35	

Nota. Mediante la prueba de chi-cuadrado dio un p-valor de 0,0806 demuestra que no hay una relación significativa entre sí.

Figura16
Distribución de vacas en ordeño con presencia de golpes



Nota. Se puede observar que las vacas de ordeño mecánico al presentar movimientos bruscos están en las categorías de peor calidad, caso contrario de ordeño manual el cual está en las categorías en cuanto a calidad se refiere.

De las 23 vacas pertenecientes a ordeño manual todas fueron ubicadas en las dos mejores categorías (I y II). Caso contrario con las 12 vacas de ordeño mecánico las cuales presentaron golpes accidentales y dentro de este grupo 3 de ellas fueron clasificadas en categorías de positivo (III y IV), si bien el p-valor arrojó un resultado de 0,0806 no indica una relación significativa, la tendencia que se observó sugiere que la presencia de golpes podría afectar a la salud de la glándula mamaria y la calidad higiénica de la leche.

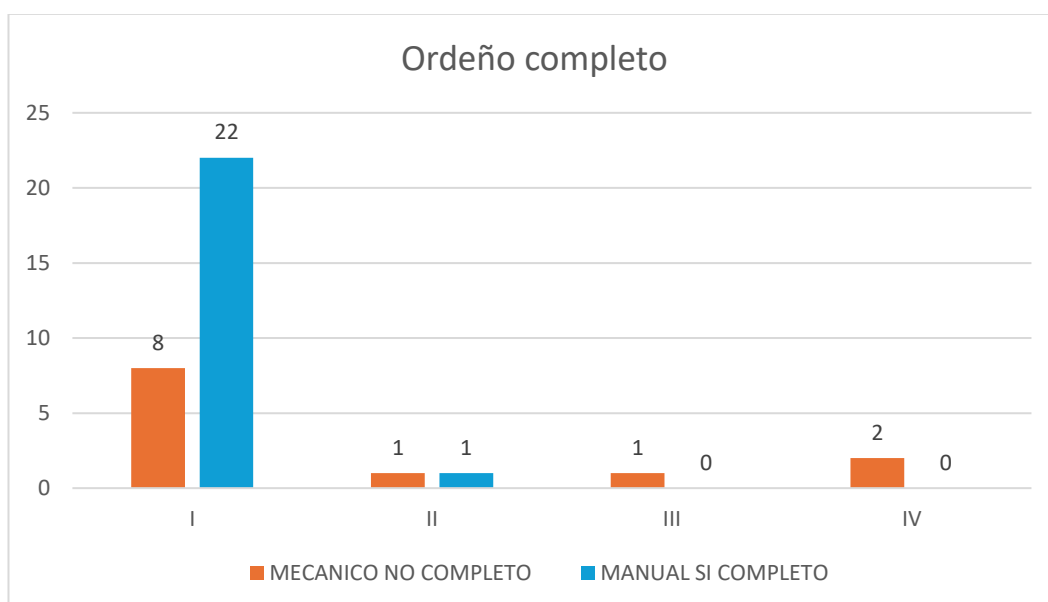
4.5. Relación entre ordeño incompleto y la calidad higiénica de la leche

Tabla 10
Ordeño completo o incompleto

Ordeño Completo						
CALIDAD	I	II	III	IV	Total	P.V
MECANICO NO COMPLETO	8	1	1	2	12	
MANUAL SI COMPLETO	22	1	0	0	23	0.0806
Total	30	2	1	2	35	

Nota. Chi-cuadro dio un p-valor de 0,0806 el cual se observa que no hay una relación estadística significativa.

Figura 17
Distribución de Vacas con Ordeño Completo o Incompleto



Nota. Las 23 vacas de ordeño manual que son ordeñadas completamente están ubicadas en las mejores categorías.

A pesar de un p-valor 0.0806, el cual no da una evidencia de relación estadísticamente significativa entre los resultados de la prueba de CMT y el ordeño incompleto la presencia de 3 vacas (25 %) en las categorías III y IV en ordeño mecánico representa un hallazgo para tomar en cuenta. Esto sugiere que, aunque la relación no sea significativa estadísticamente hablando, el ordeño incompleto podría estar influenciando a una predisposición de mastitis subclínica.

4.6. Impacto del techado o no techado en los sistemas de ordeño.

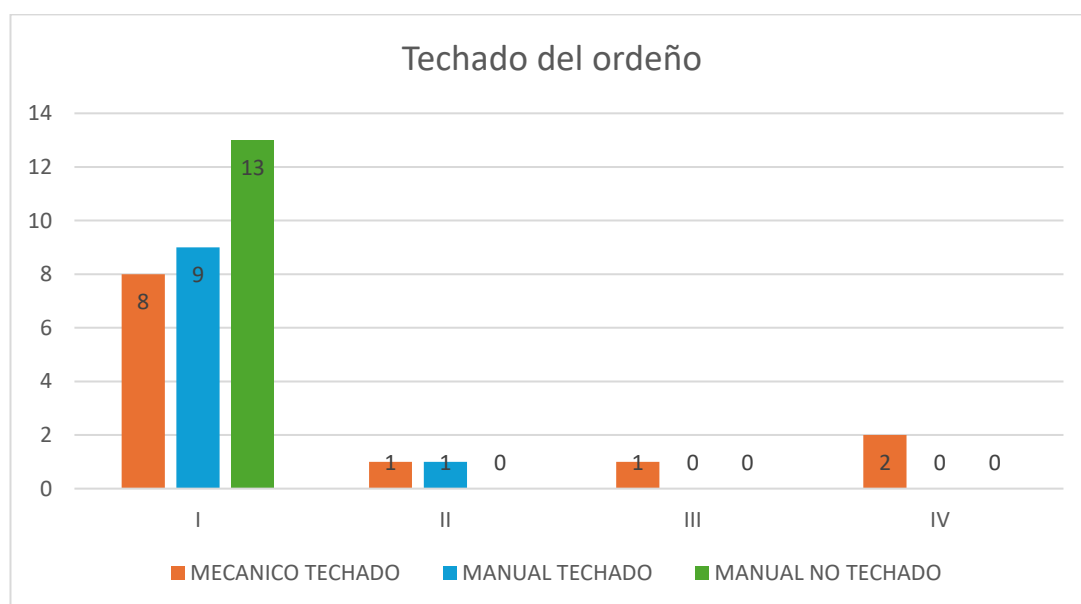
Se constato si el lugar en el cual se realizaban los ordeños estaba techados o no techados, así mismo su influencia en los resultados del CTM, ya que el techado ayuda a la protección de polvo, lluvia y menor suciedad, esto dando paso a una mejor calidad higiénica de leche.

Tabla 11
Sistema de Ordeño Techado o no

Techado del ordeño						
CALIDAD	I	II	III	IV	Total	P. V
MECANICO TECHADO	8	1	1	2	12	0.2533
MANUAL TECHADO	9	1	0	0	10	
MANUAL NO TECHADO	13	0	0	0	13	
Total	30	2	1	2	35	

Nota. Con el uso de chi-cuadrado dio un p-valor de 0,2533 con lo cual se evidencia que no hay una relación significativa.

Figura 18
Distribución de Vacas en un Ordeño Techado o no



Nota. Las 13 vacas que son ordeñadas en lugar no techado están en categoría I.

Como se evidencia las 22 vacas que son ordeñadas en un lugar no techado están en categoría I y tan solo una de las vacas de ordeño manual está en categoría II. El sistema de ordeño mecánico techado presentó 3 vacas las cuales están dispersas entre las categorías de baja calidad (III, IV), esto

se da a entender desde el p-valor 0.2533 el cual no garantiza una relación existente entre el techado y no techado con la calidad higiénica.

Con respecto a las variables de lavado de ubres, secado con toalla individual, presencia de animales enfermos, uso de sellador de pezones, descarte de los primeros chorros, uso de guantes por parte del ordeñador, limpieza de utensilios y limpieza de área de ordeño el manejo se llevó de manera igual en ambos sistemas de ordeño, no existiendo diferencia entre ambos para considerar una significancia en los resultados de la prueba realizada.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio demuestran que hay diferencia significativamente en cuanto a calidad higiénica de los sistemas de ordeño manual y mecánico, que fue analizada con el uso de la prueba de California Mastitis Test (CMT), el 98.9 % de las muestras de ordeño manual fueron clasificadas en la mejor categoría que (I), esto quiere decir que salieron negativas, lo que da entender que hay un manejo adecuado en este sistema de ordeño.

Por otro lado, las vacas de ordeño mecánico presentaron una mayor variación entre las categorías con presencia en positivo (III) y fuerte positivo (IV) esto corresponde al 25 % de la población de todo el hato de sistema mecanizado. Este resultado por más que no sea elevado es significativo ya que da a entender que hay una alteración en la calidad higiénica por un mal manejo.

Estos análisis son lo suficientemente consistentes con el estudio realizado por Quinzo Padilla Hirma Janneth (2024), quien hizo uso de CMT para la detección de mastitis. El caso de Quinzo se centró en la parroquia Tahuallag provincia de Pichincha, con un 18.6 % de positivos de 70 vacas, resultados que mantienen similitud con los obtenidos en esta investigación evidenciando la eficacia que tiene el CMT para la detección de alteraciones en la leche de sistemas de ordeño.

Asimismo, los hallazgos de Chacha Caguana Gissela Elizabeth (2025), evidenció que la prueba de California Mastitis Test no solo ayuda a detectar mastitis clínica si no también subclínica ya que de las 386 vacas que fueron objeto de estudio 138 salieron positivas incluso con presencia de microorganismos como *Staphylococcus aureus* y *E. coli*. Resultados que difieren con los expuestos la investigación (3 vacas positivas) que se puede atribuir a un número mayor de individuos de muestra.

El trabajo hecho por Chacha Caguana Gissela Elizabeth (2022) no hizo un estudio de conteo de microorganismos, pero pudo notar que una mayor tendencia a mastitis subclínica en casos donde el ordeño no fue realizado de manera completa y la presencia de traumatismos en las ubres, lo cual predispone a posibles infecciones secundarias.

Con respecto a la presencia de traumatismos se guarda relación ya que en la presente investigación se obtuvo resultados de las 12 vacas en sistema mecánico las cuales sufrían de traumatismo por golpes accidentales al momento de entrada al ordeño, atribuyendo esto a una mala práctica de manejo.

Por otra parte, Avellan Vélez, R (2019) en su estudio realizado en Rocafuerte provincia de Manabí dio a conocer que el 38.57 % de las que analizó dieron positivo, esto indicando a que hay influencia de casos de mastitis en zonas productoras del país, esto lo logro en colaboración del uso de California Mastitis Test (CMT).

Ya en contexto, con ayuda de las variables tanto de ordeño no completo y presencia de movimientos bruscos resultaron relacionables con los positivos en la prueba de CMT, aunque estadísticamente no son significativas que dio un p-valor: 0.0806, esto sugiere que representan un mal manejo lo cual debe ser considerado.

CONCLUSIONES

Se evaluó la leche de ordeño manual y mecánico mediante el CMT para detectar mastitis subclínica, estableciéndose que el sistema manual presentó la mejor distribución de resultados, con 98.9 % de muestras en categoría negativa (I), mientras que en el sistema mecánico el 25 % de las muestras resultó positivo (III: 8 %; IV: 17 %). No obstante, la comparación global entre sistemas no alcanzó significancia estadística ($p = 0,2533$).

Se identificó que variables de manejo como presencia de animales enfermos, descarte de los primeros chorros, lavado y secado de pezones, limpieza de utensilios y aplicación de sellador se ejecutaron de forma equivalente en ambos sistemas, por lo que no explican diferencias en CMT. En contraste, se observaron prácticas de riesgo ordeño sin completar y golpes accidentales principalmente en el sistema mecánico, las cuales pueden predisponer a mastitis subclínica y afectar la calidad higiénica.

Se analizó la correlación entre los factores de manejo identificados y los resultados del CMT, evidenciándose asociaciones no significativas, pero clínicamente relevantes entre ordeño incompleto y/o traumatismos y una mayor proporción de resultados III–IV ($p = 0.0806$). El CMT se ratificó como una herramienta útil para la detección de mastitis subclínica e indicador indirecto de calidad; además, los hallazgos sugieren que el buen manejo del ordeño más que la infraestructura (p. ej., estar techado) es determinante para sostener mejores resultados, lo que se reflejó en el mejor desempeño del sistema manual aun sin techo frente al mecánico techado.

RECOMENDACIONES

- Mejorar el manejo en el sistema mecánico, esto con la ayuda de una implementación de protocolos estrictos para evitar los golpes accidentales entre animales, ya que estos pueden predisponer en mastitis y así afectar la calidad higiénica de la leche.
- Capacitar a las personas encargadas del ordeño, en prácticas higiénicas de preparación del ordeño, asegurando la limpieza y un protocolo adecuado.
- Supervisar el ordeño completo y que esté en condiciones óptimas, que el lugar este techado para así reducir la posible contaminación ambiental y garantizar condiciones más estables
- Realizar controles mensualmente con la prueba de CMT, esto con el fin de detección temprana de mastitis subclínica y actuar de manera rápido ante vacas positivas.
- Promover registros detallados sobre el estado sanitario de cada vaca, lo que permitirá un buen seguimiento y una toma de decisiones adecuadas al ordeño o sistema competente.

REFERENCIAS

- Ali, A. S. (2022). Improvement of functional properties of cow's milk peptides through partial proteins hydrolysis. *Saudi Journal of Biological Sciences*.
- Ávalos Castro, R. &. (24 de 10 de 2022). Prevalencia de mastitis subclínica y determinación de los factores de riesgo. *Revista de Salud Animal*, 33-45. Obtenido de Prevalencia de mastitis subclínica y determinación de los factores de riesgo:
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-62662022000100121&script=sci_arttext&utm
- Avellán Vélez, R. H. (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. Ciencia Y Tecnología*, 62-70.
- Barragán Ochoa, F. (2023). *Pequeños productores, ciudades y leche: desafíos en el abastecimiento alimentario en los Andes norte del Ecuador*. Quito, Ecuador: Abya-Yala.
- Bonifaz, N. (2018). *Gestión de calidad de leche de pequeños y medianos ganaderos [Tesis de pregrado]*. Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de Gestión de calidad de leche de pequeños y medianos ganaderos:
<https://www.redalyc.org/journal/4760/476054842010/html/?utm>
- Burger, M. M. (2023). *La máquina de ordeño y mastitis*. Obtenido de Universidad Tecnológica del Uruguay: <https://www.inale.org/wp-content/uploads/2019/08/4.LA-M%C3%81QUINA-DE-ORDE%C3%91O-Y-LA-MASTITIS.pdf>

- Burton, E. &. (2021). *California Mastitis Test (CMT)*. [Manual de laboratorio].
Clinical Veterinary Diagnostic Laboratory Module.
- Chacha Caguana, G. (2025). *Prevalencia de mastitis clínica y subclínica e identificación de factores de riesgo [Tesis de pregrado]*. Universidad Técnica de Ambato.
- Chen, X. L. (2022). Prevalence of subclinical mastitis among dairy cows in China: A meta-analysis. *Prevalence of subclinical mastitis among dairy cows in China: A meta-analysis*.
- Cheng, W. &. (2022). Bovine mastitis: risk factors, therapeutic strategies, and alternative treatments. *Preventive Veterinary Medicine*, 105-112.
- Costa, A. (2021). Milk somatic cell count-derived traits as new indicators to predict changes in milk composition and yield [Estudio científico].
Italian Journal of Animal Science.
- Dairy Global. (2023). *Increased milk quality from Holstein breed*. Obtenido de <https://www.dairyglobal.net/health-and-nutrition/increased-milk-quality-from-holstein-breed>
- Dreamstime. (2010). *Ordeño manual manualmente*. Obtenido de :
<https://es.dreamstime.com/im%C3%A1genes-de-archivo-libres-de-regal%C3%ADas-orde%C3%B1o-manual-manualmente-image25071739>
- El-Morsi, E. M. (23 de 05 de 2024). Prevalence of subclinical mastitis in dairy cows. *Alexandria Journal of Veterinary Medicine*. Obtenido de https://avmj.journals.ekb.eg/article_170968.html?utm
- Fisterra. (8 de Abril de 2024). *Mastitis no puerperal*. Obtenido de <https://www.fisterra.com/guias-clinicas/mastitis-no-puerperal/?utm>

- Flores, D. &. (2021). *Impacto del ordeño mecánico en la producción y calidad de leche en Latacunga [Tesis de pregrado]*. Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Flores, J. M. (Julio de 2019). *Análisis del mercado de la leche en Ecuador: factores determinantes y desafíos [Tesis de maestría]*. Valencia: Universidad de Valencia.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2023). *Milk hygiene and safety: Ensuring public health through good dairy practices*. Obtenido de <https://www.fao.org/dairy-production-products/products/milk-higiene>
- García, M. J. (2021). *Características productivas de vacas Jersey en sistemas familiares de la sierra ecuatoriana [Tesis de pregrado]*. Universidad Técnica de Ambato.
- Gavilanes Villacrés, L. M. (2024). Evaluación de la calidad de la leche cruda e implementación de un manual de transporte y almacenamiento en el centro de acopio Milca. *Evaluación de la calidad de la leche cruda e implementación de un manual de transporte y almacenamiento en el centro de acopio Milca*. Chimborazo, Ecuador.
- Gavilanes Villacrés, L. M. (26 de Abril de 2024). *Evaluación de la calidad de la leche cruda e implementación de un manual de transporte y almacenamiento en el centro de acopio Milca [Tesis de pregrado]*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- González, X. (31 de Enero de 2019). *El clima y los factores ambientales inciden en la cantidad y la calidad de la leche. Agronegocios*. Obtenido de <https://www.agronegocios.co/finca/el-clima-y-los->

factores-ambientales-inciden-en-la-cantidad-y-la-calidad-de-la-leche-2822672?utm

González-Padilla, E. (2021). Efectos del estrés en la producción lechera y la salud mamaria. *Revista de Producción Animal*, 43(2), 87-95.

Google. (2025). *Ubicacion barrio Chaguana*. Obtenido de Google Maps:

https://www.google.com/maps/place/Granga+avicula/@-0.8697302,-78.601598,17z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x91d45fdac44245d5:0xbddc4a3b16acf2b!8m2!3d-0.8697356!4d-78.5990231!16s%2Fg%2F11smhrq09_?entry=ttu&g_ep=EgoyMDI1MDgxMy4wIKXMDSOASAFQAw%3D%3D

Google. (2025). *Ubicacion del barrio Langualo Chico*. Obtenido de Google Maps:

https://www.google.com/maps/place/Iglesia+langualo+Chico/@-0.8311123,-78.5764497,17z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x91d45ff566b61309:0x736bc96d79ce5d3!8m2!3d-0.8311177!4d-78.5738748!16s%2Fg%2F11k57762zv?entry=ttu&g_ep=EgoyMDI1MDgxMy4wIKXMDSOASAFQAw%3D%3D

Hashemzadeh-Cigari, S. M. (2022). Influence of milking frequency and environmental factors on milk yield and composition in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 321-330.

Herrera Paredes, J. P. (2021). *Evaluación de las buenas prácticas de manejo en el transporte de leche cruda bovina y su efecto en la calidad fisicoquímica en centros de acopio del cantón Cayambe [Tesis de pregrado]*. Universidad Central del Ecuador.

- Hu, H. M. (2021). Analysis of longevity traits in Holstein cattle. *Journal of Dairy Science*, 900-912.
- INEC. (Abril de 2024). *Principales resultados ESPAC*. Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/2023/Principales_resultados_ESPAC_2023.pdf
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2018). *Buenas prácticas y bienestar animal en el tambo*. Argentina: INTA.
- Intagri. (2017). *Ordeño Mecánico* .
- Kumar, R. (2021). Longitudinal changes in milk protein fractions and fat content during different lactation stages in dairy cows [Artículo científico]. *Journal of Animal Science and Technology*.
- Lechartier, C. B. (2021). Milk, fertility and udder health performance of purebred Holstein and three-breed rotational crossbred cows within French farms. *Journal of Dairy Science*, 680-692.
- Leyton, R. (11 de Abril de 2024). *Ordeño Mecánico vs Ordeño Manual*. Obtenido de <https://www.ganaderosvip.com/post/orde%C3%B1o-mec%C3%A1nico-vs-orde%C3%B1o-manual-cu%C3%A1l-es-mejor-para-tu-ganader%C3%ADa?>
- Lisintuña Chaluisa, M. V. (2020). *Caracterización y evaluación de sustentabilidad de los sistemas de producción de leche, parroquia Mulaló, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi*[Tesis de pregrado]. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Llauca Tenenpaguay, C. I. (26 de 04 de 2021). *Capacitación y protocolos higiénicos en el ordeño y su influencia en la calidad de la leche* [Tesis

- de pregrado*]. Universidad de Cuenca. Obtenido de Capacitación y protocolos higiénicos en el ordeño y su influencia en la calidad de la leche.: <https://dspace-test.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/32406>
- López-Bonilla, E. (2021). *Caracterización clínica y microbiológica de la mastitis bovina en sistemas de producción lechera. [Tesis de maestría]*. Universidad Técnica de Machala.
- Mojica-Rodríguez, J. E. (2019). Perfil lipídico en leche de vacas en pastoreo de gramíneas en el trópico seco. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 1-19.
- Montiel, R. (2014). Grasa y proteína de la leche de vaca: Componentes, síntesis y modificación. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 45-60.
- Moreno-Peña, R. D. (2020). *Evaluación del rendimiento productivo y reproductivo de vacas Jersey y su cruce con Holstein en condiciones de trópico alto.[Tesis de pregrado]*. Universidad de Nariño.
- Negri, L. M. (s.f). *EL pH y la acidez de la leche [Informe técnico]*.
- Nieto Molina, A. (2022). *Validación de un método analítico para la determinación de acidez en leche.[Tesis de maestría]*. Universidad Nacional de Colombia.
- Nudda, A. (2023). Feeding and nutritional factors that affect somatic cell counts and milk composition in dairy ruminants[Revisión científica]. *Veterinary Sciences*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2010). *Buenas prácticas para la producción de leche higiénica* . FAO.

Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Ormaza Montenegro, D. J. (2022). *Mastitis bovina en el cantón Montúfar – Carchi: Prevalencia, agente causal y factores de riesgo.*[Tesis de pregrado]. Universidad Técnica del Norte.

Ózsvári, L. &. (2022). The use of teat disinfectants and milking machine cleaning products in commercial Holstein-Friesian farms. *Journal of Dairy Research*, 356-364.

Pang, R. (2023). *he molecular mechanism of propionate-regulating gluconeogenesis in bovine hepatocytes*[Informe científico]. Animal Bioscience.

Parcele Puga, M. T. (2024). Calidad higiénico-sanitaria de la leche: una prioridad para los productores. *Revista Ecuatoriana de Producción Animal*, 12(3), 155-164.

Pascual, L. (2018). *Componentes de la grasa de la leche*. Obtenido de <https://lechepascual.es/articulos/nutricion/componentes-de-la-grasa-de-la-leche/>

Quinzo Padilla, H. J. (2024). *plicación del California Mastitis Test (CMT) para la detección de mastitis subclínica en ganado bovino de la parroquia Tahualag, provincia de Pichincha*[Tesis de maestría]. Universidad Tecnica de Ambato.

Ramírez Ospina, G. (2016). *Estudio comparativo de parámetros composicionales y nutricionales en leche de vaca, cabra y búfala, Antioquia, Colombia*[Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de Colombia].

- Ramírez, L. P. (2022). *Evaluación de la eficiencia reproductiva y sanitaria en vacas Jersey en fincas lecheras del Ecuador.*[Tesis de pregrado]. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- Ramuada, M. (2024). *A practical guide to diagnosing bovine mastitis [Manual técnico].* Dairy Health Press.
- Revista Ciência Rural. (2018). *Composición de la leche.* Obtenido de <https://www.scielo.br/j/cr/a/GWCRtNMnhcxk3LDYV8Zst7z/?utm>
- Rosales, M. (2024). *Prácticas de higiene en el ordeño y su efecto en la calidad de la leche cruda en sistemas manuales y mecánicos.* Tesis. *Prácticas de higiene en el ordeño y su efecto en la calidad de la leche cruda en sistemas manuales y mecánicos.* Tesis.
- Rosales, M. R. (2024). *Buenas prácticas de ordeño e higiene en la parroquia Chaucha, Azuay [Tesis de pregrado].* Universidad de Cuenca.
- Ruiz-García, L. F. (29 de Enero de 2018). *Diagnóstico de mastitis subclínica de vacunos lecheros mediante el conteo de células somáticas empleando dos métodos diagnósticos*[Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Sánchez-Macías, D. (2022). *Impacto de la mastitis subclínica en la calidad de leche bovina y su diagnóstico temprano.* *Revista de Ciencias Veterinarias*, 45-54.
- Sánchez-Torres, N. M. (2021). *Comparación de parámetros productivos y de calidad de leche entre vacas Holstein y Jersey en clima frío.*[Tesis de pregrado]. Universidad Técnica de Machala.

- Silva, C. (2021). *Capacitación y protocolos higiénicos en el ordeño y su influencia en la calidad de la leche.*[Tesis de pregrado]. Universidad Central del Ecuador.
- Silva, D. C. (2021). *Evaluación sanitaria de la ubre y su relación con la calidad microbiológica de la leche en sistemas lecheros artesanales del Ecuador.* Universidad Técnica de Manabí.
- Suárez Poma, M. A. (2020). *Evaluación de la cadena de frío en el transporte de leche cruda en fincas lecheras del cantón Mejía*[Tesis de pregrado]. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- Universo de la Salud Animal. (2022). *El uso de tecnología de alta automatización en la sala de ordeño de vacas.* Obtenido de <https://www.universodelasaludanimal.com/ganaderia/tecnologia-automatizacion-ordeno-vacas/>
- Vargas-Uribe, C. E. (2022). Desempeño productivo de la raza Jersey en sistemas lecheros del altiplano cundiboyacense. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 55–65.
- Waithaka, F. N. (2023). Hygiene practices and microbial safety of milk supplied by smallholder dairy farmers in Kenya. *Hygiene practices and microbial safety of milk supplied by smallholder dairy farmers in Kenya.* Kenya.
- Watban Wahhab, S. (2021). Developing and validation of Local Mastitis Test Reagent. *Mirror of Research in Veterinary Sciences and Animals*, 20.
- Weather Spark. (2025). Obtenido de Clima promedio en Latacunga: https://es.weatherspark.com/y/20034/Clima-promedio-en-Latacunga-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o#google_vignette

Yacchi, T. H. (2019). *Prácticas de manejo de ordeño, acopio y su importancia en la calidad de la leche en Matahuasi, Concepción y Apata, Junín (Perú)[Tesis de pregrado]*. Universidad Nacional del Centro del Perú.

ANEXOS

Anexo 1

Presupuesto del anteproyecto

	Valor unitario	Valor Total
Movilización	\$40	\$40
CMT	\$30	\$30
Botas de caucho	\$15	\$15
Leche	\$5	\$10
Valor total	\$90	\$95

Nota. Valores aproximados que invertirán en esta investigación

Anexo 2

Cronograma de semanas

Actividad	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9
Selección de población y pruebas de CMT		X							
Recolección de muestras de leche			X	X					
Análisis de muestras				X	X				

Nota. Actividades realizadas por semana

Anexo 3
Ordeño Manual



Nota. Cristina

Anexo 4
Ordeño Manual



Nota. Muestra de Cristina

Anexo 5
Ordeño Manual



Nota. Blanca

Anexo 6
Ordeño Manual



Nota. Muestra de Blanca

Anexo 7
Ordeño Manual



Nota. Pillareña

Anexo 8
Ordeño Manual



Nota. Muestra de Pillareña

Anexo 9
Ordeño Manual



Nota. Jer

Anexo 10
Ordeño Manual



Nota. Muestra de Jer

Anexo 11
Ordeño Manual



Nota. Jasmin

Anexo 12
Ordeño Manual



Nota. Muestra de Jasmin

Anexo 13
Ordeño Mecánico

Anexo 14
Ordeño Mecánico



Nota. Manzana



Nota. Muestra de Manzana

Anexo 15
Ordeño Mecánico



Nota. Maricruz

Anexo 16
Ordeño Mecánico



Nota. Muestra de Maricruz

Anexo 17
Ordeño Mecánico



Nota. Margarita

Anexo 18
Ordeño Mecánico



Nota. Muestras de Margarita

Anexo 19
Ordeño Mecánico



Nota. Paloma

Anexo 20
Ordeño Mecánico



Nota. Muestra de Paloma

Anexo 21
Ordeño Mecánico

Anexo 22
Ordeño Mecánico



Nota. Nayeli



Nota. Muestra de Nayeli

Anexo 23
CMT 1

Vacas	1. Negativo	2. Débil positivo	3. Positivo	4. Fuerte positivo
001	X			
002		X		
003			X	
004				X

Nota. Pruebas de CMT

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Coello Martillo, Ángel Abel**, con C.C: # **0550052526** autor/a del **Trabajo de Integración Curricular: Evaluación de manejo de ordeño manual y mecánico, y su efecto en la calidad higiénica de la leche mediante el uso del CMT en el Cantón Latacunga provincia de Cotopaxi** previo a la obtención del título de **Medica Veterinaria** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de integración curricular, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **3 de septiembre 2025**



f. _____

Nombre: **Coello Martillo, Ángel Abel**

C.C: **0550052526**

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TEMA Y SUBTEMA:	Evaluación de manejo de ordeño manual y mecánico, y su efecto en la calidad higiénica de la leche mediante el uso del CMT en el Cantón Latacunga provincia de Cotopaxi		
AUTOR(ES)	Coello Martillo, Ángel Abel		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Dr. Echeverría Alcívar, José Alberto, M. Sc.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Medicina Veterinaria		
TÍTULO OBTENIDO:	Médico Veterinario		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	3 de septiembre del 2025	No. DE PÁGINAS: 74	57
ÁREAS TEMÁTICAS:	Producción animal y sistemas de ordeño, Sanidad Animal, Calidad higiénica de la leche		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	<i>Ordeño manual, Ordeño mecánico, Calidad higiénica, Mastitis subclínica, California Mastitis Test, Buen manejo.</i>		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras): El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el manejo en 2 sistemas de ordeño y el efecto en la calidad higiénica de la leche de ordeño manual y mecánico en el cantón Latacunga. Se trabajó con 35 vacas de diferentes predios, 23 de ordeño manual y 12 de ordeño mecánico, las cuales fueron analizadas mediante la prueba de California Mastitis Test (CMT) para determinar la presencia de mastitis subclínica y evaluar la calidad higiénica del producto. El estudio tuvo un enfoque cuantitativo, descriptivo con diseño no experimental y de corte transversal, incluyó la observación del manejo que lleva cada ordeño, la identificación de prácticas inadecuadas y la comparación de resultados entre ambos sistemas mediante el uso de CMT. Los resultados mostraron que el 96 % de las muestras de ordeño manual salieron negativas, mientras que en ordeño mecánico el 25 % salió positivo, el análisis de chi cuadrado indicó que las variables de manejo no son significativas estadísticamente ya que el p-valor fue de 0,0806 para la relación entre ordeño completo o no y los resultados de CMT y un p-valor de 0,2533 para la relación entre ordeño techado o no y los resultados de CMT. Ambos sistemas pueden producir leche con buena calidad higiénica el ordeño manual presentó menor incidencia de mastitis subclínica en comparación con ordeño mecánico. Se concluye que la implementación de buen manejo de ordeño, junto con capacitación constante de productores, es importante para garantizar la calidad higiénica de dicho producto, independientemente del sistema utilizado.			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-987495939	E-mail: angelcoellomar@gmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Carvajal Capa, Melissa Joseth		
	Teléfono: +593-958726999		
	E-mail: melissa.carvajal01@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			