



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
INSTITUTO DE POSGRADO**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN AGROPECUARIA
MENCIÓN EN GESTIÓN DEL DESARROLLO RURAL SOSTENIBLE**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
MODALIDAD INFORME DE INVESTIGACIÓN**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LECHE CRUDA Y
ESTRATEGIAS DE MEJORA PARA EL DESARROLLO RURAL EN
SISTEMAS LECHEROS COMUNITARIOS**

MVZ. Carlos Humberto Vásquez Samaniego

Bajo la tutoría del Profesor

MV. Orlando Roberto Quinteros Pozo, Ph.D.

Trabajo de titulación como requisito parcial para la obtención del grado de **Magíster en Agropecuaria, mención en Gestión del Desarrollo Rural Sostenible**, en el Programa de Posgraduación en Agropecuaria.

Santa Elena, Ecuador

Marzo, 2026

APROBACIÓN DEL TUTOR

TUTOR: MV. Orlando Roberto Quinteros Pozo, Ph.D.

CERTIFICA:

En mi calidad de Tutor del trabajo de titulación EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LECHE CRUDA Y ESTRATEGIAS DE MEJORA PARA EL DESARROLLO RURAL EN SISTEMAS LECHEROS COMUNITARIOS, elaborado por la MVZ. Carlos Humberto Vásquez Samaniego, egresado de la Maestría en Agropecuaria mención en Gestión del Desarrollo Rural Sostenible, Instituto de Posgrado de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Magíster en Agropecuaria mención en Gestión del Desarrollo Rural Sostenible, me permito declarar que luego de haber dirigido científicamente y técnicamente en su desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos y científicos, razón por la cual lo apruebo en todas sus partes.

Atentamente,

MV. Orlando Quinteros Pozo, Ph.D.

TUTOR

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Carlos Humberto Vásquez Samaniego, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente informe de investigación, como requerimiento previo para la obtención del título de MAGÍSTER EN AGROPECUARIA MENCIÓN EN GESTIÓN DEL DESARROLLO RURAL SOSTENIBLE, son absolutamente originales, auténticos y personales a excepción de las citas bibliográficas.

Carlos Humberto Vásquez Samaniego

C.I.: 0401262480

DERECHOS DE AUTOR

Yo, Carlos Humberto Vásquez Samaniego, autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de informe de investigación con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este informe dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

MVZ. Carlos Humberto Vásquez Samaniego

C.I.: 0401262480

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Titulación presentado por Carlos Humberto Vásquez Samaniego como requisito parcial para la obtención del grado de Magíster en Agropecuaria mención en Gestión del Desarrollo Rural Sostenible.

Trabajo de Titulación **APROBADO** el: 27/03/2026

Ing. Mercedes Santistevan Méndez, PHD

**COORDINADORA DEL
PROGRAMA**

MVZ. Orlando Quinteros Pozo, Ph.D.

DOCENTE TUTOR

MVZ. Debbie Chávez García, Mgtr.

DOCENTE ESPECIALISTA

Ing. Verónica Andrade Yucailla, Ph.D.

DOCENTE ESPECIALISTA

Abg. María Rivera González, Mgtr.

SECRETARIA GENERAL

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento al Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia del Carchi, por brindarme las facilidades y el respaldo institucional necesario para la ejecución de este proyecto de investigación.

De manera especial, extiendo mi gratitud al equipo técnico del Laboratorio de Lácteos y Suelos. Gracias por dar la apertura necesaria en el uso de los laboratorios por el apoyo constante durante las fases de análisis y compartir su conocimiento. Su experiencia y compromiso con la calidad agropecuaria han sido pilares fundamentales para rigurosidad de este estudio.

Asimismo, mi reconocimiento y gratitud eterna a los pobladores de la Comuna La Esperanza, por abrirme la puerta de sus hogares y sistemas productivos, por su disposición al diálogo y su invaluable colaboración en la recolección de muestras, Esta investigación es un reflejo del esfuerzo diario y dedicación para desarrollo rural de nuestra provincia.

A todos ellos, mi compromiso de que los resultados de este trabajo retornen en beneficio de su comunidad y del fortalecimiento del sector lechero.

DEDICATORIA

A mi familia, por ser el motor que impulsa cada uno de mis pasos.

De manera especial a mi esposa, María Alexandra, por un amor incondicional, su paciencia infinita y por ser mi apoyo inquebrantable en los momentos de mayor cansancio. A mis hijos, Gioele y María José, quienes son mi mayor fuente de inspiración; su alegría y su futuro son la razón por la que me esfuerzo cada día para ser mejor. Todo este sacrificio y este logro les pertenecen

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Planteamiento del problema.....	5
Formulación del problema científico	6
Objetivos	7
1.1 Objetivo General:.....	7
1.2 Objetivos Específicos:	7
Hipótesis:.....	7
1.3 Hipótesis H1	7
1.4 Hipótesis H0.....	7
CAPÍTULO 1 MARCO TEÓRICO	8
1.1. Importancia del estudio en contexto del desarrollo rural comunitario	8
1.1.1. Sistemas lecheros comunitarios.....	8
1.2 Calidad de la leche cruda.....	9
1.2.1 Que es la Leche.....	9
1.2.2 Leche en Ecuador	9
1.2.3 Seguridad alimentaria de la Leche.	9
1.3. Parámetros de evaluación	9
1.5 Factores que afectan la calidad de la leche cruda	13
1.6 Manejo de los Animales.....	13
1.7 Métodos de Ordeño.....	14
1.8 Métodos de Almacenamiento	15
1.9 Toma de muestras	16
CAPITULO 2 METODOLOGÍA	17
2.1 Ubicación del área de estudio	17
2.2. Tipo de investigación.....	18
2.3. Diseño de investigación.....	18
2.4. Población.	18
2.5. Muestra	18
2.6 Toma de muestras	19
2.8 Primera fase	20
2.9 Segunda fase	26
3.-Parámetros a evaluar	27
3.1 Parámetros de control físicos y químicos de la leche	27

3.2	Parámetros de control higiénico de la leche	27
3.3	Parámetros de control sanitario de la leche	27
CAPITULO 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		28
3.1.-	Análisis de los resultados.....	28
CONCLUSIONES		43
RECOMENDACIONES		44
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		46
ANEXOS.....		55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros Clave de Calidad de la Leche Cruda y Umbrales Regulatorios.....	12
Tabla 2. Protocolo Operacional Estándar Para La Toma De Muestra De Leche Cruda.	16
Tabla 3. Resultados de la primera muestra	34
Tabla 4. Resultados de la segunda muestra.....	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del Área de Estudio	17
Figura 2. Requisitos fisicoquímicos de la leche Cruda	21
Figura 3. Punto de Congelación del Agua	26
Figura 4. Número de personas dedicadas a la Ganadería	28
Figura 5. Tiempo de dedicación a la actividad	29
Figura 6. Número de Animales por Hato.....	29
Figura 7. Tipo de Pasto	30
Figura 8. Control de Mastitis y Tiempo de Desparasitación	31
Figura 9. Métodos y Número de Ordeños	32
Figura 11. Almacenamiento y Análisis	33
Figura 12. Distribución de grupos de Acidez	35
Figura 13. Distribución de pH por temperatura.....	36
Figura 14. Grasa	37
Figura 15. Densidad.....	37
Figura 16. Punto Crioscópico	38
Figura 17. Acidez y pH.....	39
Figura 18. Proteína y sólidos	39
Figura 19. Reductasa	40

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Certificado Antiplagio Compilatio

Anexo 2: Encuesta

Anexo 3. Registro Gráfico

Anexo 4. Resultado De Las Encuestas

GLOSARIO

Acidez titulable: Medida del contenido de ácido láctico en la leche; refleja el grado de fermentación y la actividad microbiana.

Agrocalidad: Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro que regula la inocuidad y calidad de los productos agropecuarios en el Ecuador.

California Mastitis Test (CMT) Prueba rápida para detectar mastitis subclínica mediante la estimación de célula somáticas en la leche.

Calidad composicional: Propiedades Físico- Químicas de la leche relacionadas con su valor nutricional, como proteína, grasa y sólidos totales.

Calidad higiénico-sanitario: Condiciones microbiológicas de la leche que refleja el nivel de contaminación y las prácticas de ordeño.

Centro de Acopio: Instalación comunitaria o privada donde se recolecta leche cruda, para su análisis y almacenamiento antes de su comercialización.

Crioscopia: Prueba que determina la cantidad de agua en la leche mediante la medición de su punto de congelación con la cual se puede determinar una adulteración.

Densidad: Relación entre la masa y el volumen de la leche; método para identificar posibles adulteraciones

Grasa butirosa: Componente energético y organoléptico esencial de la leche; influye en la textura y sabor de la leche y sus derivados.

INEN: Instituto Ecuatoriano de Normalización; estamento gubernamental encargado de establecer normas de calidad en los productores del Ecuador.

Leche Cruda: secreción de la mamaria de los mamíferos sin ningún procesamiento ni calentamiento.

Mastitis: Inflamación de la glándula mamaria, que puede afectar la calidad de la leche.

Parámetros Físicoquímicos: Variables que describe las características de una sustancia, combinadas con propiedades físicas como temperatura o químicas como ph.

Productor Lechero: Pequeño o mediano ganadero dedicado a la obtención y producción de leche.

PH: indicador de acidez o alcalinidad.

Recuento bacteriano total: Medición estimada del número de microorganismos presentes en una muestra.

Sistemas lecheros comunitarios: estructuras productivas gestionadas colectivamente por comunidades rurales que comparten recursos y mercados

RESUMEN

La presente investigación titulada “Evolución de la calidad de leche cruda y estrategias de mejora para el desarrollo rural en sistemas lecheros comunitarios” se desarrolló en la Comuna La Esperanza, cantón Tulcán, provincia del Carchi, Ecuador. El estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad fisicoquímica, higiénica y sanitaria de la leche cruda, identificando los principales factores que afectan su inocuidad y proponiendo estrategias de mejora que contribuya al desarrollo sostenible. La metodología adoptó un enfoque Cuantitativo-descriptivo con un diseño no experimental, aplicando pruebas de laboratorio a 32 muestras de leche recolectadas en la comunidad. Se analizaron parámetros como densidad, grasa, pH, acidez, crioscopia, reductasa y recuento de células somáticas, contrastándolos con los límites establecidos en la norma NTE INEN 9:2012. Los resultados evidenciaron variabilidad en la composición de la leche, atribuidas principalmente a prácticas inadecuadas de ordeño, deficiencias en la higiene y almacenamiento, así como el limitado acceso a tecnologías de refrigeración. Se determinó que la implementación de buenas prácticas ganaderas, la capacitación técnica y la recomendación de mejorar las condiciones de almacenamiento son las estrategias claves para mejorar la calidad e inocuidad del producto. Además, estas acciones fortalecen la competitividad de los pequeños productores y promueven la sostenibilidad económica y social de la comuna. En conclusión, la calidad de la leche cruda constituye un eje fundamental para el desarrollo rural, la seguridad alimentaria y la inclusión productiva en territorios rurales de Ecuador.

Palabras Claves: Calidad de leche, Parámetros Fisicoquímicos, Higiene, Desarrollo Rural. Sistemas Comunitarios.

ABSTRACT

This research, entitled “Evolution of raw milk quality and improvement strategies for rural development in community dairy systems,” was conducted in the La Esperanza commune, Tulcán canton, Carchi province, Ecuador. The study aimed to evaluate the physicochemical, hygienic, and sanitary quality of raw milk, identifying the main factors that affect its safety and proposing improvement strategies that contribute to sustainable development. The methodology adopted a quantitative-descriptive approach with a non-experimental design, applying laboratory tests to 32 milk samples collected in the community. Parameters such as density, fat, pH, acidity, cryoscopy, reductase, and somatic cell count were analyzed and compared with the limits established in the NTE INEN 9:2012 standard. The results showed variability in milk composition, mainly attributed to inadequate milking practices, deficiencies in hygiene and storage, as well as limited access to refrigeration technologies. It was determined that the implementation of good livestock practices, technical training, and recommendations to improve storage conditions are key strategies for improving product quality and safety. In addition, these actions strengthen the competitiveness of small producers and promote the economic and social sustainability of the community. In conclusion, the quality of raw milk is a fundamental axis for rural development, food security, and productive inclusion in rural areas of Ecuador.

Keywords: Milk quality, Physicochemical parameters, Hygiene, Rural development, Community systems.

INTRODUCCIÓN

El sector lácteo en América del sur y el Caribe constituye un pilar fundamental para el desarrollo rural y la sostenibilidad socioeconómica, trascendiendo su función productiva para convertirse en un factor clave de la seguridad alimentaria y nutricional de la región (FAO, 2024; Gallego Ortiz et al., 2020), por lo que la leche cruda es un indicador importante en la salud animal, inocuidad alimentaria y la sostenibilidad económica de hatos ganaderos (Contero et al.,2021). La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) subraya que el fortalecimiento de las cadenas de suministro es esencial, especialmente en sistemas lecheros comunitarios, que a menudo son más vulnerables a la variabilidad climática y los eventos extremos (FAO, 2024). En los sistemas lecheros comunitarios, la calidad es el principal factor de la competitividad y estabilidad de ingresos (Contero et al.,2021).

Estos sistemas comunitarios, caracterizados por una escasa cantidad de recursos que muchos casos se vuelven limitados, enfrentan desafíos estructurales en la estandarización de procesos y la inversión tecnológica (Dávila - Dávila & Correa, Valencia, 2025). La producción de leche cruda en estos entornos está directamente relacionada con la capacidad de los productores para acceder a mercados competitivos (Gallego Ortiz et al., 2020). Cuando la calidad de la leche se compromete, se deteriora la capacidad de estos sistemas para generar ingresos estables, socavando los esfuerzos de desarrollo rural (Asobanca,2022).

El estudio de la calidad de la leche cruda en sistemas comunitarios es de vital importancia en términos de **salud pública**, debido a las altas cargas bacterianas que representan un riesgo de transmisión de enfermedades zoonóticas y de intoxicaciones alimentarias (Briones García et al., 2024). De igual manera tiene implicaciones económicas, ya que la leche que no cumple con los parámetros de calidad establecidos es rechazada por centros de acopio, generando pérdidas directas a los productores (MAG, 2025). La implementación de buenas prácticas de ordeño y conservación puede reducir de manera significativamente los niveles de contaminación microbiana. (Patiño-Burbano et al. 2023) Finalmente, este tipo de investigaciones favorece el desarrollo rural, al fortalecer la asociatividad de productores, mejorar la competitividad y permitir el acceso a mercados más exigentes que premian la calidad (Aubron et al., 2014).

En Ecuador, la producción diaria se aproxima a 6,6 millones de litros y sustenta los ingresos de alrededor de 1,3 millones de personas vinculadas al sector lácteo, principalmente

en zonas rurales (Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2020). No obstante, la calidad de la leche cruda depende de parámetros físico-químicos —como grasa, proteína, sólidos totales y punto crioscópico— y microbiológicos, entre los que se incluyen el recuento de mesófilos aerobios, coliformes, células somáticas y la presencia de patógenos (Bustamante et al., 2023). A nivel global y regional, se ha documentado que, si bien los parámetros de composición suelen cumplir con rangos mínimos, la calidad higiénica a menudo es deficiente en sistemas de pequeña escala y comunitarios (Añazco-Jaramillo et al., 2023) El cumplimiento de estos indicadores asegura la inocuidad del alimento, su valor comercial y la sostenibilidad de la cadena productiva (FAO, 2011).

La Provincia del Carchi produce aproximadamente 285.074,00 litros de leche al día, los cuales representan el 4.5% de la producción lechera nacional. Dicha producción diariamente se comercializa a las industrias y microempresas lácteas asentadas en la provincia y también se comercializa a industrias lácteas de Imbabura y Pichincha. (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia del Carchi, 2023).

El Carchi es una de las provincias del Ecuador que es conocida por la riqueza cultural, además de sus varios pisos climáticos que han permitido el desarrollo agropecuario de su población, por generaciones han dedicado su vida a trabajo de campo siendo la mayor contribución la producción de papa de alta calidad, la crianza y explotación de ganado vacuno, en específico a la producción lechera (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia del Carchi, 2023).

Los primeros pobladores de Carchi, pertenecían a la cultura Pasto, según refiere la historia eran un grupo de personas comerciantes, pacíficas y sedentarias que ocupaban los territorios (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia del Carchi, 2023) que hoy se conocen como Carchi, a pesar de los años y los cambios socio demográficos y culturales que han atravesado a lo largo de la historia, se mantiene intacta la cosmovisión de los ciudadanos al presentarse como pacíficos y cautos, preocupados por el bienestar de su familia y su pueblo. (Mediación Jama, 2021).

Desde tiempo atrás se ha documentado que la práctica de producción de leche es llevada a cabo en los diferentes rincones de la provincia, dentro de los cinco cantones que la conforman, las de mayor producción son Espejo, Montufar, Huaca, Tulcán.

Específicamente en el cantón Tulcán se encuentra la Comuna del pueblo pasto “La Esperanza”, la cual está ubicada al noroccidente de la provincia del Carchi, ocupa las parroquias de Tufiño la extensión es de 180.6 Km² y de ellos 120 km² aproximadamente

que son aptos para el cultivo agrícola y la ganadería. En la parroquia existen 92 familias que se dedican a la producción ganadera (Tufiño, 2023).

La población que pertenece a la Comuna La Esperanza, en su mayoría disponen de ganado vacuno como parte de sus ingresos económicos. Existe un dato interesante, ya que un 50% de la gente que tiene ganado vacuno se dedica a la elaboración de quesos y quesillos para consumo familiar y también destinado para la venta. En la zona baja los moradores se dedican a la crianza de ganado para carne; a la cría de gallinas, cuyes y chanchos. (Tufiño, 2023).

La Comuna La Esperanza, en base a la necesidad por mejorar las condiciones de vida de la población y mitigar el deterioro de los recursos naturales, ha considerado en su Plan de Manejo el establecimiento de alternativas y propuestas técnicas para en ejecución de planes de desarrollo económico sustentable se mejoren los niveles de vida de las poblaciones involucradas. (Tufiño, 2023).

La producción de leche es la principal actividad económica de la Comuna, Los productores de leche que pertenecen a la comuna producen diariamente 4500 litros aproximadamente, contribuyendo al sustento de las familias rurales. Sin embargo, las condiciones de manejo del ganado, sistemas de producción, alimentación, ordeño y almacenamiento pueden afectar significativamente la calidad de la leche, repercutiendo en su valor comercial y en la seguridad alimentarias (Gobierno Autónomo Descentralizado, 2015-2019).

La baja calidad de la leche cruda en los sistemas de producción de la provincia del Carchi y sobre todo en la parroquia de Tufiño donde se encuentra ubicada la comuna la esperanza, limita el acceso de los pequeños y medianos productores a la entrega de su producto para la industrialización y procesamiento directamente a las empresas del sector, reduciendo la rentabilidad y aumentando el riesgo alimentario y la sostenibilidad del sector. (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia del Carchi, 2023).

Por ello, la evaluación rigurosa y la subsiguiente mejora de la calidad de la leche cruda son imperativos estratégicos para garantizar la resiliencia económica de estas comunidades (Gallego Ortiz et al., 2020). Además que se considera un alimento esencial, y su inocuidad es una responsabilidad del ganadero como son las trazas de antibióticos o altos niveles de bacterias (Agrocalidad, 2020). La investigación de este trabajo se justifica al proponer la validación de estrategias de capacitación y buenas prácticas ganaderas (BPG).

Estas han demostrado ser fundamentales para tener buenos indicadores higiénico sanitarios en los pequeños hatos (Silva et al.,2023)

En este contexto, la evaluación de la calidad de la leche cruda en los sistemas productivos lecheros de la provincia se llevará a cabo en el laboratorio de lácteos y suelos de la Prefectura del Carchi. Estos análisis permitirán verificar la calidad, mejorar la productividad y rentabilidad de los productores al optimizar los procesos productivos, facilitar el acceso a mercados más exigentes y garantizar el cumplimiento de normativas de calidad.

La realización de este estudio es fundamental, ya que permitirá identificar las principales deficiencias en la producción lechera y poner estrategias para mejorar. Los parámetros descritos anteriormente de acuerdo a la norma (INEN, 2012). Las deficiencias en la calidad higiénico-sanitaria están directamente asociadas al incumplimiento de las buenas prácticas en la producción primaria (Vázquez & Martínez, 2017). Las principales causas de alto Recuento Bacteriano incluyen la limpieza insuficiente de los equipos de ordeño, la rutina de ordeño deficiente (Patiño-Burbano et al. 2023), la falta de desinfección de utensilios y la dificultad para conservar la leche a la temperatura adecuada inmediatamente después de la obtención (Martínez & Ruiz, 2022). Los residuos de leche que quedan en las superficies de los equipos actúan como un caldo de cultivo, facilitando la multiplicación microbiana (Magdalena Vera, 2020).

El problema general que aborda esta investigación se centra en que la persistente baja calidad higiénico-sanitaria y composicional de la leche cruda en los sistemas lecheros comunitarios obstaculiza su integración económica competitiva, resultando en penalizaciones que deprimen la rentabilidad y comprometen la inocuidad alimentaria, frenando así el desarrollo rural sostenible (Chuquín et al., 2017; Alves et al.,2020).

Así mismo, este trabajo es fundamental para fortalecer el desarrollo social de los pequeños productores especialmente del sector a ser estudiado, quienes muchas veces enfrentan pérdidas de su producto porque tienen limitaciones para mejorar sus procesos productivos para cumplir con los estándares de calidad.

Por otro lado, la información obtenida permitirá diseñar estrategias y políticas públicas que incentiven una producción lechera sostenible, impulsando certificaciones de calidad y fomentando el desarrollo rural. En este sentido, el estudio contribuirá a generar un equilibrio entre la productividad y el bienestar de las comunidades productoras.

Planteamiento del problema

El Contexto Global y Regional

La leche es uno de los alimentos fundamentales para la nutrición humana especialmente en los primeros años de vida de los mamíferos debido a que en ella es fuente primordial de proteína y vitaminas. (Dávila - Dávila & Correa - Valencia, 2025) La calidad de esta se convierte así en un indicador de un sistema de producción que opera bajo estándares de gestión ambiental y social robustos, fortaleciendo la cadena de valor comunitaria en su conjunto (Gallego Ortiz et al., 2020; Soler et al., 2018).

A nivel mundial, la leche es un pilar de la seguridad alimentaria. Sin embargo, en los sistemas lecheros comunitarios, la producción se ve limitada por la falta de infraestructura y tecnificación. Muchas comunidades dependen de la venta de leche cruda como principal sustento, pero se enfrentan a normativas sanitarias cada vez más estrictas que no siempre pueden cumplir.

El Problema Central: La Calidad

En nuestro País se determina o conoce como leche cruda a la leche que no ha sido sometida a ningún tipo de calentamiento, es decir su temperatura no ha superado la de la leche inmediatamente después de ser extraída de la ubre (no más de 40° C) (INEN 2012).

Una materia prima de calidad debe cumplir con diversos atributos, incluyendo características físico-químicas (composición), higiénicas (presencia de microorganismos) y sanitarias (enfermedades del ganado e infecciones en la glándula mamaria). La combinación de estos factores permite alcanzar una "calidad integral", como señalan (Villegas de Gante & Santos -- Moreno 2011; Valle et al., 2020).

El núcleo del problema radica en que la calidad físico-química y microbiológica de la leche cruda suele ser inconsistente. Esto se debe a varios factores críticos:

Prácticas de Ordeño: Falta de protocolos de higiene (limpieza de ubres, desinfección).

Cadena de Frío: Inexistencia o deficiencia de sistemas de enfriamiento inmediato, lo que dispara la carga bacteriana.

Salud Animal: Prevalencia de enfermedades como la mastitis subclínica, que afecta la composición del producto sin ser detectada a simple vista.

Las Consecuencias Socioeconómicas

En Ecuador, el mundo rural enfrenta desafíos como la migración, pobreza y acceso limitado a servicios básicos. Organizaciones como el CONAGOPARE trabajan para

fortalecer la gestión de recursos y mejorar las condiciones de vida. A pesar de las dificultades, que emergen nuevos proyectos y formas de organización social que promueven la regeneración ecológica y comunitaria, reduciendo las diferencias entre lo urbano y lo rural (Bucaram et al., 2024).

Estudios previos en zonas andinas han demostrado que la implementación de buenas prácticas en el manejo del ganado y el ordeño puede mejorar significativamente la calidad de la leche y aumentar los ingresos (Ruiz et al., 2018).

Esta baja calidad genera un "efecto dominó" negativo para el desarrollo rural:

Rechazo del Producto: Las industrias procesadoras penalizan el precio o rechazan la leche, reduciendo los ingresos del productor.

Riesgos a la Salud Pública: El consumo de leche cruda con alta carga patógena representa un peligro para la comunidad.

Estancamiento Económico: Sin una calidad estandarizada, las comunidades no pueden acceder a mercados con mayor valor agregado (como la producción de quesos madurados o exportación).

La Brecha de Conocimiento

En comunidades rurales como La Esperanza del Pueblo Pasto, la producción lechera es una de las principales fuentes de ingresos. Sin embargo, la falta de acceso a tecnología, capacitación y mejores prácticas de manejo impacta negativamente en la calidad del producto y en su competitividad en el mercado.

Diversos estudios han demostrado que la calidad de la leche está influenciada por factores como el manejo del ganado, la alimentación, las condiciones higiénicas del ordeño y el almacenamiento del producto (López et al., 2020). La inadecuada alimentación de los bovinos puede afectar la composición de la leche, reduciendo su contenido proteico y afectando su valor nutricional (Rodríguez & Sánchez, 2017).

A pesar de que existen técnicas de mejora, muchas veces no están adaptadas a la realidad comunitaria (recursos limitados, falta de capacitación técnica). Por lo tanto, se hace necesario evaluar la situación actual para diseñar estrategias de mejora que sean técnica y económicamente viables para los pequeños productores.

Formulación del problema científico

¿De qué manera la evaluación técnica de la calidad de la leche cruda y la implementación de estrategias de mejora pueden potenciar el desarrollo socioeconómico de los sistemas lecheros comunitarios?

Objetivos

1.1 Objetivo General:

Determinar la calidad físico-química y microbiológica de la leche cruda en los sistemas comunitarios de La Esperanza para diseñar estrategias de mejora técnica que impulsen el desarrollo rural y la competitividad de los productores locales.

1.2 Objetivos Específicos:

Evaluar los parámetros físico-químicos (grasa, proteína, densidad, acidez) y microbiológicos (conteo de células somáticas y unidades formadoras de colonias) de la leche cruda en las fincas comunitarias.

Analizar las prácticas de manejo predial (higiene de ordeño, alimentación y salud del hato) para determinar los factores que más afectan la calidad del producto final.

Proponer un plan de buenas prácticas pecuarias (BPP) y modelos de gestión comunitaria (como centros de acopio o enfriamiento compartido) adaptados a la realidad económica de la zona.

Hipótesis:

1.3 Hipótesis H1

La implementación de Estrategias de Mejora basadas en la Evaluación de la Calidad de la Leche Cruda influye de manera significativa y positiva en el Desarrollo Rural de los Productores Lácteos Locales en los Sistemas Lecheros Comunitarios de la Comuna La Esperanza del Cantón Tulcán en el año 2025.

1.4 Hipótesis H0

La implementación de Estrategias de Mejora basadas en la Evaluación de la Calidad de la Leche Cruda no influye de manera significativa en el Desarrollo Rural de los Productores Lácteos Locales en los Sistemas Lecheros Comunitarios de la Comuna La Esperanza del Cantón Tulcán en el año 2025.

Línea de Investigación: Producción Pecuaria Sostenible y Agrosocioeconomía

Sublínea de Investigación: Bienestar y Salud Animal – Sistema de Producción Agropecuario

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

1.1 Importancia del estudio en contexto del desarrollo rural comunitario

El desarrollo Rural es un elemento fundamental en el proceso de crecimiento y revitalización y equilibrio autosostenible destinado a mejorar las condiciones de vida de una población local mediante el desarrollo: económico, sociocultural, político administrativo y medioambiental, con el objetivo de mejorar las condiciones de trabajo y el uso sostenibles de recursos (Redex, 2024).

La nueva ruralidad es un enfoque que analiza las transformaciones en el área rural latinoamericana, marcada por la disminución de la actividad agropecuaria y la aparición de nuevas formas de vida. Este concepto destaca una disminución en el sector agrario impulsada por cambios políticos, tecnológicos, y culturales. Además, busca orientar políticas públicas hacia un desarrollo rural sostenible, integrando a diversos actores sociales (Bucaram et al., 2024).

En la región andina se han enfrentado mayormente las limitaciones de capital para tecnificarse. Históricamente, las parcelas campesinas de menos de 5ha aportaban solo un 17% de la leche comercial en el Carchi, Ecuador, debido a la falta de inversiones en infraestructura (AVSF, 2014).

1.1.1 Sistemas lecheros comunitarios

En comunidades rurales como La Esperanza (Pueblo Pasto), la producción lechera es una fuente de ingresos principal, sin embargo, la falta de acceso a tecnología, interés en las capacitaciones y mejores prácticas de manejo afectan negativamente la calidad de la leche y su competitividad en el mercado. La Solución, basada en estudios previos, es la implementación de buenas prácticas en el manejo del ganado y el ordeño, en temas como Control de Enfermedades, Higiene en el ordeño y Alimentación Adecuada. (Ruiz et al., 2018)

El presente estudio busca generar información clave sobre la calidad de la leche cruda en la Comuna La Esperanza, identificando sus principales deficiencias y proponiendo estrategias para mejorar su producción. La aplicación de estos resultados permitirá fortalecer el desarrollo rural y garantizar un producto de mayor calidad para su comercialización.

La Comuna La Esperanza, ubicada en la parroquia de Tufiño, en la provincia del Carchi. Su objetivo es evaluar la calidad de la leche cruda producida en la comunidad. La

zona presenta un clima altoandino, caracterizado por temperaturas variables y una topografía montañosa, factores que influyen directamente en la producción lechera. Estas condiciones geográficas pueden comprometer la calidad de la leche cruda debido a las dificultades en el manejo del ganado, el ordeño y el almacenamiento del producto (Tufiño, 2023).

1.2 Calidad de la leche cruda

1.2.1 Que es la Leche

La leche se considera al líquido blanco segregado por las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos para alimentar a sus crías (Real Academia de la Lengua 2024); en comparación la FAO considera el uso de términos generales para la alimentación de consumo humano se considera que la leche es la secreción mamaria normal de los mamíferos que se obtiene mediante el ordeño sin ningún tipo de adición de productos, que se encuentra en estado líquido para su consumo (Codex Alimentarius 2022).

Además, la leche es una sustancia que es fuente importante de macro y micronutrientes, y aporta proteínas de alto valor biológico como vitaminas, proteínas y minerales como el Ca (Walkida-Kuzunoki et al, 2019). Algunos de estos componentes tienen efectos positivos para la salud humana (Khan et al,2019).

1.2.2 Leche en Ecuador

En el Ecuador se determina o conoce como leche cruda a la que no ha sido sometida a ningún tipo de calentamiento, es decir su temperatura no la superado la de la leche inmediatamente después de ser extraída de la ubre (no más de 40° C) (INEN , 2012).

1.2.3 Seguridad alimentaria de la Leche.

La leche no solo influye directamente como alimento sino también como fuente de ingreso para las familias que dependen de estos valores, Además la ganadería suministra alimento a través de la producción de leche y carne al igual que indirectamente mediante el suministro de tracción y estiércol para los cultivos. (FAO,2012).

Además, la leche cumple con los 4 pilares de la seguridad alimentaria de la FAO que son: Disponibilidad, acceso, estabilidad y utilización (Global Food Security Cluster, 2023).

1.3 Parámetros de evaluación

La calidad de la leche cruda se segmenta en dos dimensiones principales: la calidad composicional y la calidad higiénico-sanitaria la misma cuyos beneficios de su consumo no superan el riesgo de salud al consumidor (Adetunji et al.,2020).

La calidad composicional se refiere al contenido de componentes como la grasa y proteína, parámetros que definen el valor nutricional y el rendimiento industrial de la leche

(Ministerio de Salud de Colombia, s.f.). Estos parámetros físico-químicos (densidad, grasa, proteína, pH, acidez titulable, crioscopia, etc.). Las higiénico sanitarios o también conocidos como parámetros microbiológicos: recuento bacteriano total, coliformes, recuento de células somáticas (RCS), pruebas rápidas como la California Mastitis Test (CMT), pruebas de reducción colorimétrica y detección de residuos de antibióticos. Estos indicadores reflejan el estado sanitario de la ubre, las prácticas de ordeño, el almacenamiento y el manejo general del hato; por ello son esenciales para evaluar inocuidad y valor comercial de la leche. (Puga-Torres et al., 2022; Stanek et al., 2024; Mukasafari et al., 2025).

Como también la calidad de la leche cruda es un elemento determinante y fundamental para su procesamiento y comercialización, ya que interviene directamente en la seguridad alimentaria y en la eficiencia de la industria láctea, por lo que debe estar libres de residuo, olores, sabores o colores anormales ya que de ella depende la calidad de los productos lácteos. (Vásquez-Castillo, 2018).

Los principales parámetros utilizados para evaluar la calidad de la leche incluyen análisis fisicoquímicos, microbiológicos y de composición nutricional entre los análisis fisicoquímicos más comunes están la **densidad**, que permite detectar posibles adulteraciones como la adición de agua, y la **crioscopia**, que evalúa la pureza del producto (Morales et al., 2018; Agrocalidad, 2020). Asimismo, el contenido de **proteínas** es un indicador clave de la calidad nutricional de la leche y está influenciado por la alimentación del ganado (González & Pérez, 2019).

Desde el punto de vista microbiológico, la **prueba de reductasa** se emplea para estimar la carga bacteriana en la leche, ya que mide la actividad microbiana en función del tiempo de reducción del azul de metileno (Álvarez et al., 2021). Una alta carga bacteriana puede indicar deficiencias en las condiciones de ordeño, almacenamiento y transporte del producto.

1.3.1 Parámetros Físicos y Químicos:

a) Densidad

Es una propiedad física que se relaciona con la cantidad de grasa, sólidos no grasos y de agua que contiene la leche

Qué mide: es un indicador del contenido de sólidos totales y de posibles adulteraciones

Rango típico: $\sim 1,028-1,034 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ en leche de vaca normal; varía con sólidos totales. (Hassanein et al., 2022).

Un valor bajo puede reflejar adulteración con agua y al contrario puede ser por el aumento o exceso de sólidos (Smith-Jones., 2021)

b) Grasa

Este parámetro es el más variable debido a diferentes factores como: raza, edad, alimentación, estado de lactación, estado ruminal, manejo y estado sanitario (Ramírez-Rivera et al., 2019; FAO 2025; Antanaitis et al., 2023).

El contenido graso varía entre 3 y 4% en vacas de la región andina. (Molina et al., 2021; Neville et al., 2023). Dietas con mayor concentración de ácidos grasos insaturados puede incrementar el contenido graso (Taylor et al., 2024)

c) Proteína

Qué mide: suma de caseínas y proteínas del suero; fundamental para la transformación láctea (quesería), y evaluar la calidad nutricional Goff & Ferrer, 2020).

Rango típico: 3–3.5% (puede reducirse con estrés o desbalance alimenticio). Mastitis altera la proporción de proteínas (aumenta suero, disminuye caseína). (Stanek et al., 2024). Su concentración puede disminuir por deficiencias nutricionales o estrés como también por enfermedades como la mastitis reduce las caseínas (Al-Hassan et al., 2021)

d) pH

El rango normal se ubica entre 6.6 y 6.8. Un descenso del pH refleja contaminación bacteriana o fermentación, mientras que un aumento puede deberse a mastitis subclínica por la alteración de la barrera sangre-leche (Bezerra et al., 2020; Silva et al., 2022; Sigma-Aldrich technical note).

e) Acidez titulable

Es el contenido de ácido láctico presente en la leche que oscila entre 0.13 y 0.17% expresada como ácido láctico. Valores superiores indican actividad microbiana elevada y fermentación (Vásquez et al., 2022).

f) Crioscopia (punto de congelación)

Este parámetro mide de la manera más exacta que se conoce para la detección de la adulteración de la leche y mide: control de adición de agua (punto de congelación de la leche de vaca ≈ -0.530 a -0.560 °C). Desviaciones hacia cero indican dilución. (FAO, 2019).

La variación de estos parámetros responde a factores biológicos como raza, etapa de lactancia, factores nutricionales y sanitarios al igual que la manera de almacenamiento o enfriamiento de la leche (Mukasafari et al., 2025; Duarte et al., 2022).

1.3.2 Parámetros Microbiológicos

Los monitoreos de los parámetros microbiológicos completan el análisis físico-químico asegurando la inocuidad, la calidad y el cumplimiento de las normativas nacionales e internacionales (Lee et al., 2023; Rodríguez et al., 2024).

a) Recuento de bacterias mesófilas (UFC/mL)

Indica higiene de ordeño y almacenamiento; valores altos reducen vida útil e inocuidad. (Puga-Torres et al., 2022).

b) Prueba de reductasa / azul de metileno

Son pruebas rápidas que estiman la carga bacteriana midiendo el tiempo de decoloración del reactivo, que se reduce en presencia de microorganismos. Cuanto menor es el tiempo de cambio de color, mayor es la contaminación microbiana (Martínez & Ruiz, 2022; Zambrano, 2008).

c) California Mastitis Test (CMT)

Esta es una prueba que detecta la presencia de células somáticas elevadas, indicativo de mastitis subclínica. Su aplicación rutinaria permite reducir pérdidas de producción y prevenir la transmisión de patógenos en la finca (Khan et al., 2024; Kandell, et al 2017)

Tabla 1. Parámetros Clave de Calidad de la Leche Cruda y Umbrales Regulatorios

Parámetro de Calidad	Significado Biológico/Sanitario	Vínculo Económico
Proteína Cruda (%)	Valor nutricional y rendimiento de derivados	Define la base del precio de sustentación (Ministerio de Salud de Colombia, 2013.; INEN, 2012).
Grasa (%)	Valor nutricional y rendimiento de derivados (ej. mantequilla).	Base para el cálculo del precio de sustentación (INEN, 2012).
Células Somáticas (CS/ml)	Salud de la ubre e indicador de mastitis	Penalización por reducción de rendimiento (INEN, 2012).
Recuento Bacteriano Total (IBC/ml)	Higiene de ordeño, manipulación y enfriamiento	Bonificación si se cumple, penalización si se excede (Chuquín et al., 2017).
Prueba de Alcohol	Indicador rápido de acidez o inestabilidad térmica	Criterio de rechazo inmediato en acopio (Chuquín et al., 2017).

Elaborado: Por El Autor

1.5 Factores que afectan la calidad de la leche cruda

Diversos estudios han demostrado que la calidad de la leche está influenciada por factores como el manejo del ganado, la alimentación, las condiciones higiénicas del ordeño y el almacenamiento del producto (López et al., 2020). La inadecuada alimentación de los bovinos puede afectar la composición de la leche, reduciendo su contenido proteico y afectando su valor nutricional además de causar enfermedades transmitidas por los alimentos (Berhe et al., 2020; Rodríguez & Sánchez, 2017).

Por otro lado, la higiene en el ordeño es fundamental para minimizar la contaminación microbiana, como indican los diferentes estudios, que los agricultores entrenados tienden a mantener hatos más sanos, obteniendo leche de mejor calidad y utilizando los recursos de mejor manera (Taramuel et al. 2025).

El uso de equipos inadecuados, la falta de limpieza en los utensilios y las malas condiciones sanitarias de las instalaciones pueden incrementar la presencia de microorganismos patógenos, disminuyendo la calidad de la leche y aumentando el riesgo de enfermedades en los consumidores (Martínez et al., 2019). Al igual que estos parámetros son considerados para el pago de la leche que se está volviendo importante en la legislación de los diferentes países (Ramón- Díaz et al,2019).

Las condiciones de almacenamiento son de vital importancia en la conservación de la calidad de la leche. Factores como la temperatura, exposición al aire y la rapidez en el traslado del producto a los centros de acopio pueden afectar su estabilidad y acelerar el crecimiento bacteriano (Pérez - Gómez, 2020).

1.6 Manejo de los Animales

Los parámetros físico químicos son por lo que se evalúa la calidad de la leche y la aptitud de consumo o industrialización. Estos parámetros no solo dependen del sistema de ordeño y almacenamiento, sino también de las prácticas de manejo de los animales, que influyen directamente en la composición y la sanidad del producto (Bezerra et al., 2020; Molina et al., 2021).

Los efectos de la dieta con deficiente energía o proteína reduce el % de grasa y proteína; suplementos lácteos (grasas protegidas, forraje de calidad y cantidad adecuada) eleva la cantidad de grasas y proteína. Cambios bruscos de ración afecta el pH ruminal y puede altera la composición láctea (Oreofeoluwa A, Gebremedhin G, & Dooyum Uye, 2025).

Las técnicas e higiene en el ordeño juegan un papel importante en la calidad de la leche como el lavado de la ubre, desinfección pre y post ordeño, uso de pezoneras limpias y ajuste correcto del equipo de ordeño reduce la contaminación microbiana y el riesgo de mastitis; la falta de higiene eleva UFC, coliformes (Puga-Torres et al., 2022; Bezerra et al., 2020).

La sanidad (control de mastitis, desparasitación, vacunación) afecta directamente a la calidad de la leche incrementando el recuento de células somáticas, alterando el perfil proteico (disminución caseína), puede reducir grasa y lactosa. Control sanitario reduce RCS y mejora parámetros calidad (Stanek et al., 2024).

De la misma manera el estrés por calor, hacinamiento o mal diseño de alojamiento reduce la ingestión y altera la composición láctea por lo contrario un buen manejo y calidad de vida del ganado se traduce en una buena producción y mejor calidad (Toledo et al, 2022).

1.7 Métodos de Ordeño

Se refiere a las rutinas que utilizan los productores lácteos para la extracción de la leche, rutinas que pueden afectar el cumplimiento de los requisitos de calidad higiénico sanitarias, las mismas que pueden ser: inadecuada organización del rebaño, presencia de mastitis y el lavado incorrecto de pezones, provocando el arrastre de suciedad e incrementando en la contaminación durante el ordeño. (Veterinaria Digital, 2024). Situación que se agrava cuando no se practica el secado de los pezones, esta actividad se debe realizar correctamente y asegurar la utilización de toallas individuales debidamente higienizadas para evitar la transmisión de la mastitis en el grupo de ordeño. (Valdivia Avila, Rubio Fontanill, & Beruvides Rodríguez, 2021)'.

En los países de la región andina la mayoría de las explotaciones lecheras son de pequeña escala con un número igual o menor a 10 animales (Lozano - Maturana et al., 2020) y tradicionalmente se realiza de manera manual, aunque en los últimos años se ha promovido la tecnificación de este utilizando un ordeño mecánico. Pero este cambio de metodología del ordeño implica costos altos para los pequeños ganaderos (AVSF, 2014). A continuación, se comparan ambos métodos en términos de eficiencia, salud animal, calidad de leche, producción, impacto económico y desarrollo rural, con base en estudios recientes.

1.7.1 Diferencias entre tipos de ordeño

La eficiencia y el volumen de acuerdo con los sistemas manuales típicamente se ordeñan una vez al día, mientras que con el ordeño mecánico convencional los animales

pueden ser ordeñados más de una vez y la extracción de la leche se puede observar un incremento de la producción entre 6% y 25% (Napolitano et al., 2020).

El tiempo y la mano de obra también se diferencia. El ordeño manual es más intensivo en el trabajo y lento, mientras que el mecánico permite ordeñar varios animales simultáneamente y reduce la fatiga del operador. En fincas pequeñas, se han adaptado a ordeñadores móviles que permiten ordeñar las vacas en potrero (Contexto Ganadero, 2023).

Con referencia a la salud de los animales de acuerdo con los métodos de ordeño. Un estudio en Colombia, reportó que el ordeño mecánico tuvo menor prevalencia de mastitis subclínica que el manual: 45% de las vacas ordeñadas mecánicamente resultaron positivas, frente a 57.5% de las ordeñadas manualmente (Parada-Caballero, 2022). Además, las pérdidas económicas por mastitis fueron menores en el ordeño mecánico. Sin embargo, algunos reportes en ganado de doble propósito sugieren que el ordeño mecánico puede aumentar la frecuencia de mastitis si no se manejan protocolos de higiene adecuados (Napolitano et al., 2020).

Cabe indicar que la calidad del producto no se afecta de manera significativa por el método de ordeño (Bezerra et al., 2020). Sin embargo, el ordeño mecánico facilita la implementación de tanques de enfriamiento, lo que reduce la proliferación bacteriana y mejora la calidad higiénico-sanitaria (Contexto Ganadero, 2023) además En cuanto a la sanidad, la incidencia de mastitis depende más de las prácticas higiénicas que del método en sí (Parada-Caballero, 2022). El ordeño mecánico facilita la estandarización de protocolos, aunque requiere limpieza rigurosa del equipo. (Bezerra et al., 2020)

El ordeño mecánico, al elevar la productividad y la calidad, puede favorecer la integración de productores campesinos en cadenas de valor, especialmente cuando se impulsa a través de cooperativas o proyectos comunitarios. Esto contribuye al desarrollo rural al mejorar ingresos, generar empleo técnico y fomentar la permanencia de las familias en el campo (Álvarez Macías et al. 2020).

1.8 Métodos de Almacenamiento

El almacenamiento constituye en un punto crítico en la cadena láctea, pues de este depende la inocuidad y el precio final de la leche, esto se lo puede realizar, almacenando en cantinas o tanques. Este es el método más común en las pequeñas ganaderías. La leche se guarda en recipientes metálicos o plásticos y se transporta sin refrigeración hasta los centros de acopio Este sistema eleva la carga bacteriana debido al tiempo y temperatura de exposición (Bezerra et al., 2020).

a) **Tanques de enfriamiento individuales:**

Cada finca dispone de un tanque refrigerado, lo que permite conservar la leche a 4 °C desde el momento del ordeño. Esto reduce significativamente la proliferación de microorganismos y mejora la calidad higiénico-sanitaria, facilitando el cumplimiento de normas de inocuidad (Contexto Ganadero, 2023).

b) **Centros de acopio comunitarios:**

En comunidades rurales se han implementado tanques refrigerados compartidos, donde varios productores entregan su leche. Este modelo reduce costos de inversión individual y fortalece el acceso de pequeños ganaderos al mercado formal (Mata, et al .,2022).

1.9 Toma de muestras

La precisión en el diagnóstico de la calidad de la leche cruda depende absolutamente de la aplicación de un protocolo de muestreo estandarizado, que garantice la representatividad y la integridad de la muestra (AGROCALIDAD, s.f.; MAGyP, s.f.). Este proceso debe seguir principios establecidos en normativas internacionales (ISO 707) y manuales técnicos oficiales (MAGyP, s.f.).

Tabla 2: Protocolo Operacional Estándar Para La Toma De Muestra De Leche Cruda (Basado En Principios MAG e ISO).

Etapas	Acción Detallada	Condición Crítica / Requisito Normativo	Referencia Estándar
I. Preparación	1. Validación de instrumentos de medición. 2. Limpieza y desinfección de muestreadores.	Termómetro calibrado (de desviación máxima). Uso de etanol para desinfección (aséptico).	(MAGyP, 2021.; ISO, 2020).
II. Homogeneización	Agitación manual o mecánica obligatoria de la leche en el tanque.	Agitación por el tanque de frío. Homogeneidad de grasa: diferencia de leche.	(MAGyP, 2021.).
III. Medición y Registro	Lectura de la temperatura en el tanque y registro documental.	Rango de medición a. Registro obligatorio antes del muestreo.	(MAGyP, 2021.).
IV. Extracción Aséptica	1. Acondicionamiento del cucharón. 2. Extracción de la alícuota en envase estéril.	Sumergir el cucharón bajo el nivel. Utilizar envase estéril, asegurando la técnica aséptica.	(MAGyP, 2021.).
V. Conservación y Transporte	Sellado inmediato y traslado rápido en refrigeración.	Temperatura estricta durante todo el transporte.	(MAGyP, 2021.).

Elaborado: Por el Autor

CAPITULO 2. METODOLOGÍA

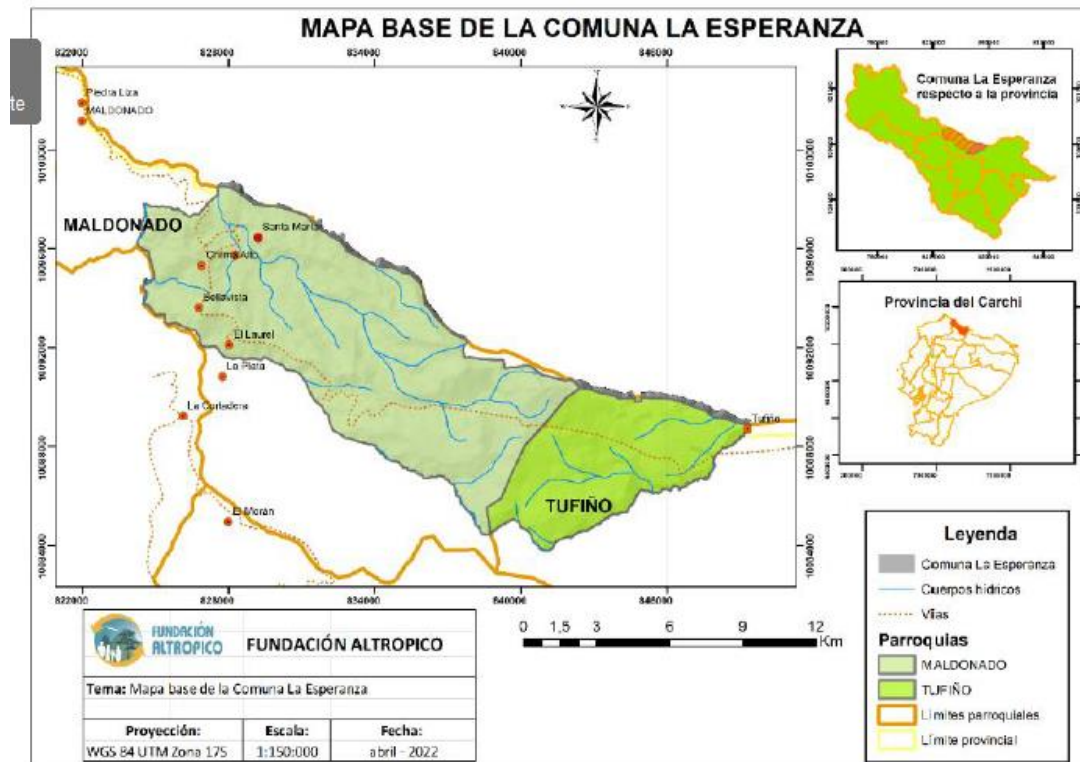
2.1 Ubicación del área de estudio

La Comuna La Esperanza abarca un territorio de 14.380 hectáreas en la cordillera noroccidental del Ecuador. De esta superficie, 1.607,28 hectáreas forman parte de la Reserva Ecológica El Ángel, mientras que 8.627,21 hectáreas (59,37%) pertenecen al área comunal y están incluidas en el Programa de Incentivos Socio Bosque del Ministerio del Ambiente (Gobierno Autónomo Descentralizado, 2015-2019).

La comuna presenta un rango altitudinal que varía entre los 1.640 y los 4.728 metros sobre el nivel del mar

Una temperatura entre 8 ° C a 18 ° C pudiendo llegar a los 20 °

Con una pluviosidad 750 y más de 6000 mm



Fuente (Gobierno Autónomo Descentralizado, 2015-2019)

Figura 1. Localización del Área de Estudio

2.2 Tipo de investigación

Este estudio adoptará un enfoque cuantitativo, ya que se recopilan datos numéricos a través de la caracterización de las propiedades físico químicas de la leche cruda obtenidas en los diferentes ensayos realizados en el laboratorio de lácteos y suelos de la prefectura del Carchi.

Además, incluirá un componente descriptivo, con el objeto de caracterizar las condiciones de manejo del ganado, ordeño. Sobre las prácticas de los pequeños y medianos productores en relación con su impacto en la productividad y sostenibilidad

2.3 Diseño de investigación

Con un diseño de investigación que adopta un diseño no experimental y correlacional.

2.4 Población.

La población del estudio está conformada por los productores lecheros de la Comuna la Esperanza, ubicada en la parroquia de Tufiño como se expresa en los datos generales del GAD parroquial indican que 92 personas destinan la tierra para producción ganadera. Quienes poseen sistemas de producción de pequeña y mediana escala. La mayoría emplea métodos tradicionales y tienen un acceso limitado a tecnología y capacitación en buenas prácticas ganaderas.

2.5 Muestra

El presente estudio se tomará 33 muestras de los integrantes de la Comuna la Esperanza que formarán parte del Centro de acopio de la comunidad, A las cuales se realizarán las diferentes pruebas microbiológicas al igual que fisicoquímicas para evaluar los parámetros como: Densidad, Grasa, Crioscopia, UFC, entre otras. Estos datos se los analizará mediante estadística (de frecuencias y porcentajes), cuyos resultados de los análisis obtenidos serán interpretados en base de los estándares de calidad descritos en la norma INEN 09:2012, estableciendo correlaciones entre los resultados de calidad de la leche y las condiciones de manejo.

Para el cálculo de la muestra se realizó con la fórmula (Hernández --Sampieri et al. 2014)

$$N = \frac{N * Z^2 * p * q}{E^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

La fórmula para calcular el tamaño de la muestra (**n**) en poblaciones finitas es:

Ahora, sustituyamos los valores en la fórmula:

<ul style="list-style-type: none"> • N: tamaño de la población (92) • Z: valor de Z para un nivel de confianza deseado (1.96 para 95%) • p: probabilidad esperada de ocurrencia del evento (0.5 si no hay estimación previa) • q: 1 - p • e: margen de error (por ejemplo, 0.1 para $\pm 10\%$) 	<ul style="list-style-type: none"> • $N=92$ • $Z^2=(1.96)^2=3.8416$ • $p \cdot q=0.5 \cdot 0.5=0.25$ • $e^2=(0.138)^2=0.019044$ • $N-1=92-1=91$
---	---

El cálculo de la muestra de aproximadamente 32.81, lo cual es prácticamente 32 productores.

Esto significa que el tamaño de muestra de 33 productores es perfectamente coherente con un margen de error del 13.8% y un nivel de confianza del 95% para una población de 92 productores.

3.1 Toma de muestras

Para la investigación se contará con un Médico Veterinario Zootecnista como de la colaboración de una Ingeniera Agroindustrial de la Prefectura del Carchi la misma que brindará la movilización. Al igual que las muestras tomadas por los técnicos serán analizadas en el laboratorio de lácteos y suelos de la institución.

La toma de muestra se la realizara de acuerdo con los protocolos del instructivo (Agrocalidad, s.f.), las muestras fueron tomadas en el ordeño de la mañana, para microbiología se tomó asépticamente.

2.6 Toma de muestras de leche en tarros, bidones y tanques fríos

Para este caso, la medición de volumen, la agitación, medición de temperatura y la toma de la muestra se lo realiza de forma manual.

El agitador manual deberá ser adecuado para la forma y tamaño de los tarros, bidones y tanques fríos.

Agitar desde el fondo del recipiente, para lograr una distribución homogénea de los componentes constitutivos de la leche especialmente la grasa.

Agitar mínimo 6 veces por 30 segundos en (tarros o bidones) y 5 minutos en tanques de frío de menos de 5500 litros y mínimo 10 minutos en tanques de más de 5500 litros.

El cucharón deberá ser adecuado para el tarro, bidón o tanque frío a muestrear.

Introducir el cucharón dos veces en la leche mezclando el contenido dentro del mismo tarro para obtener una mejor muestra.

Introducir el cucharón como mínimo 15 cm por debajo del nivel de leche para extraer la muestra.

Colocar el contenido de la muestra obtenido con el cucharón dentro del envase recolector de muestra evitando derrames.

Cierre hermético del envase con la muestra y rotularlo con la información solicitada por el laboratorio.

Trasladar las muestras recolectadas a refrigerador o cooler para ser llevadas inmediatamente al laboratorio para su análisis. La muestra deberá estar a temperatura de (2 a 8) °C con la información y documentación necesaria.

En el caso de la prueba CMT no se tomó muestras se realizó directamente en la recepción utilizando una jeringa, tomando la proporción de dos ml de muestra y 2 ml del reactivo CMT (comercial), y al pie de la vaca usando una paleta para CMT siguiendo la técnica respectiva.

3.2 Primera fase

Se llevo a cabo una encuesta dirigida a los propietarios de los predios con el objetivo de obtener un punto de partida sobre las características de la explotación, las prácticas de manejo y los tratamientos aplicados al ganado. Además, se recopilará información sobre el volumen promedio de leche producido diariamente.

Como también en esta etapa, se llevó a cabo un diagnóstico integral para evaluar la calidad higiénica, sanitaria y fisicoquímica (composicional) de la leche en el laboratorio. Se aplicarán pruebas de estabilidad proteica, reductasa y el test de conteo de células somáticas por medio del equipo somatic scan para determinar la condición sanitarias higiénicas de la leche. A partir de los resultados de laboratorio, se clasifico a los productores en diferentes categorías: conforme a la normativa vigente, lo que indica posibles problemas sanitarios como mastitis. La Norma NTE INEN 9:2012 contempla que el número de células somáticas en una muestra de leche cruda debería tener un límite máximo de 700.000 células somáticas /cm³; sin embargo, el Reglamento General de la Ley Orgánica para fomentar la producción, comercialización, industrialización, consumo y fijación del precio de la leche y sus derivados, registrado el 11 de marzo de 2024 mediante Decreto Ejecutivo N° 195. Establece que el número de células somáticas debe estar en 250.000 células somáticas /cm³; de acuerdo

a lo citado anteriormente este estudio se realizó bajo los parámetros de la norma INEN vigente, a continuación, se describe las diferentes pruebas a realizarse al igual que los resultados que se podrían obtener:

REQUISITOS	UNIDAD	MIN.	MAX.	MÉTODO DE ENSAYO
Densidad relativa: a 15 °C A 20 °C	-	1,029 1,028	1,033 1,032	NTE INEN 11
Materia grasa	% (fracción de masa) ⁴	3,0	-	NTE INEN 12
Acidez titulable como ácido láctico	% (fracción de masa)	0,13	0,17	NTE INEN 13
Sólidos totales	% (fracción de masa)	11,2	-	NTE INEN 14
Sólidos no grasos	% (fracción de masa)	8,2	-	*
Cenizas	% (fracción de masa)	0,65	-	NTE INEN 14
Punto de congelación (punto crioscópico) **	°C °H	-0,536 -0,555	-0,512 -0,530	NTE INEN 15
Proteínas	% (fracción de masa)	2,9	-	NTE INEN 16
Ensayo de reductasa (azul de metileno)***	h	3	-	NTE INEN 018
Reacción de estabilidad proteica (prueba de alcohol)	Para leche destinada a pasterización: No se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 68 % en peso o 75 % en volumen; y para la leche destinada a ultrapasteurización: No se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 71 % en peso o 78 % en volumen			NTE INEN 1500
Presencia de conservantes ¹⁾	-	Negativo		NTE INEN 1500
Presencia de neutralizantes ²⁾	-	Negativo		NTE INEN 1500
Presencia de adulterantes ³⁾	-	Negativo		NTE INEN 1500
Grasas vegetales	-	Negativo		NTE INEN 1500
Suero de Leche	-	Negativo		NTE INEN 2401
Prueba de Brucelosis	-	Negativo		Prueba de anillo PAL (Ring Test)
RESIDUOS DE MEDICAMENTOS VETERINARIOS ⁵⁾	ug/l	----	MRL, establecidos en el CODEX Alimentarius CAC/MRL 2	Los establecidos en el compendio de métodos de análisis identificados como idóneos para respaldar los LMR del codex ⁶⁾

* Diferencia entre el contenido de sólidos totales y el contenido de grasa.
 ** °C= °H · f, donde f= 0,9656
 *** Aplicable a la leche cruda antes de ser sometida a enfriamiento
 1) Conservantes: formaldehído, peróxido de hidrógeno, cloro, hipocloritos, cloraminas, lactoperoxidasa adicionada y dióxido de cloro.
 2) Neutralizantes: orina, carbonatos, hidróxido de sodio, jabones.
 3) Adulterantes: Harina y almidones, soluciones azucaradas o soluciones salinas, colorantes, leche en polvo, suero de leche, grasas vegetales.
 4) *Fracción de masa de B, W₀: Esta cantidad se expresa frecuentemente en por ciento, %. La notación "% (m/m)" no deberá usarse".
 5) Se refiere a aquellos medicamentos veterinarios aprobados para uso en ganado de producción lechera.
 6) Establecidos por el comité del Codex sobre residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos

Fuente: INEN 2012

Figura 2. Requisitos fisicoquímicos de la leche Cruda

2.6.1 Prueba de grasa

Procedimiento

- Homogenizar la muestra de leche a través de una agitación constante evitando la formación de espuma.
- Colocar en el butirómetro 10 ml de ácido sulfúrico $d = (1,815 \pm 0,003 \text{ g/ml a } 20^{\circ}\text{C})$ sin manchar el cuello del butirómetro.

- Coger 11 ml de la leche con una pipeta y ponerlos en el butirómetro formando un ángulo de 45° entre el cuello del butirómetro y pipeta, dejando caer la muestra por las paredes del mismo.
- Poner 1 ml de alcohol isoamílico $d = (0,811 \pm 0,002 \text{ g/ml a } 20^{\circ}\text{C})$, sin manchar el cuello del butirómetro.
- Cerrar el butirómetro ayudándonos con el vástago.
- Agitar cuidadosamente el butirómetro para obtener la disolución de los componentes. Ubicar los butirómetros en la centrifugadora con los tapones hacia abajo y en posiciones opuestas.
- Durante 5-7 minutos se centrifuga entre 1000-1200 rpm
- Retire los butirómetros y colóquelos en baño María ($65^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$) con el bulbo hacia arriba de modo que el nivel del agua cubra el nivel de la columna de grasa, con un tiempo de calentamiento de 3 a 5 minutos.
- Para hacer la lectura se debe hacer coincidir uno de los extremos de la columna de grasa con una unidad de la escala del butirómetro y contando el número de grados.

Interpretación de Prueba

La lectura que se obtiene en el butirómetro Gerber, indica el contenido de grasa de la leche en porcentaje, es decir, porcentaje de materia grasa en 100 ml de leche.

Se debe tomar en cuenta que los valores porcentuales medios referenciales de la materia grasa de la leche de vaca serán de 3,6% y de cabra 3,8%.

2.8.2 Prueba de Antibiótico

Procedimiento

- Homogenizar la muestra de leche a través de una agitación constante.
- Añadir 200 0 μ l de muestra de leche en el micro pocillo reactivo y mezclar bien (5-10 veces la succión).
- Incubar 3 minutos a $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$.
- Pasado los 3 minutos sumerja una tira de prueba en el micro pocillo.
- Incubar 5 minutos a $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$.
- Saque la tira reactiva del micro pocillo y retire la esponja absorbente en el extremo inferior.
- Interprete el resultado visualmente o por el lector.

Interpretación de Prueba

Primero verifique si la línea de control superior está presente. En caso contrario, el análisis no es válido. Cuando presente el color de la línea de control, compare la señal de una línea de prueba (**Test**) con la señal de la línea de control.

2.8.3 Prueba de Densidad

Procedimiento

- Homogenizar la muestra de leche a través de una agitación constante.
- Llenar la probeta con suficiente muestra de leche, evitando que se forme espuma.
- Introducir el lactodensímetro en la probeta, girar y dejar que se estabilice unos segundos.
- Mirar la lectura de la densidad y la temperatura que determina el vástago.
- Corregir la densidad en base a la temperatura.
- El criterio de aceptación es según el tipo de leche (cruda, entera, semidescremada, descremada).

Interpretación de Prueba

Para corregir la lectura de la densidad se toma en cuenta si la temperatura de la leche está por encima o por debajo de la temperatura de referencia del lactodensímetro, para la corrección se utiliza la siguiente formula:

- Si está por encima de la temperatura referencial del lactodensímetro.

$$\text{Densidad real o corregida} = \text{Densidad leche} + 0,0002 (T^{\circ} - 15^{\circ}\text{C})$$

- Si está por debajo de la temperatura referencial del lactodensímetro.

$$\text{Densidad real o corregida} = \text{Densidad leche} - 0,0002 (15^{\circ}\text{C} - T^{\circ})$$

En donde: T° = Temperatura leída en el lactodensímetro (temperatura de la leche).

2.8.4 Pruebas de PH

Procedimiento

- Homogenizar la muestra de leche cruda a través de una agitación constante.
- Calibrar el pH-Metro con las soluciones de referencia, empezando siempre por la de pH 7,00 y continuar con la de pH 4,00.
- En cada medición se debe lavar el electrodo con agua destilada y secar con papel absorbente.
- introducir el electrodo del pH-Metro y el sensor de temperatura en la muestra y leer los resultados en el visor.

Interpretación de Prueba

- Los resultados se expresan en unidades de pH a 20°C, con dos cifras decimales. Considerar que el pH normal se encuentra entre un rango de 6,50 y 6,70. Si el valor de pH es diferente, puede deberse a:
 - a) Mala desinfección de la glándula mamaria incrementando el pH de la leche.
 - b) Desarrollo de microorganismos que convierten la lactosa en ácido láctico y disminuye el pH de la leche.
 - c) Desarrollo de microorganismos alcalinizantes como las pseudomonas que hacen aumentar el pH de la leche.

2.8.5 Prueba de recuento de células Somáticas.

Procedimiento.

- Homogenizar la muestra de leche cruda a través de una agitación constante.
- Para EKOMS las muestras se mezclan 10 ml de leche con 5 ml del surfactante (Ekoprim).
- Una vez agregado el surfactante (Ekoprim) a la leche, se produce la formación de un gel que aumenta la viscosidad de la muestra de modo que el aumento de la viscosidad resulta ser exactamente proporcional a la concentración de células somáticas.
- El tiempo que demora en pasar la muestra por el capilar calibrado es transformado por el analizador en un valor de células somáticas.
- El tiempo de lectura oscila entre 10 a 55 segundos y varía en razón del número de células detectado.

Interpretación de Prueba

El valor arrojado por el equipo se multiplica por 1000 para obtener el valor del Recuento de Células Somáticas. El intervalo de detección se sitúa entre 90 y 2200 células/ml.

2.8.6 Prueba de estabilidad proteica

Procedimiento

- Homogenizar la muestra de leche cruda a través de una agitación constante.
- Agregue 2 ml de leche y luego 2 ml de alcohol etílico 75 °GL.
- Mezcle por inversión.
- Observe el aspecto de la mezcla.

Interpretación de Prueba

Negativa: No presencia de grumos, coágulos o hilos en la mezcla. Leche apta para el proceso.

Positiva: Se observa coágulos. Leche inestable para el proceso.

2.8.7 Prueba de reductasa

Procedimiento

- Enjuagar asépticamente la pipeta de 10 ml dos o tres veces, con la leche que se va a trabajar.
- Medir 10 ml de leche exactos en una pipeta y poner en el tubo de ensayo limpio.
- Colocar 1 ml de azul de metileno, con cuidado de no topar la leche con la pipeta ni mojar la pared interna del tubo.
- Poner el tapón en el tubo y calentar en el Baño María a $37 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ por un tiempo no mayor de 5 min.
- Virar el tubo varias veces hasta homogeneizar la muestra y colocar verticalmente en el baño de agua a $37 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, protegido de la luz solar o artificial, para la incubación.
- Repetir el proceso anterior cada media hora, hasta que con azul de metileno se haya decolorado totalmente.

Interpretación de Prueba

La presencia de microorganismos en la leche se ve reflejada en el tiempo en que el azul de metileno desaparece, pasa de un color azul intenso a un azul claro hasta que finalmente desaparece. Si el tiempo en desaparecer es corto quiere decir que la carga microbiana es alta y la leche es mala y si el tiempo de desaparecer el largo la carga microbiana es poca y la leche es considerada de buena calidad.

2.8.8 Prueba de Crioscopia

Procedimiento

- Homogenizar la muestra de leche a través de una agitación constante.
- Llenar con la pipeta Pasteur el tubo para crioscopia hasta la señal indicada (2ml).
- Colocar la muestra de leche en el crioscopia.
- Realizar la lectura que aparece el crioscopia.
- Interpretación del resultado tomando en cuenta las siguientes apreciaciones.

Interpretación de Prueba

La NTE INEN 15 establece que el Punto crioscópico de la leche cruda con una concentración normal de solutos debe estar entre $-0,536$ y $-0,512$ m°C,

- Mayor de $-0,536$ m°C, es leche acida o sospechosa de adulteración.
- Menor de $-0,512$ m°C, es leche adulterada con agua.

El valor base puede variar de acuerdo al punto crioscópico de la región por composición de la leche o por condiciones estacionales.

Algunas muestras pueden reportar crioscopia inferior a 530 °mH sin haber sido adicionadas con agua, corresponden a leches anormales por malas condiciones de pastoreo, intensa sequía, precipitación inferior a 50 mm por mes, mala condición desanidad de la vaca, mastitis, infección de la ubre, volumen por vaca inferior a 10 litros día, baja densidad, o individualidad del hato.

Leche con crioscopia mayor -536 m°C sin presentar alta acidez, ni adición de solutos, se puede deber a residuos de desinfectantes, o provenientes de hatos individuales o vacas en última época de lactación o con alto contenido de minerales.

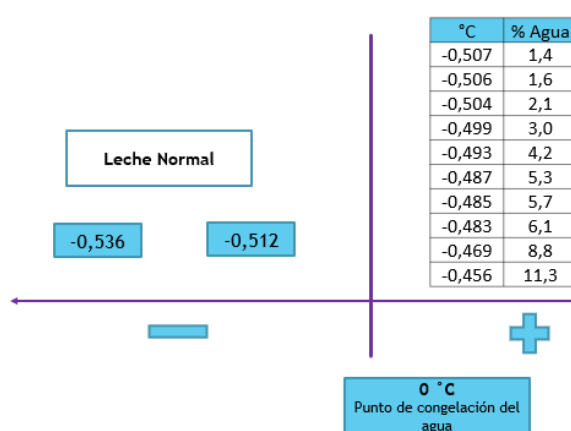


Figura 3. Punto de Congelación del Agua

2.9 Segunda fase

En esta etapa, se implementará la intervención del Médico Veterinario para atender a los productores que presentaban deficiencias higiénicas, sanitarias y fisicoquímicas en la producción de leche. En esta fase se realizó una prueba de CMT en campo al momento del primer ordeño cuando se recogió las muestras y los resultados se corroborarán con los del laboratorio.

En cuanto a los problemas higiénicos, se llevarán a cabo capacitaciones dirigidas a los productores sobre "Calidad higiénica y sanitaria de la leche", así como el manejo adecuado de antibióticos y adulterantes, particularmente a la adulteración con agua mediante la prueba de crioscopía. Estas capacitaciones serán impartidas por el Médico Veterinario.

3 Parámetros a evaluar

Para la evaluación de la calidad de la leche cruda producida en la Comuna La Esperanza, se analizarán diversos parámetros fisicoquímicos, higiénicos y sanitarios en el laboratorio de lácteos, suelos y agua de la Prefectura del Carchi.

3.3 Parámetros de control físicos y químicos de la leche

Densidad: Refleja la composición de la leche y su pureza, analizada mediante lactodensímetros.

Grasa: Determina el contenido de materia grasa en la leche, esencial para la calidad de los derivados lácteos.

Crioscopía: Evalúa posibles adulteraciones con agua, considerando como valores positivos (+) aquellos inferiores a -0.512 mC° y negativos (-) los iguales o superiores a $-0,536\text{ mC}^\circ$.

pH: Indica la acidez de la leche y su estabilidad microbiológica.

Prueba de estabilidad proteica (Prueba de alcohol): Detecta alteraciones en la estabilidad de las proteínas de la leche, lo que puede influir en su procesamiento.

3.4 Parámetros de control higiénico de la leche

- **Reductasa:** Mide la actividad enzimática y microbiológica en la leche, lo que influye en su estabilidad.

3.5 Parámetros de control sanitario de la leche

Recuento de células somáticas (RCS): Indicador de la salud de la glándula mamaria, donde valores superiores a 250.000 cs/ml pueden indicar la presencia de mastitis.

Prueba de California Mastitis Test (CMT): Permite identificar infecciones subclínicas en el ganado mediante la detección de células somáticas en la leche.

Antibióticos: Permite identificar las trazas de antibiótico presentes en la muestra.

Los resultados obtenidos de estos análisis se interpretarán con base en los estándares de calidad establecidos en la norma INEN 09:2012, permitiendo correlacionar la calidad de la leche con las condiciones de manejo implementadas por los productores.

CAPITULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis de los resultados.

Se analizaron las respuestas de la encuesta aplicada a productores lecheros con el objetivo de caracterizar las condiciones de manejo y practicas vinculadas a la calidad de la leche cruda. Para lo cual los resultados se muestran en el Anexo 3.

3.2 Análisis de la Encuesta

Las 33 unidades familiares encuestadas comprenden un total de 87 personas dedicadas a la actividad ganadera. Los padres representan los principales actores en las labores productivas sobre todo las madres son las que hacen las labores de casa incluyendo el manejo de los animales mientras los maridos salen a ejercer otros trabajos, contando en ciertos casos con el apoyo de los hijos. Esta configuración familiar es la clave para entender la disponibilidad de mano de obra y las limitaciones o facilidades en la adopción tecnológica del sistema. Por esta razón la adopción de tecnologías suele ser más lentas por depender del capital de la familia.

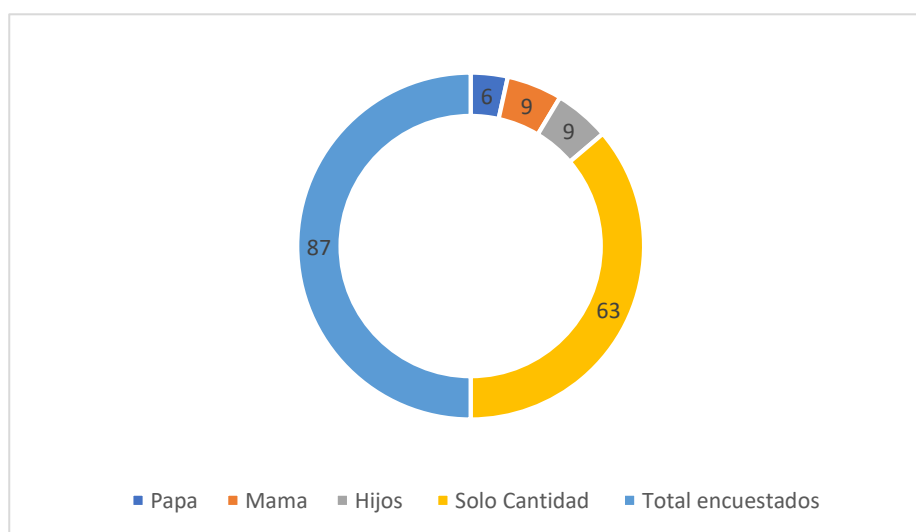


Figura 4. Número de personas dedicadas a la Ganadería

Con respecto a la trayectoria en el sector ganadero, se observa que el 66% de los productores cuentan con una experiencia mayor de 10 años, mientras que el 30 % posee una experiencia entre los 5 a 10 años. Solo un 4 % de la muestra ha iniciado la actividad en los últimos 5 años. Esta condición sugiere un desafío que derive en una resistencia cultural ante la adopción de implementación de nuevas prácticas de gestión.

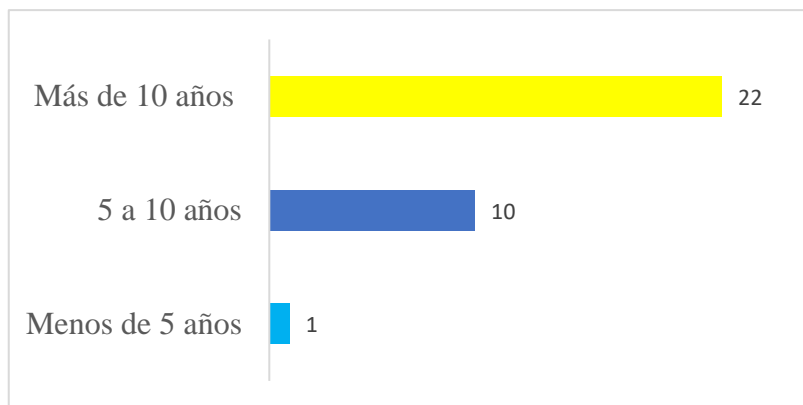


Figura 5. Tiempo de dedicación a la actividad

La estructura del hato se caracteriza por su pequeña escala, donde la mayoría de los productores cuentan con menos de 5 animales. Esta condición tiene implicaciones críticas en la economía de escala del sistema, dificultando la aplicación de protocolos sanitarios rigurosos como el control de la mastitis. Para el pequeño productor, el costo por unidad productiva se incrementa ante la falta de infraestructura tecnificada, lo que condiciona tanto la calidad higiénica como la rentabilidad final del producto. En consecuencia, la gestión individual se vuelve económicamente vulnerable, lo que refuerza la necesidad de estrategias de intervención comunitarias para reducir los costos de los insumos y aumentar el volumen de venta.

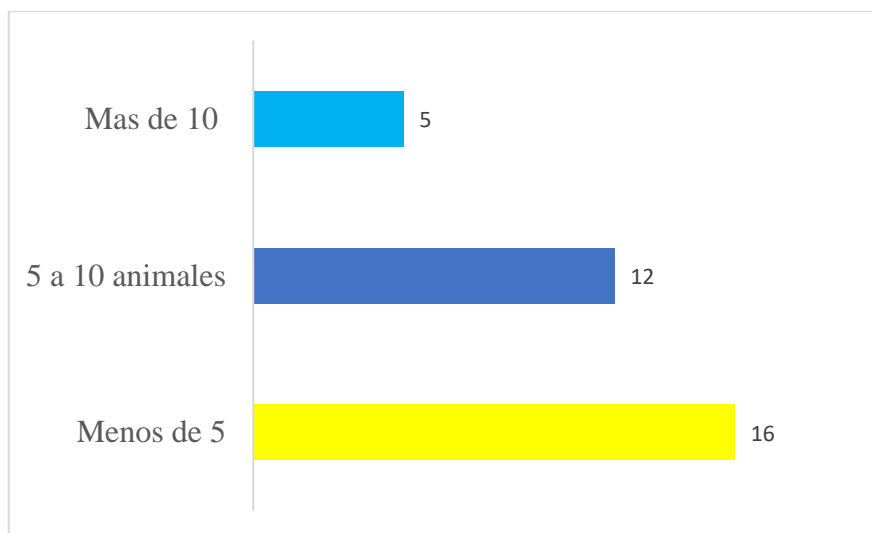


Figura 6. Número de Animales por Hato

El análisis del sistema alimentario revela que la mayoritaria de fincas utiliza el pastoreo natural, con un uso reducido de pastos cultivados y suplementos al momento del ordeño. Esta baja tecnificación en el manejo forrajero sugiere una dieta deficitaria en proteína y energía. Dicho desbalance nutricional es un factor crítico que limita el potencial productivo y compromete los parámetros de calidad de la leche en las unidades evaluadas.

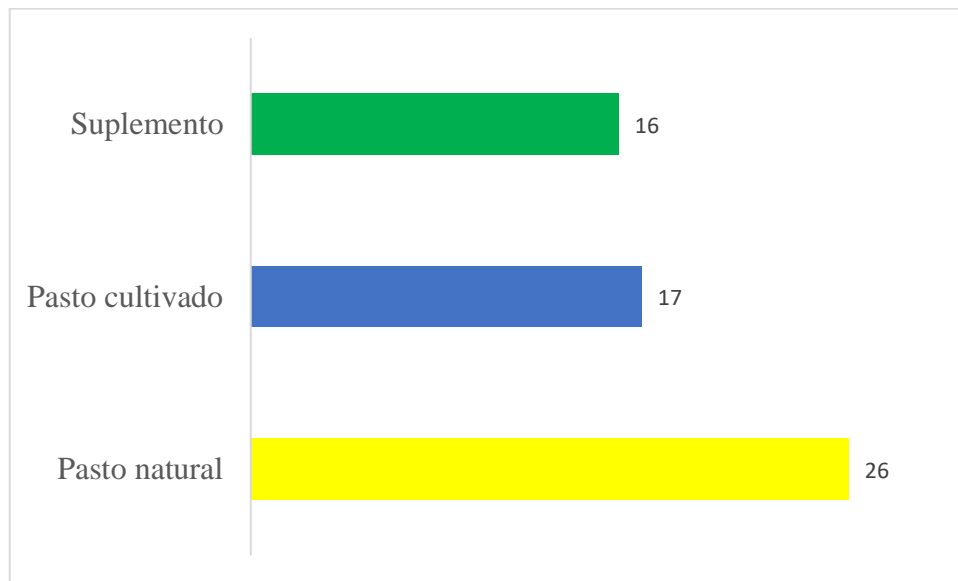


Figura 7. Tipo de Pasto

La combinación de una deficiente vigilancia de la mastitis y la falta de programas de desparasitación aunados a los criterios de uso de desparasitantes evidencia que el componente de sanidad animal es uno de los pilares más débiles del sistema productivo local. Esta debilidad sanitaria no solo impacta en el bienestar animal y la productividad, sino que se constituye como la principal barrera para alcanzar los estándares de calidad que el desarrollo local sostenible exige.

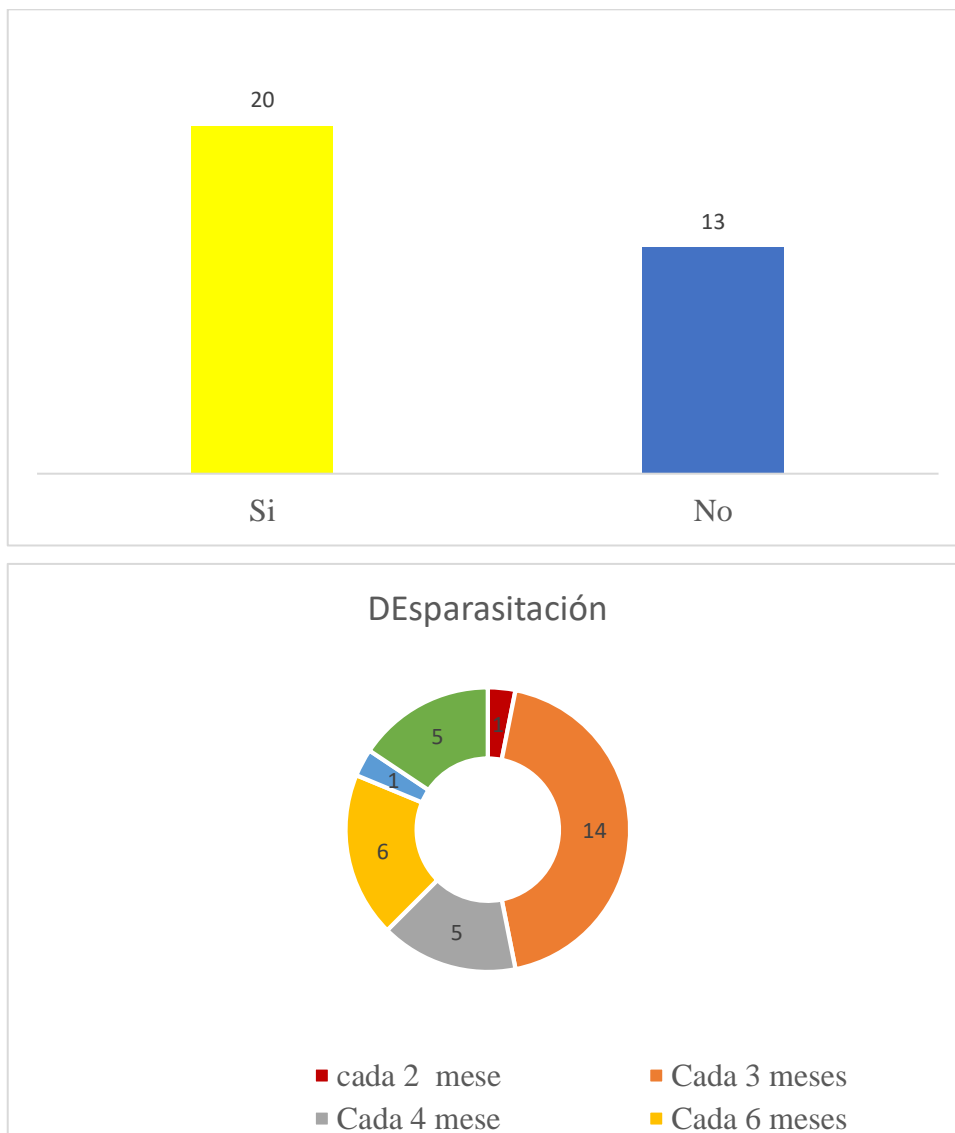


Figura 8. Control de Mastitis y Tiempo de Desparasitación

En cuanto a la gestión operativa, se evidencio que casi la totalidad de productores realizan el ordeño manual, esta práctica demanda intensidad de mano de obra, limita la posibilidad de tecnificación a corto plazo. Además de que la mayoría de los productores locales realizan el ordeño una sola vez por día, esto no responde a una demanda técnica sino más bien logística territorial, Esta dispersión geográfica actúa como una barrera para el desarrollo rural, ya que el costo de oportunidad y el esfuerzo físico del traslado impiden un segundo ordeño, sacrificando así el potencial productivo del hato y, por ende, el ingreso económico de la familia ganadera.

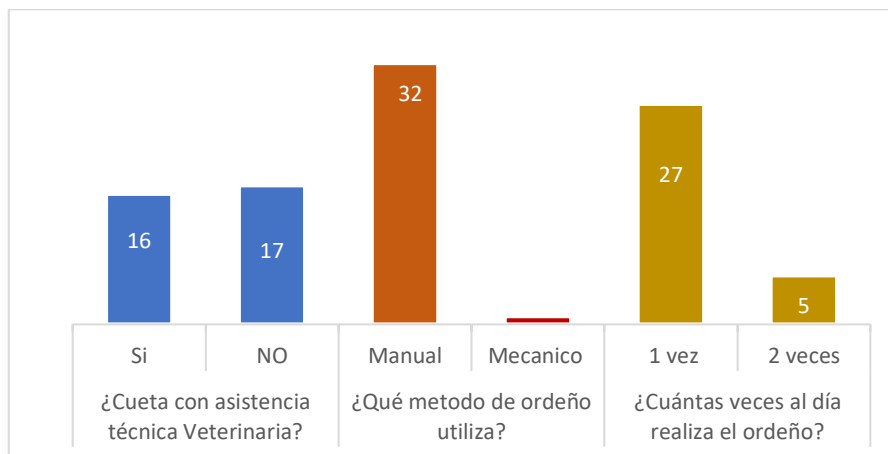


Figura 9. Métodos y Número de Ordeños

Se identificó que en la práctica del lavado de las ubres el 100% de los productores realizan esta labor pese a las distancias, pero también se identifica que existe una frecuencia baja en el sellado revelando un protocolo de ordeño incompleto. Aunque el productor asegura la limpieza inicial, la falta de sellado deja el esfínter del pezón expuesto a patógenos ambientales tras el ordeño. Este hallazgo, sumado a que la leche se almacena en tarros metálicos sin refrigeración inmediata, sugiere que la calidad microbiana de la leche podría deteriorarse rápidamente antes de llegar al centro de acopio, invalidando el esfuerzo inicial de la limpieza manual como se observa en los gráficos 7 y 8.

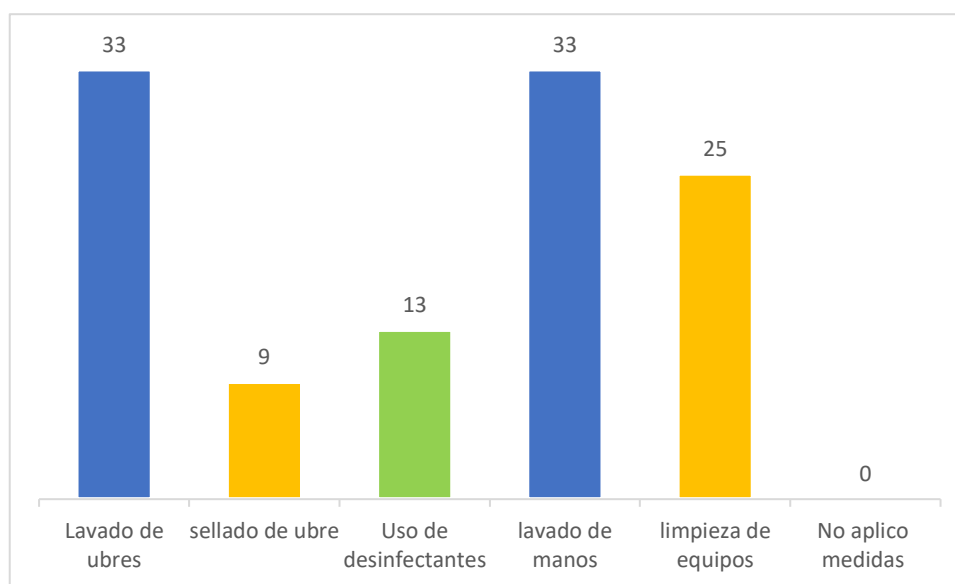


Figura 10. Higiene

Tabla 3. Resultados de la primera muestra

SUMA	964	477	108	34,3419	597	17,192	2,5	120,95	109,66	221,82
PPROMEDIO	29,212121	14,454545	3,7241379	1,0406636	18,090909	0,5209697	0,0757576	3,6651515	3,3230303	6,7218182
S	16,627834	1,416221	0,5275653	0,0507005	2,3633085	0,0058656	0,3509187	0,5742665	0,1424448	0,0985347
MINIMO	1	11	2	1,0284	14	0,504	0	2,25	3,14	6,56
MAX	80	17	4	1,323	22	0,534	2	4,98	3,87	6,95
MODA	20	15	4	1,0317	20	0,52	0	4,07	3,33	6,61

Tabla 4. Resultados de la segunda muestra

promedio	24	13	4	10,300	10	0,516	4,36	3,49	3,28	6,57	9,08	12,57	199,424,2
S	18,9793548	6,10	0,93	0,011	2,162	0,01024	22,62164	0,725	0,224	0,071	0,334	0,886	255,422,7
minimo	3	20	0	10,290	6,000	0,513	0,000	2,960	3,220	6,480	8,850	11,810	90,000,0
maximo	87	17	4	10,316	15,000	0,533	18,000	5,780	3,570	6,720	9,740	15,520	1,500,000,0
moda	20	14	4	10,298	9,000	0,521	0,000	3,830	3,250	6,500	9,120	12,770	90,000,0

La calidad de la leche cruda se evalúa con parámetros fisicoquímicos (grasa, densidad, crioscopia y los demás que hemos analizado) y sanitarios de acuerdo con la norma vigente que es la INEN 09:2012 en la cual se describe los rangos máximos y mínimos permitidos para la leche cruda en el Ecuador como lo describe el Anexo # 3.

Con los datos de las tablas 4 y 5 se realizó un análisis ANOVA de una vía para comparar las medias de los parámetros de calidad de leche entre los grupos de bajo y alto pH. Los parámetros de sólidos no grasos, sólidos totales, células somáticas y adulterantes fueron excluidos del análisis estadístico debido a que presentaban valores insuficientes en la toma de muestras de los análisis. ya que la inclusión de estos parámetros con alta incidencia de datos faltantes habría sesgado los resultados como a continuación los detallo.

Los resultados del ANOVA Fueron Los Siguietes:

Volumen de litros de leche: $F= (2.62)$ p valores (0.115) No hay diferencia estadísticamente significativa.

Acidez: $F= (9.80)$ p valores (0.0038) Hay una diferencia estadísticamente significativa.

Densidad: $F= (0.91)$ p valores (0.3483) No hay diferencia estadísticamente significativa.

Temperatura: $F= (7.08)$ p valores (0.0123) Hay una diferencia estadísticamente significativa.

Crioscopia: $F= (2.01)$ p valores de (0.1661) No hay diferencia estadísticamente significativa.

% de Grasa: $F= (1.35)$ p valores de (0.2549) No hay diferencia estadísticamente significativa.

% de Proteína: $F= (2.33)$ p valores (0.1371) No hay diferencia estadísticamente significativa.

Los resultados anteriores nos demuestran que los parámetros de Acidez y Temperatura mostraron una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos de bajo pH y alto pH. Esto sugiere que el pH de la leche está relacionado con los niveles de acidez y temperatura de esta.

Los parámetros restantes (volumen litros, Densidad, Crioscopia, % de Grasa, % de proteína) no mostraron diferencia significativa, lo que implica que la agrupación por el pH no tiene un impacto medible en sus valores promedio.

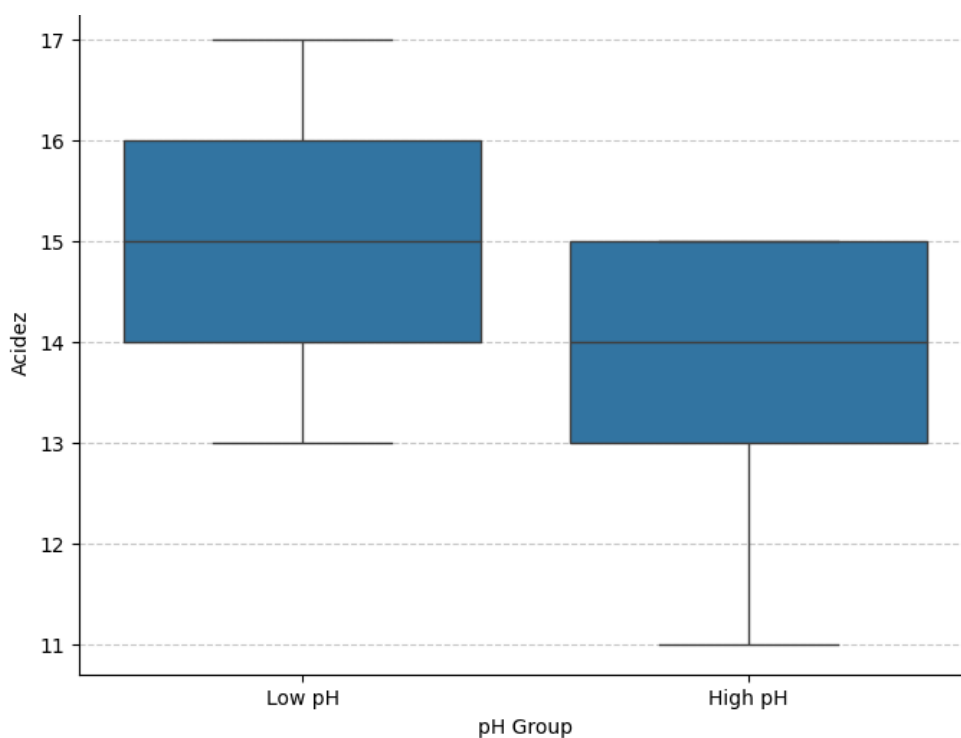


Figura 12. Distribución de grupos de Acidez

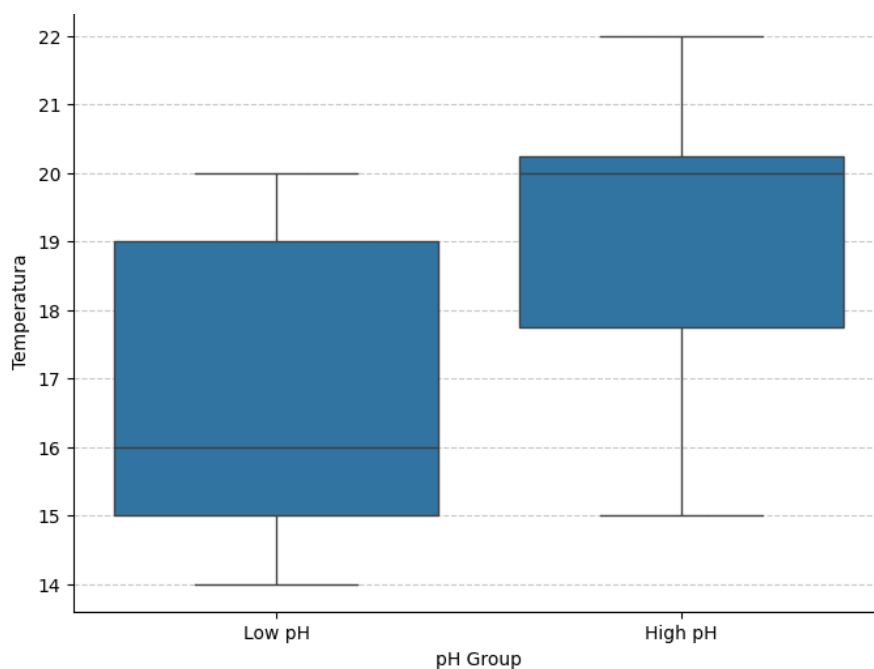


Figura 13. Distribución de pH por temperatura

En resumen, el análisis ANOVA y los gráficos # 7 y 8 de box plot, resaltan que el pH es un factor discriminante importante para la Acidez y la Temperatura de la leche en este conjunto de datos, mientras que otros parámetros de calidad parecen ser independientes de esta clasificación de pH.

3.3 Resultados fisicoquímicos y comparación de las muestras.

3.3.1 Grasa (%): En la muestra 1 el promedio es de 3.66% y en la muestra 2 es de 3.489%. Las dos superan el promedio mínimo normativo que es de 3%, sin embargo, el número de productores con el promedio de grasa bajo el límite permitido aumentó en relación al primer muestreo de 5 a 6 productores en el segundo examen. En general, no se aprecia mejora significativa en relación a la grasa, de hecho, la igualdad sugiere que la alimentación o manejo animal no se mejoró sustancialmente este índice

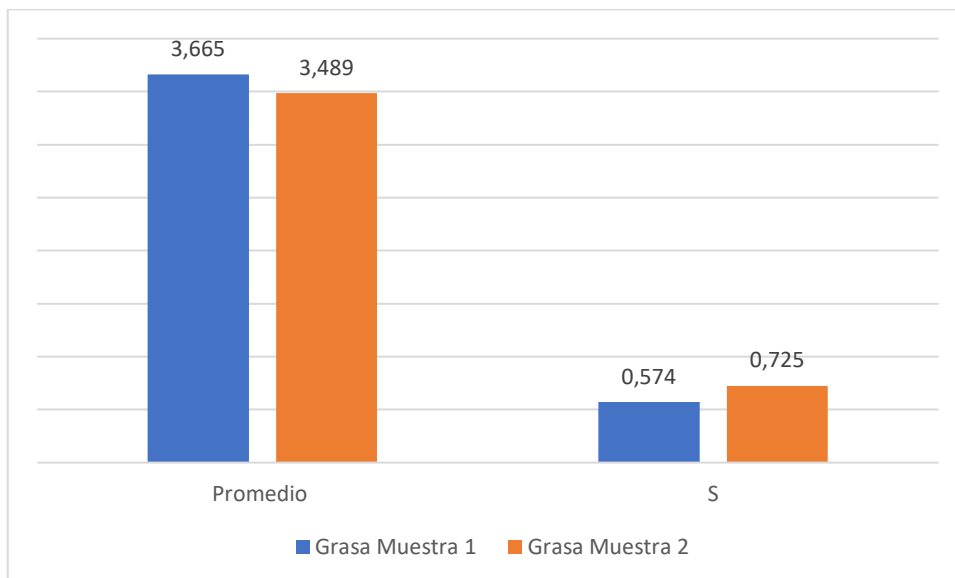


Figura 14. Grasa

3.3.2 Densidad (20°C): En el primer muestreo los valores oscilaron aproximadamente entre 1.0284 y 1.323 con un promedio de 1.040, y en el segundo esta entre 1.0260 y 1.0316 con un promedio de 1.030. En el muestreo 1 hubo al menos un caso por encima de 1.032 que es el rango máximo de la norma, lo cual indica un ligero exceso, y en relación de la muestra 2 hay varios casos por debajo de 1.028 ya que el mínimo es de 1.026 lo que puede sugerir posible adulteración con agua u otros errores de muestreo como la temperatura de la leche. Pues alteran la composición natural de la leche; no se aprecian mejoras en relación a las muestras ya que ambas existen desviaciones lo que alteran sobre el control en el ordeño o recolección.

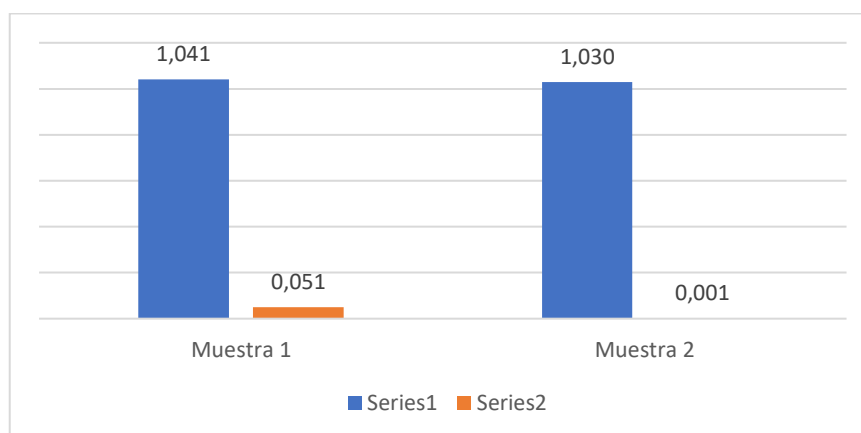


Figura 15. Densidad

3.3.3 Punto Crioscópico: La norma exige entre -0.536 y -0.512 °C (o equivalente 0.536 a 0.512 en valores absolutos). En el primer caso las muestras de crioscopia estuvieron entre 0.504 y 0.53 ; en el segundo muestreo sus valores estuvieron entre 0.477 a 0.533 . El segundo muestreo presenta varias muestras bajo los 0.512 (0.500 y 0.477), claramente fuera de la norma. Esto indica adulteraciones con agua o mal enfriamiento. Por lo contrario, en el primer muestreo solo unas pocas muestras bordean el límite inferior. En resumen, este parámetro empeoro en la segunda muestra lo que implica que las practicas anti-adulteraciones no fueron efectivas entre muestreos.

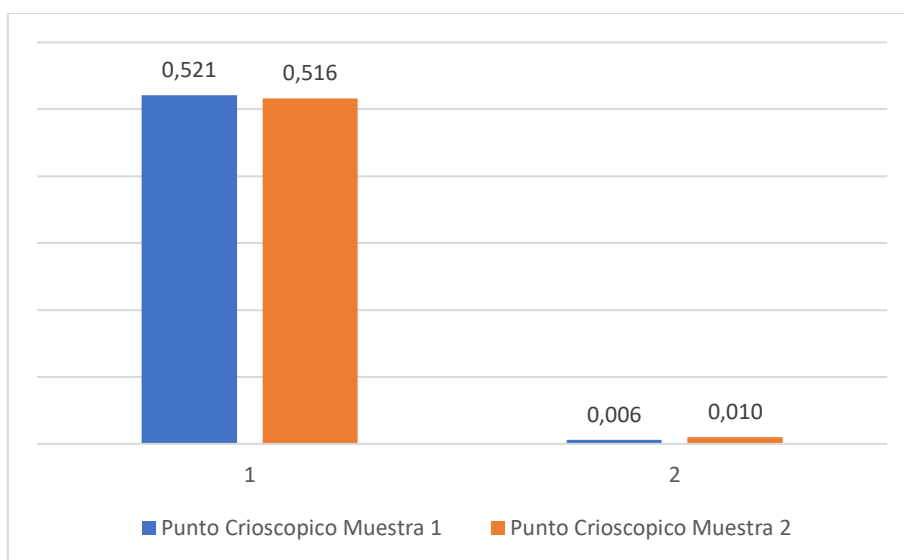


Figura 16. Punto Crioscópico

3.3.4 Acidez y Ph: El rango permitido de acidez y de pH en leche fresca son de 13 a 17 % y de 6,4 a 6,8. En el primer muestro la acidez media fue de 14.45 °D, con algunos valores bajo de 13° (mínimo 11° D) como en el segundo muestreo existe un proveedor que no cumple con la norma ya que se encuentra sobre los 17 % (20 %) pero con relación a las demás muestras están más dentro de los parámetros permitidos por la norma, lo cual indica una mejor estabilidad ácida de la leche.

El pH promedio es bajo de 6.72 a 6.58 en el primer muestreo varias muestras superaron 6.8 llegando hasta 6.95 , mientras que en el segundo grupo todas quedaron dentro del rango óptimo. Lo que sugiere una pequeña mejora en el manejo higiénico y quizá un ordeño más ordenado ya que estos parámetros se encuentran más estables lo que podremos contrastar con la prueba de reductasa.

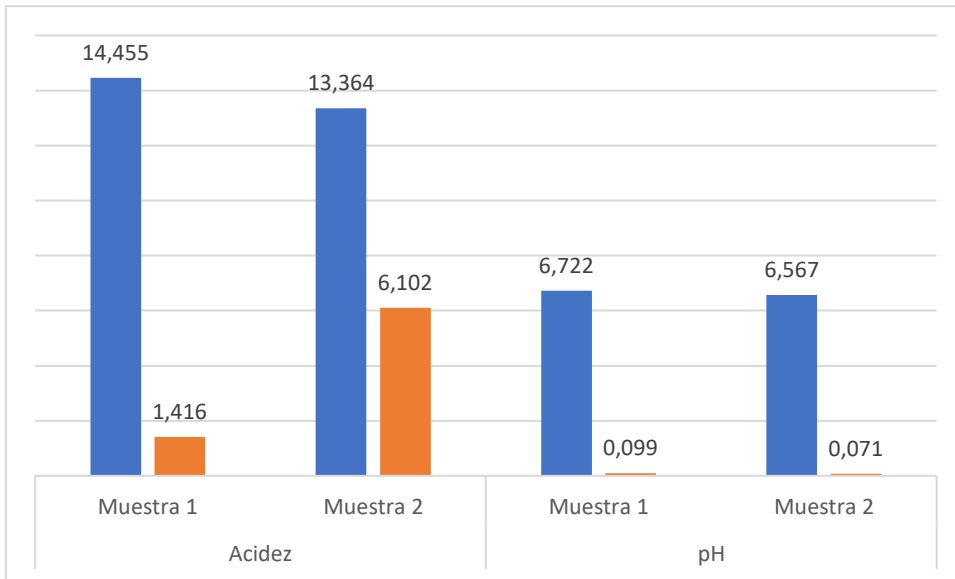


Figura 17. Acidez y pH

3.3.5 Proteínas y sólidos. La norma exige proteína >2.9%. En el primer muestreo el mínimo fue de 3.14% y en el segundo 2.24, mientras que todos en el primer muestreo estaban por encima. Los sólidos totales y no grasos promediaron niveles aceptables en ambos casos. En términos generales, la proteína se mantuvo estable en torno al 3.3% sin mejora notable pero dentro de la norma establecida

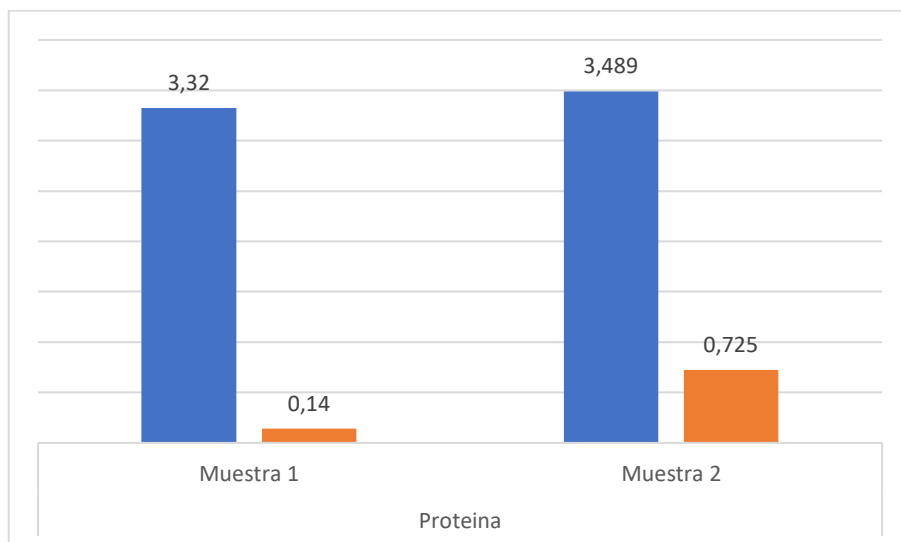


Figura 18. Proteína y sólidos

3.3.6 Resultados higiénicos / sanitarios

Test de reductasa La norma exige un tiempo >3 . En el primer muestreo este análisis no se reportó en 4 muestras y una está bajo la norma, mientras que en el segundo caso 5 muestras cayeron por debajo de las 3 horas, por lo que muestran observaciones como “reductasa fuera de rango” en el reporte. Esto indica que no hubo mejoras en este parámetro aún existe leche o hatos con mal manejo.

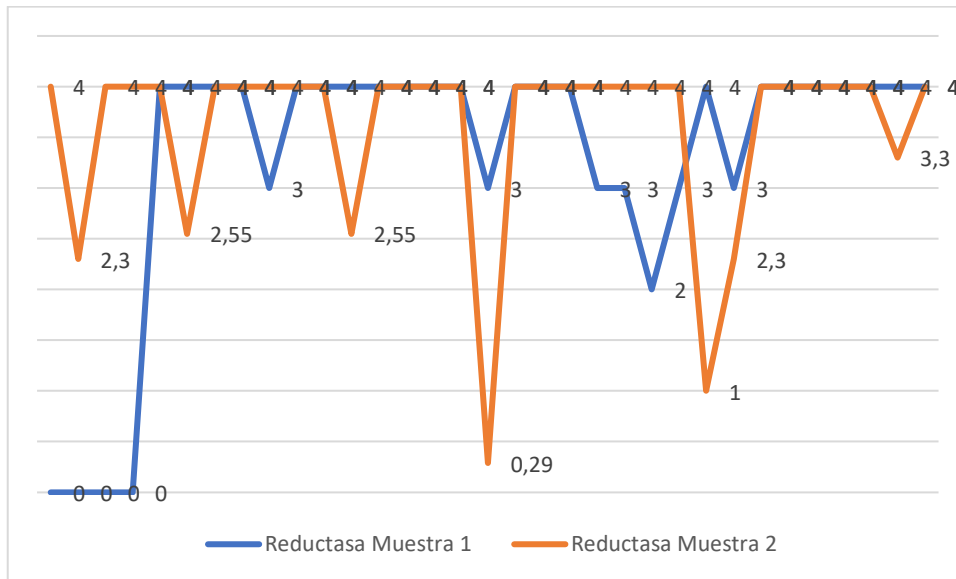


Figura 19. Reductasa

3.3.7 Recuento de células somáticas (UFC/ml) El límite de la UFC $7 \cdot 10^5$ por ml, en el primer muestreo no se reportó este parámetro, mientras que en el segundo muestreo se midió en todas las muestras, el 97 % de las mismas estuvieron dentro de los límites. Solo una supero ampliamente el umbral permitido lo que demuestra un caso grave de mastitis subclínica en el hato.

3.3.8 Test California mastitis test CMT Esta prueba se realizó en campo al momento de la toma de la segunda muestra en el primer ordeño y se confirmó la presencia de mastitis subclínica al momento de realizar el recuento celular en los mismos 5 hatos ganaderos por lo que siempre se sugiere implementar ambos controles.

3.3.9 Residuales y adulterantes. Ambos muestreos reportan resultados negativos en peróxidos, antibióticos y aditivos (sueros, neutralizantes), cumpliendo con las estrategias enfocadas a evitar adulteraciones químicas surtieron efectos (al menos en las pruebas realizadas).

Comparando los muestreos, solo algunos parámetros mejoraron al segundo análisis. La estabilidad de acidez y pH dentro del rango sugiere éxito parcial de las buenas prácticas de ordeño (higiene, enfriamiento rápido) implementadas. Sin embargo, persisten fallas importantes; el aumento de muestras con % de grasa bajo la norma, las desviaciones en densidad y punto crioscópico, y los resultados pobres de reductasa muestran que las mejoras fueron incompletas.

En particular, la crioscopia fuera de rango en varias muestras apunta a dilución con agua o deficiente cadena de frío; Esto puede deberse a falta de equipos de enfriamiento adecuado o supervisión insuficiente. En resumen, el segundo muestreo no supero completamente el primero, algunos parámetros críticos como la acidez y el pH normalizados, pero otros empeoraron o siguieron fuera de norma como (grasa, crioscopia, reductasa).

El Vínculo entre Higiene y Calidad Microbiológica

Los hallazgos de esta evaluación muestran una correlación directa entre la falta de protocolos de sellado de pezones y los altos recuentos de UFC (Unidades Formadoras de Colonias). Al contrastar esto con la literatura técnica (ej. normas internacionales de inocuidad), se observa que la carga bacteriana no es solo un problema de limpieza, sino un síntoma de la falta de cadena de frío.

Punto crítico: Mientras que la industria exige estándares de "Clase A", la realidad del sistema comunitario muestra que, sin tanques de enfriamiento en la primera hora post-ordeño, es biológicamente imposible cumplir con la normativa, independientemente de qué tan limpia esté la ubre.

Factores Socioeconómicos como Barrera Técnica

Un punto clave de la discusión es que la baja calidad de la leche no siempre se debe a la negligencia del productor, sino a la economía de escala. Los pequeños productores enfrentan costos de insumos elevados y precios de venta bajos.

La paradoja del productor: El productor sabe que debe mejorar la higiene, pero el mercado informal (intermediarios) paga lo mismo por leche de alta calidad que por leche de baja calidad. Esto desincentiva la inversión en mejora técnica y perpetúa el ciclo de pobreza rural.

Estrategias de Mejora: Del Enfoque Individual al Colectivo

La discusión integra la idea de que la solución no es individual, sino asociativa. Las estrategias de mejora propuestas (centros de acopio comunitarios) demuestran que el desarrollo rural ocurre cuando el pequeño productor deja de ser un ente aislado.

Comparando con casos de éxito en otras regiones, la estandarización de la calidad es el único camino real para que la comunidad pase de ser "proveedora de materia prima" a "dueña de un proceso agroindustrial" (quesos, yogures), lo que realmente genera valor agregado.

CONCLUSIONES

En conclusión con el objetivo general, orientado a evaluar la calidad físico química e higiénico-sanitaria de la leche cruda producida en la Comuna La Esperanza y su relación con el desarrollo rural sostenible, se concluye que la calidad de la leche presentó mejoras parciales entre el primer y segundo muestreo, evidenciándose avances en parámetro como pH y acidez titulable; no obstante persisten incumplimientos relevantes en indicadores críticos como grasa, densidad, crioscopia y reductasa, lo que limita el cumplimiento integral de la normativa NTE INEN 09:2012 y reduce el potencial de la actividad lechera como motor de desarrollo rural.

4.1 Conclusiones específicas

1. Se determinó que la calidad microbiológica de la leche en el sistema comunitario presenta niveles de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) que superan los límites permitidos por la normativa nacional, lo cual se asocia directamente a la carencia de una cadena de frío eficiente y prácticas de higiene deficientes durante el ordeño.

2. La evaluación técnica identificó que la mastitis subclínica y la manipulación inadecuada de los utensilios son los principales factores de riesgo que afectan la composición físico-química de la leche, reduciendo su vida útil y disminuyendo su valor proteico y graso para procesos industriales.

3. La implementación de protocolos de Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) y el fortalecimiento de la gestión asociativa demostraron ser herramientas clave. Estas no solo estandarizan el producto, sino que redujo el porcentaje de rechazo en los centros de acopio en porcentaje significativo, asegurando la inocuidad del alimento.

4. Se concluye que la mejora en la calidad de la leche cruda actúa como un motor de desarrollo rural, ya que permite a los productores pasar de una economía de subsistencia a una inserción competitiva en el mercado, incrementando el margen de beneficio por litro y fortaleciendo el tejido social de la comunidad.

RECOMENDACIONES

En el Ámbito Técnico y de Manejo

Implementar un Programa de Rutina de Ordeño: Se recomienda estandarizar el proceso de ordeño en todas las unidades productoras, haciendo énfasis en el sellado de pezones y el lavado de manos, para reducir drásticamente la incidencia de mastitis clínica y subclínica.

Mantenimiento de la Cadena de Frío: Es imperativo gestionar la adquisición o mejora de tanques de refrigeración comunitarios para asegurar que la leche se mantenga a una temperatura de 4°C en las primeras dos horas tras el ordeño, frenando así el crecimiento bacteriano.

En el Ámbito Socio-Comunitario

Fortalecimiento de la Asociatividad: Se sugiere incentivar la creación de cooperativas o asociaciones formales. La unión de los productores permite negociar mejores precios con la industria y acceder a créditos para maquinaria que, de forma individual, serían inalcanzables.

Capacitación Adaptada al Contexto: Realizar talleres de formación técnica que utilicen un lenguaje sencillo y demostraciones prácticas en campo, considerando el nivel educativo y la experiencia empírica de los productores rurales.

En el Ámbito Económico y de Mercado

Búsqueda de Valor Agregado: Recomendar a la comunidad no limitarse a la venta de leche cruda; se debe explorar la transformación artesanal en derivados (quesos, yogur, mantequilla) bajo normas de inocuidad, lo que genera un mayor margen de ganancia y resiliencia ante las fluctuaciones de precios.

Vinculación con Entes Estatales: Gestionar alianzas como el Ministerio de Agricultura o instituciones de salud para obtener certificaciones de "Predio Libre de Brucelosis y Tuberculosis", lo cual otorga un estatus sanitario superior y un mejor precio por litro.

Para Futuras Investigaciones

Estudios de Impacto Longitudinal: Se recomienda realizar un seguimiento a largo plazo (1 a 2 años) tras la implementación de las estrategias de mejora, para medir el impacto real en la calidad de vida y la economía familiar de los productores.

Análisis Bromatológico de Pasturas: Investigar la relación entre la calidad nutricional del forraje local y los sólidos totales de la leche, para optimizar la dieta de los animales con recursos de la zona.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrocalidad. (2020). Instructivo para “Toma de Muestras de Leche Cruda y Suero de Leche” INT/CL/010 (Rev. 7). Laboratorio de Control de Calidad de Leche.
- Álvarez acías, A., Bofill Poch, S., & Montaña Becerril, E. 2000. Reestructuración de la cadena agroindustrial de la leche y organización social en Aguascalientes. *Problemas del Desarrollo*, 31(120), 89–111 <https://www.jstor.org/stable/43837574>
- Adetunji SA, Ramírez G, Ficht AR, Perez L, Foster MJ, Arenas-Gamboa AM. 2020. Building the evidence base for the prevention of raw milk-acquired brucellosis: asystematic review. *Frontiers in Public Health*. 8:76 <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00076>
- Agrocalidad. (2020). Manual de procedimientos para la vigilancia y control de la inocuidad de leche cruda. Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario.
- Agrónomos y Veterinarios Sin Fronteras (AVSF). (2014). Los Andes carchenses: nuevas dinámicas productivas entre haciendas y campesinos. Quito: AVSF
- Aubron, C., Hernández, M., Maffia, H., Lacroix, P., & Praxedo, V. (Eds.). (2014). Producción campesina lechera en los países andinos: dinámicas de articulación a los mercados. AVSF / CIRAD / IRA
- Añazco-Jaramillo, L. F., Gualle-Ramos, M. G., & Cevallos-Mora, A. C. (2023). Calidad–inocuidad de la leche cruda de vaca que ingresa a centros de acopio de la provincia Cañar–Ecuador, en el contexto de las normativas Latinoamericanas. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, 33(e33183), 1–7
- Asobanca. (2022). Guía de producción de lácteos. Asociación de Bancos Privados del Ecuador.
- Alves, M. L., de Barros, A. C., & de Oliveira, R. A. (2020). Interrelación entre las buenas prácticas agrícolas y la calidad de la leche cruda refrigerada. *Revista Iberoamericana de Ambiente y Agricultura*, 7(2).
- Al-Hassan, A., Gómez, R., & Pérez, M. (2021). Impact of subclinical mastitis on milk composition and processing properties. *Journal of Dairy Science*, 104(11), 11764–11773. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19621>

- Antanaitis, R., Žilaitis, V., & Juozaitienė, V. (2023). Influence of cow diet and management on milk quality indicators in smallholder systems. *Animals*, 13(7), 1234. <https://doi.org/10.3390/ani13071234>
- Berhe G, Wasihun AG, Kassaye E, Gebreselasie K. 2020. Milk-borne bacterial health hazards in milk produced for commercial purpose in Tigray, northern Ethiopia. *BMC Public Health*.20(1):894 <https://doi.org/10.1186/S12889-2020-09016-6>
- Bezerra, J. S. da, de Oliveira, J. P. F., Sales, D. C., Silva, Y. M. de O., & Moura, T. C. (2020). La influencia del método de ordeño, las condiciones de almacenamiento y el recuento de células somáticas en la calidad de la leche cruda en tanques. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 11(4), 1016–1029. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i4.5485>
- Briones García, J. I., Morillo Robles, C. E., Fiallos Ramos, M. M., & Toledo Castillo, N. R. (2024). Calidad sensorial, fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda de vaca expedida en la Parroquia San Isidro, Cantón Morona – Ecuador. *Polo del Conocimiento*, 9(7).
- Bucaram de Jorgge, M., Cevallos Cevallos, K., Del Cioppo Morsttat, J., & Vera Lucio, N. (2024, marzo 18). El desarrollo rural del Ecuador. *El Misionero*.
- Bustamante, J., Vintimilla, A., Andrade, O., Abad-Quevedo, V., et al. (2023). Calidad–inocuidad de la leche cruda de vaca que ingresa a centros de acopio de la provincia Cañar–Ecuador, en el contexto de las normativas Latinoamericanas. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias (Universidad de Zulia)*, 33(1), 1–8. <https://doi.org/10.52973/rcfcv-e33183>
- Chuquín, E. G., De la Cruz, E. G., Chamba, E. L. G., & Dávila, L. (2017). Gestión de calidad de leche de pequeños y medianos ganaderos de centros de acopio y queserías artesanales, para la mejora continua. Caso de estudio: Carchi, Ecuador. *Revista La Granja*, 27(1), 126–140
- Contero, R., Requelme, N., & Cachipuend, C. (2021). Calidad de la leche cruda y sistema de pago por calidad en el Ecuador. *La Granja*, 33(2)
- Contexto Ganadero. (2023). ¿Qué debe analizar el ganadero antes de invertir en ordeño mecánico? *Contexto Ganadero*. <https://www.contextoganadero.com>
- Dávila Dávila, J. H., Correa-Valencia, N.M, 2025. Fortalecimiento la seguridad alimentaria: la contribución de la leche bovina en las zonas rurales. *Analecta Veterinaria*, 45 <http://doi.org/10.24215/151429900095>

- Duarte, R. V., et al. (2022). Nutritional, Physicochemical, and Endogenous Enzyme Changes in Raw Milk Under Different Preservation Conditions. *ACS Food Science & Technology*. <https://doi.org/10.1021/acsfoodscitech.2c00027>
- Ecuador. (2022). Ley Orgánica para fomentar la producción, comercialización, industrialización, consumo y fijación del precio de la leche y sus derivados. Registro Oficial, 22 de mayo de 2022.
- Ecuador. (2024). Decreto Ejecutivo 195 - Reglamento General de la Ley Orgánica para fomentar la producción, comercialización, industrialización, consumo y fijación del precio de la leche y sus derivados. Registro Oficial, 11 de marzo de 2024.
- FAO. (2011). Buenas prácticas de ordeño (Directrices FAO, Producción y Sanidad Animal No. 8). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO. (2019). Milk and dairy products in human nutrition. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2024). Informe FAO analiza fortalezas y brechas de la producción láctea en América Latina y el Caribe. Recuperado de(<https://www.fao.org/americas/news/news-detail/informe-fao-analiza-fortalezas-y-brechas-de-la-producci%C3%B3n-l%C3%A1ctea-en-am%C3%A9rica-latina-y-el-caribe/es>)
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2025). Milk composition (FAO website). <https://www.fao.org/dairy-production-products/products/milk-composition/en>
- Gallego Ortiz, Y. C., Mancera Rodríguez, L. P., & Melo Hidalgo, Á. M. (2020). Estrategias basadas en el desarrollo sostenible para el fortalecimiento de la cadena de valor del sector lechero en Chocontá, Cundinamarca. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 7(3).
- Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia del Carchi. (2023). Centro comunitario de procesamiento y comercialización de lácteos La Esperanza. Dirección de Desarrollo Económico, Coordinación de Desarrollo Agropecuario y Agroindustrial. Informe Técnico Inédito
- Gobierno Autónomo descentralizado Municipal de Tulcán. (2015). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial Cantón Tulcán: Actualización 2015-2019
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Tufiño. (s.f.). Datos Generales. Recuperado el 22 de febrero de 2025, de <https://tufino.gob.ec/carchi/datos-generales/>

- Hassanein, A., El-Sayed, H., & Moussa, M. (2022). Assessment of adulteration in raw cow milk using physicochemical parameters. *Food Control*, 135, 108829. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.108829>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a ed.). McGraw-Hill Education. <https://www.agricultura.gob.ec/operativos-de-control-de-leche-buscan-garantizar-calidad-al-consumidor>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2012). Norma técnica ecuatoriana INEN 9:2012. Leche cruda. Requisitos. INEN.
- Kandeel, S. A., et al. (2017). Evaluation and Comparison of 2 On-Farm Tests for Subclinical Mastitis Detection. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5787175/>.
- Khan, I. T., Bule, M., Rahman Ullah, M. N., Asif, S., & Niaz, K. (2019). The antioxidant components of milk and their role in processing, ripening, and storage: Functional food. *Veterinary World*, 12(1), 12–33.
- Khan, R., Yousaf, A., & Rahman, H. (2024). Application of CMT and SCC for subclinical mastitis detection under field conditions. *Frontiers in Veterinary Science*, 11, 1291827. <https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1291827>
- López, R., Fernández, A., & Castro, G. (2020). Impacto del manejo del ganado en la calidad de la leche cruda en comunidades rurales. *Revista Agropecuaria Andina*, 8(2), 102-119.
- Lozano Maturana GS, Villar Otálora JC, Lugo Rozo CC, Espinosa Borda BC, Ramírez Suárez MA, Carrillo Pacheco M, Vanegas Virgüéz OD, Rodríguez Amador JA, Dorado Hernández DR. 2020. Estudios económicos sectoriales: análisis del sector lácteo en Colombia. Evidencia para el periodo 2010-2020. Superintendencia de Industria y Comercio de Colombia. https://www.sic.gov.co/sites/default/files/documentos/032022/ES-SLC_Version-publica.pdf
- Lee, J., Kim, Y., & Park, H. (2023). Microbial quality of raw milk and hygienic practices in dairy farms of Latin America. *Food Microbiology*, 113, 104262. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2023.104262>
- Martínez, D., Salazar, P., & Rojas, F. (2019). Condiciones sanitarias del ordeño y su efecto en la calidad de la leche. *Ciencia y Tecnología Láctea*, 15(1), 78-93.

- Martínez, E., & Ruiz, A. (2022). Use of rapid reductase tests to estimate bacterial load in raw milk. *Dairy Science & Technology*, 102, 435–447. <https://doi.org/10.1007/s13594-022-00642-3>
- Mediación Jama. (2021, 5 de febrero). La cultura Pasto (700 – 1500 d.C.), también conocida en Ecuador como Carchi – Pasto, habitó en las tierras altas del Sur de Colombia y Norte de Ecuador.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (Ecuador). (2020, 12 de noviembre). “Ecuador se Nutre de Leche” y el sector lácteo se fortalece con apoyo del Gobierno Nacional. <https://www.agricultura.gob.ec/ecuador-se-nutre-de-leche-y-el-sector-lacteo-se-fortalece-con-apoyo-del-gobierno-nacional/>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (Ecuador). (2025, 28 de agosto). Operativos de control de leche buscan garantizar calidad al consumidor.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2013. “Acuerdo 394: Regúlese y contrólense el precio del litro de leche cruda pagada en finca y/o centro de acopio al productor y promuévase la calidad inocuidad de la leche cruda.”
- Ministerio de Salud de Colombia. (2013). Perfil Sanitario Nacional Leche Cruda. ((<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SNA/Perfil-sanitario-nacional-leche-cruda.pdf>))
- MAGyP. (2021). Procedimiento de muestreo de leche en el tambo y de medición de volumen y temperatura. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, Argentina.
- Magdalena Vera, J. (2020). Calidad de la leche en procesos industriales. *Frisona Española*, (235), 89–92
- Molina, C., Pérez, A., & Gutiérrez, J. (2021). Calidad higiénica de la leche cruda bovina: factores asociados al manejo y sistemas de producción en América Latina. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 34(2), 89–101
- Morales, S., Andrade, J., & Vega, H. (2018). Determinación de adulteraciones en leche cruda mediante análisis fisicoquímicos. *Revista de Tecnología Agroindustrial*, 14(4), 55-70.
- Mukasafari, M. A., et al. (2025). Management factors affecting milk yield, composition, and quality: a review. *Veterinary Sciences* (open access). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC11774971/>

- Mata, H., Maglia, G, Benito, J, Otrosky, R., Brandan, J, Zinelli, P, y Fiorucci Arabel, A. (22 de 12 de 2022). Revista Académica de Investigación, Docente y Extensión de las Ciencias Veterinarias. Obtenido de Calidad Higiénico-Sanitaria de Leche de Tanque Producida en la región norte de la Palma: <https://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/Vetec/article/view/7187#:~:text=Desde%20el%20punto%20de%20vista,libre%20de%20brucelosis%20y%20tuberculosis>.
- Napolitano, F, Mota-Rojas, D, Guerrero-Legarreta, I, & Orihuela, A. (Eds.). (2020). Ventajas y desventajas de los sistemas de ordeño manual y mecánico: productividad, bienestar animal y rentabilidad. En *El búfalo de agua en Latinoamérica: hallazgos recientes* (pp. 781–787). BM Editores.
- Neville, G., O’Connell, E., & Brophy, M. (2023). Variability of fat content in raw milk from different production systems. *Journal of Dairy Research*, 90(4), 512–519. <https://doi.org/10.1017/S0022029923000531>
- Oreofeoluwa A, A., Gebremedhin G, K., & Dooyum Uye, D. (Junio de 2025). Linking Animal Feed Formulation to Milk Quantity, Quality, and Animal Health Through Data-Driven Decision-Making. Obtenido de https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11758612/?utm_source=chatgpt.com
- Organización Internacional de Normalización (ISO). (2020). *INTE-ISO 707: Leche y productos lácteos. Guía para el muestreo*.
- Ortiz, C., et al. (2011). Recuento de células somáticas en leche contaminada con residuos de antibióticos. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 22(2).
- Parada-Caballero, Y. L. (2022). Prevalencia comparativa entre ordeño mecánico y manual en la presentación de mastitis, diagnosticada mediante la prueba de California Mastitis Test, en ganado doble propósito en Arauquita, Arauca (Tesis de pregrado). Universidad de Santander (UDES), Colombia
- Patiño-Burbano R. E, Jiménez-Velásquez. S, Cabrera-Cabrera. S, Guerrón Narváez. E, Montes- Vergara. J, Castro- Rincón. E, Rodríguez- Bautista. J, Parra- Arango. (2023). Caracterización higiénico-sanitario de la leche bovina del departamento de Nariño. *Revista MVZ Córdoba* 28, <https://doi.org/10.2189/rmvz.2895>
- Pérez, L., & Gómez, H. (2020). Almacenamiento y transporte de la leche: Factores que influyen en su calidad. *Ciencia y Producción Animal*, 10(1), 112-127

- Puga-Torres, B., et al. (2022). Milk quality parameters of raw milk in Ecuador between 2010 and 2020: systematic review and meta-analysis. *Foods / Revista* (artículo en acceso abierto). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9658222/>
- Ramírez-Rivera, E., Díaz-Royón, F., Delgadillo-Puga, C., & Palacios, A. (2019). Tropical milk production systems and milk quality: A review. *Tropical Animal Health and Production*, 51(6), 1295–1305
- Ramón-Díaz, D., González-Reyes, D., & Martínez-Vasallo, A. (2019). Evaluación de la calidad higiénico-sanitaria de la leche cruda por métodos de flujo citométrico. *Revista de Salud Animal*, 41(1), 1–8.
- Rodríguez, C., & Sánchez, B. (2017). Estrategias nutricionales para mejorar la calidad de la leche en sistemas ganaderos sostenibles. *AgroCiencia y Desarrollo*, 5(3), 39-55.
- Rodríguez, C., Sánchez, L., & Patiño, E. (2024). Determinants of raw milk quality and safety in Andean dairy systems. *Revista Latinoamericana de Producción Animal*, 32(1), 45–59.
- Ruiz, P., Méndez, O., & Vargas, T. (2018). Buenas prácticas de ordeño en sistemas lecheros de montaña: Un enfoque de desarrollo rural. *Revista de Producción Agropecuaria*, 9(2), 85-98.
- Salazar, A. (2014). Los Andes carchenses en Ecuador: nuevas dinámicas productivas entre haciendas y campesinos. *Agrónomos y Veterinarios Sin Fronteras*
- Soler, J. A. P., Delgado, F. M., Sanjuán, A. M. B., & García, M. N. (2018). Modelos para evaluar la sostenibilidad de las organizaciones. *Estudios Gerenciales*, (63), 63-73.
- Stanek, P., et al. (2024). A review on mastitis in dairy cows. *Agriculture (MDPI)*, 14(8), 1292. <https://doi.org/10.3390/agriculture14081292>
- Silva, L. S., Lima, F. A., & Junior, J. R. A. (2023). Plan piloto para el mejoramiento de la calidad nutricional y conteo de células somáticas de leche bovina, producida por pequeños productores de la provincia de Pichincha-Ecuador, aplicando un programa de capacitación. *Siembra*, 10(1)
- Smith, J., & Jones, T. (2021). Milk density and its relationship with solids-not-fat and adulteration detection. *Journal of Food Composition and Analysis*, 98, 103847. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.103847>
- Taramuel-Taramuel, J. P., Delgado-López, M. A., Aza-Fuelantala, O. E., & Barrios, D. (2025). Technological and socioeconomic characteristics of smallholder dairy farms

- in Indigenous Pastos communities of Colombia. *Tropical Animal Health and Production*, 57(7), 363. <https://doi.org/10.1007/s11250-025-04576-4>
- Toledo-Alvarado, H., Avila-Nava, A., Medina-Vera, I., Corona, L., & Márquez-Mota, C. C. (2023). Supplementation with antioxidants and phenolic compounds in ruminant feeding and its effect on dairy products: a systematic review. *Journal of Dairy Research*. <https://doi.org/10.1017/S002202992300034X>
- Taylor, B., Lopez, D., & Miller, C. (2024). Effect of dietary fatty acid supplementation on milk fat percentage in dairy cows. *Animal Nutrition*, 14, 146–154. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2024.02.008>
- Valdivia Avila, A., Rubio Fontanill, Y., & Beruvides Rodríguez, A. (Mayo de 2021). *Revista de Producción Animal*. Obtenido: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224>
- Valle, J. A. B., Narcisa, M. F. N., & Yolanda, M. V. E. (2020). Emprendimiento sostenible en comunidades rurales de la Provincia de los Ríos. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 7(3).
- Vásquez, M., Ortega, P., & Sánchez, R. (2022). Evaluación de la calidad físico-química y microbiológica de la leche cruda en sistemas lecheros de altura en Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 33(3), e21567. <https://doi.org/10.15381/rivep.v33i3.21567>
- Vásquez-Castillo, K. (2018). Caracterización fisicoquímica y organoléptica de leche entera ultra pasteurizada (UHT) procesada en las empresas lácteas establecidas en Nicaragua (Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua). Repositorio Institucional UNAN. <https://repositorio.unan.edu.ni/10759/1/99979.pdf>
- Vázquez, M. T. L., & Martínez, M. V. (2017). Calidad e inocuidad de la leche. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 51(1), 89–98
- Veterinaria Digital. (2024). Medición e importancia de los parámetros de calidad en la leche. <https://www.veterinariadigital.com/articulos/medicion-e-importancia-de-los-parametros-de-calidad-en-la-leche/>
- Villegas de Gante, A y A. Santos Moreno. 2011. Manual básico para elaborar productos lácteos. Trillas Sa de Cv.
- Wakida-Kuzunoki, G., Villasis-Keever, M. Á., Calva-Rodríguez, R. G., Choperena-Rodríguez, R., Xóchihua-Díaz, L., Flores-Huerta, S., & Velasco-Hidalgo, L. (2019). Consumo de leche de vaca en la edad pediátrica: Revisión de la evidencia científica.

Documento de consenso de la Sociedad Mexicana de Pediatría. *Revista Mexicana de Pediatría*, 86(S1), 3–16.

Zambrano, J. J. (2008). Valoración de la calidad higiénica de la leche cruda: Azul de metileno y resazurina. *Revista (SciELO Colombia)*. <https://www.scielo.org.co>

ANEXOS

Anexo 1. Certificado Antiplagio Compilatio

La Libertad, 24 de FEBRERO del 2026

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

En calidad de tutor del trabajo de titulación denominado "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LECHE CRUDA Y ESTRATEGIAS DE MEJORA PARA EL DESARROLLO RURAL EN SISTEMAS LECHEROS COMUNITARIOS", bajo la modalidad de titulación INFORME DE INVESTIGACION, elaborado por el Mvz. CARLOS HUMBERTO VÁSQUEZ SAMANIEGO, de la MAESTRÍA EN AGROPECUARIA MENCIÓN EN GESTIÓN DEL DESARROLLO RURAL SOSTENIBLE, DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA, me permito declarar que una vez analizado en el sistema anti plagio COMPILATIO, luego de haber cumplido los requisitos exigidos de valoración, el presente proyecto ejecutado, se encuentra con 4% de la valoración permitida, por consiguiente, se procede a emitir el presente informe



Atentamente



Orlando Roberto Quinteros Pozo



Mvz. Orlando Roberto Quinteros Pozo, Ph.D
CI. 1600268237
DOCENTE

Anexo 2: Encuesta

**ENCUESTA SOBRE LA CALIDAD DE LA LECHE CRUDA Y CONDICIONES DE
MANEJO**

Esta encuesta es para realizar un trabajo de posgrado que está encaminado a evaluar las prácticas de manejo lechero en la Comuna la Esperanza para identificar factores que afectan a la calidad de la leche cruda

Instrucciones

Marque con una **X** la opción que mejor representa su situación

1.- DATOS GENERALES

¿Cuánto tiempo lleva en la actividad ganadera?

Menos de 5 años

5 – 10 años

Más de 10 años

¿Número de vacas en producción?

Mas de 5

5- 10

Más de 10

2.- Manejo del ganado y alimentación

¿Qué tipo de alimentación recibe su ganado?

Pasto natural

Pasto cultivado

Suplemento

Otros.....

¿Realiza control de Mastitis?

¿Cada cuanto desparasita su ganado?

Cada 3 meses

Cada 6 meses

Una vez al año

No lo hago con frecuencia

¿Cuenta con asistencia técnica veterinaria?

Si ----- No-----

3.- ordeño y almacenamiento

¿Qué método de ordeño utiliza?

Manual.....Mecánico.....

¿Cuántas veces al día realiza el ordeño?

1 vez.....2veces.....

¿Qué practica de higiene aplica en el ordeño?

Lavado de ubres.....

Sellado de ubres

Uso de desinfectantes.....

Lavado de manos.....

Limpieza de equipos

No aplico medidas especificas.....

¿Conque frecuencia lo realiza?

Diario..... Cada dos Días..... Semanal.....

¿Cómo almacena la leche?

En tanques de enfriamiento.....

En tarros metálicos.....Plásticos.....

Otros.....

4.- Calidad de la leche

¿Ha realizado análisis de calidad de leche?

Si.....No.....

¿Ha recibido observaciones sobre la calidad de su leche?

Si.....No.....

¿si ha realizado análisis , que parámetros lo evaluaros?

Acides.....Crioscopia..... reductasa.....

Proteína.....densidad.....

¿Ha recibido observaciones sobre la calidad de su leche?

Si.....No.....

Cuales fueron

Anexo 3. Registro Gráfico



