



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EVALUACIÓN DE LA RELACION ENTRE EL NIVEL DE IMPLEMENTACION
DE LAS BUENAS PRACTICAS PECUARIAS (BPP Y LA CALIDAD
FISICOQUIMICA Y MICROIOLOGICA DE LA LECHE CRUDA DE LOS
PROVEEDORES DEL CENTRO DE ACOPIO LACTEOS ELVITA, BELISARIO
QUEVEDO LATACUNGA”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniero Agropecuario

Autor:
Lima Oyola Tito Isaac

Tutora:
Marín Quevedo Karina Paola

LATACUNGA – ECUADOR

Marzo 2026

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Lima Oyola Tito Isaac, con cédula de ciudadanía No. 0707304077, declaro ser autor del presente Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DE LA RELACION ENTRE EL NIVEL DE IMPLEMENTACION DE LAS BUENAS PRACTICAS PECUARIAS (BPP Y LA CALIDAD FISICOQUIMICA Y MICROIOLOGICA DE LA LECHE CRUDA DE LOS PROVEEDORES DEL CENTRO DE ACOPIO LACTEOS ELVITA, BELISARIO QUEVEDO LATACUNGA”**, siendo la ingeniera Mg. Marín Quevedo Karina Paola, Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 23 de febrero del 2026

Tito Isaac Lima Oyola
C.C: 0707304077
ESTUDIANTE

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **LIMA OYOLA TITO ISAAC**, identificado con cédula de ciudadanía **0707304077** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agropecuaria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**EVALUACIÓN DE LA RELACION ENTRE EL NIVEL DE IMPLEMENTACION DE LAS BUENAS PRACTICAS PECUARIAS (BPP Y LA CALIDAD FISICOQUIMICA Y MICROIOLOGICA DE LA LECHE CRUDA DE LOS PROVEEDORES DEL CENTRO DE ACOPIO LACTEOS ELVITA, BELISARIO QUEVEDO LATACUNGA**”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Abril 2022 - Agosto 2022

Finalización de la carrera: Octubre 2025 – Marzo 2026

Tutor: Ing. Karina Paola Marín Quevedo, Mg.

Tema: “**EVALUACIÓN DE LA RELACION ENTRE EL NIVEL DE IMPLEMENTACION DE LAS BUENAS PRACTICAS PECUARIAS (BPP Y LA CALIDAD FISICOQUIMICA Y MICROIOLOGICA DE LA LECHE CRUDA DE LOS PROVEEDORES DEL CENTRO DE ACOPIO LACTEOS ELVITA, BELISARIO QUEVEDO LATACUNGA**”

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 23 días del mes de febrero del 2026

Tito Isaac Lima Oyola
EL CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.
LA CESIONARIA

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutora del Proyecto de Investigación con el título:

“EVALUACIÓN DE LA RELACION ENTRE EL NIVEL DE IMPLEMENTACION DE LAS BUENAS PRACTICAS PECUARIAS (BPP Y LA CALIDAD FISICOQUIMICA Y MICROIOLOGICA DE LA LECHE CRUDA DE LOS PROVEEDORES DEL CENTRO DE ACOPIO LACTEOS ELVITA, BELISARIO QUEVEDO LATACUNGA”, de Lima Oyola Tito Isaac, de la carrera de Agropecuaria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 23 de febrero del 2026

Ing. Karina Paola Marin Quevedo Mg.
C.C: 0502672934
DOCENTE TUTORA

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Lima Oyola Tito Isaac, con el título del Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DE LA INOCUIDAD Y CALIDAD DE LA LECHE CRUDA DE LOS PROVEEDORES DEL CENTRO DE ACOPIO LACTEOS ELVITA, BELISARIO QUEVEDO LATACUNGA”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 23 de febrero del 2026

MVZ. Cristina Isabel Bejarano Rivera Mg.
CC: 1802458651

LECTOR 1 (PRESIDENTE)

Ing. Cristian Santiago Jiménez Jácome Mg.
C.C: 0501946263

LECTOR 2 (MIEMBRO)

MVZ. Edie Gabriel Molina. Mtr.
C.C: 1802458651

LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más profundo agradecimiento a mi tutora de tesis, por su guía, orientación y compromiso durante el desarrollo de este trabajo. Sus conocimientos y consejos fueron fundamentales para la culminación exitosa de esta investigación.

A mis docentes, quienes a lo largo de mi formación académica compartieron sus enseñanzas y contribuyeron a mi crecimiento profesional.

A mis compañeros y amigos, por el apoyo moral, el compañerismo y los momentos compartidos que hicieron este proceso más llevadero.

Finalmente, agradezco a la institución que me abrió sus puertas y me permitió formarme como profesional, brindándome las herramientas necesarias para alcanzar esta meta.

Tito Isaac Lima Oyola

DEDICATORIA

A Dios, por darme la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para culminar esta etapa tan importante de mi vida.

A mis padres Tito Lima y Anita Oyola, por su amor incondicional, su apoyo constante y por ser el pilar fundamental en cada uno de mis logros. Este trabajo es también suyo, porque sin su esfuerzo y sacrificio no habría sido posible.

A mis hermanos Ingrid, Jahir y bryan, por su comprensión, paciencia y palabras de aliento en los momentos más difíciles.

Y a todas aquellas personas que, de una u otra manera, me acompañaron en este camino, creyendo en mí incluso cuando yo dudaba.

Tito Isaac Lima Oyola

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “EVALUACIÓN DE LA RELACION ENTRE EL NIVEL DE IMPLEMENTACION DE LAS BUENAS PRACTICAS PECUARIAS (BPP Y LA CALIDAD FISICOQUIMICA Y MICROIOLOGICA DE LA LECHE CRUDA DE LOS PROVEEDORES DEL CENTRO DE ACOPIO LACTEOS ELVITA, BELISARIO QUEVEDO LATACUNGA”.

Autor:
Lima Oyola Tito Isaac

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la relación entre el nivel de implementación de las Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) y la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda proveniente de los proveedores del Centro de Acopio Lácteos Elvita, ubicado en la parroquia Belisario Quevedo, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi. El estudio se desarrolló bajo un enfoque descriptivo, con metodología cuantitativa–cualitativa y modalidad de campo, aplicando un muestreo no probabilístico por conveniencia a 23 unidades productivas activas. La evaluación del nivel de cumplimiento de las BPP se realizó mediante una ficha de control interno basada en la normativa nacional vigente, considerando cinco dimensiones: salud y bienestar animal, higiene en el ordeño, alimentación y agua, manejo postordeño y almacenamiento de la leche cruda, y capacitación, registros y trazabilidad. La calidad de la leche cruda se determinó a través de análisis fisicoquímicos (grasa, proteína, sólidos totales, sólidos no grasos, densidad, acidez y punto crioscópico) y microbiológicos (conteo de células somáticas y conteo bacteriano total), cuyos resultados fueron comparados con los límites establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 9. Los resultados evidenciaron que el 65 % de los proveedores presentó un nivel inaceptable de cumplimiento de las Buenas Prácticas Pecuarias, mientras que el 35 % alcanzó un nivel aceptable, sin registrarse productores en las categorías crítica o excelente. Las principales deficiencias se concentraron en la higiene durante el ordeño, la alimentación del ganado y el manejo postordeño. En cuanto a la calidad de la leche, se identificaron incumplimientos principalmente en los parámetros microbiológicos, los cuales se asociaron con las prácticas inadecuadas observadas en las unidades productivas. Se concluye que existe una relación directa entre el bajo nivel de implementación de las Buenas Prácticas Pecuarias y la disminución de la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda, lo que representa un riesgo para la inocuidad del producto y la salud del consumidor. Se recomienda fortalecer la capacitación, la asistencia técnica y los sistemas de control sanitario en los proveedores del centro de acopio.

Palabras clave: leche cruda, calidad, microbiológica, fisicoquímicos, buenas prácticas pecuarias (BPP)

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: “RELATIONSHIP EVALUATION BETWEEN THE LEVEL OF IMPLEMENTATION OF GOOD LIVESTOCK PRACTICES (GLP) AND THE PHYSICAL-CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL RAW MILK QUALITY FROM SUPPLIERS AT “ELVITA DAIRY” COLLECTION CENTER, IN BELISARIO QUEVEDO LATACUNGA”

Author:
Lima Oyola Tito Isaac

ABSTRACT

This research objective was to evaluate the relationship between the level of implementation of Good Livestock Practices (GAHP) and the physicochemical and microbiological quality of raw milk from suppliers of the Elvita Dairy Collection Center, located in the parish of Belisario Quevedo, Latacunga canton, Cotopaxi province. The study followed a descriptive approach with a quantitative–qualitative methodology and a field research design, using non-probabilistic convenience sampling applied to 23 active production units. The level of (GAHP) compliance was assessed using an internal control checklist based on current national regulations, considering five dimensions: animal health and welfare, milking hygiene, feed and water management, post-milking handling and raw milk storage, and training, records, and traceability. Raw milk quality was evaluated through physicochemical analyses (fat, protein, total solids, non-fat solids, density, acidity, and freezing point) and microbiological analyses (somatic cell count and total bacterial count), and results were compared with the limits established by Ecuadorian Technical Standard NTE INEN 9. The results showed that 65% of the suppliers presented an unacceptable level of compliance with Good Livestock Practices, while 35% reached an acceptable level; no producers were classified as critical or excellent. The main deficiencies were identified in milking hygiene, animal feeding, and post-milking management. Regarding raw milk quality, non-compliance was mainly observed in microbiological parameters, which was directly associated with inadequate livestock practices identified in the production units. It is concluded that there is a direct relationship between the low level of implementation of Good Livestock Practices and the deterioration of the physicochemical and microbiological quality of raw milk, representing a risk to food safety and consumer health. Strengthening training programs, technical assistance, and sanitary control systems is recommended to improve raw milk quality.

Keywords: raw milk, quality, microbiological, physicochemical, good animal husbandry practices (GAHP)

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	v
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. JUSTIFICACION DEL PROYECTO.....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	4
3.1. Beneficiarios indirectos	4
3.2. Beneficiarios directos	4
4. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACION.....	4
5. OBJETIVOS.....	6
5.1. General.....	6
5.2. Específicos	6
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS CON RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	7
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA.....	9
7.1. La leche.....	9
7.1.1. Definición	9
7.2. Proteínas de la leche de vaca	9
7.2.1. Leche cruda de vaca.....	10
7.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA LECHE.....	10
7.3.1. Densidad de la leche	10

7.3.2.	PH (Concentración de hidrogeniones).....	10
7.3.3.	Acidez.....	10
7.3.4.	Acidez natura.....	11
7.4.	Microorganismos en la leche cruda.....	11
7.4.1.	Clasificación del microbiota de la leche.....	11
7.4.2.	Bacterias Gram Positivas.....	12
7.4.3.	Bacterias Gram negativas.....	12
7.5.	Importancia Nutricional y Funcional de la Leche Cruda.....	13
7.6.	Concepto de Calidad de la Leche Cruda.....	13
7.7.	Parámetros Microbiológicos y su Relevancia para la Inocuidad.....	13
7.8.	Normativas Técnicas para la Calidad e Inocuidad de la Leche Cruda.....	14
7.8.1.	Factores que Afectan la Calidad e Inocuidad de la Leche Cruda.....	14
8.	METODOLOGIA.....	14
8.1.	Tipo de investigación.....	14
8.1.1.	Investigación Cuantitativa- Cualitativa.....	15
8.1.2.	No probabilístico.....	15
8.2.	Modalidad Basica de Investigacion.....	16
8.2.1.	De campo.....	16
8.2.2.	Descripción de la zona de estudio.....	16
8.3.	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.....	17
8.3.1.	Encuesta holística.....	17
8.3.2.	Ficha de control interno.....	18
9.	ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS.....	22
9.1.	Niveles de categorización de los productores de Centro de lácteos Elvita.....	23
9.2.	Resultados del control interno sobre Buenas Prácticas Pecuarias por secciones:.....	25
9.3.	Higiene en el Ordeño.....	27
9.4.	Alimentación y Agua.....	29

9.5. Manejo Post Ordeño	31
9.6. Capacitación y trazabilidad.....	33
9.7. Resultados de análisis de Parámetros fisicoquímicos, microbiológicos de la leche cruda con el cálculo del precio mínimo de la leche,.....	35
9.7.1. Parámetros fisicoquímicos, microbiológicos de la leche cruda de todo el centro de acopio sierra nevada.	36
9.7.2. Cumplimiento general de la Norma.....	37
9.8. Diagrama de Pareto de las no conformidades del informe del control interno y de los análisis de la leche cruda	38
10. CONCLUSIONES.....	40
11. RECOMENDACIONES	41
12. BIBLIOGRAFÍA	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación del Microbiota de la leche	11
Tabla 2. Salud y Bienestar Animal	18
Tabla 3. Higiene y Sanidad en el Ordeño	19
Tabla 4. Alimentación y Agua.....	20
Tabla 5. Manejo Post-Ordeño y Almacenamiento de la Leche Cruda	20
Tabla 6. Capacitación, Registros y Trazabilidad	21
Tabla 7. Resumen y Cumplimiento	22
Tabla 8. Niveles de categorización de los productores de Centro de Lácteos Elvita	23
Tabla 9. Productores del Lácteos Elvita.	24
Tabla 10. Resultados del control interno	25
Tabla 11. Higiene en el Ordeño.....	27
Tabla 12. Alimentación y Agua.....	29
Tabla 13 Manejo Post Ordeño	31
Tabla 14. Capacitación y trazabilidad	33
Tabla 15. Tabla de Precio de leche por productor con relación a los parámetros fisicoquímicos	35
Tabla 16 Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la leche	36
Tabla 17 Cumplimiento general de la Norma	37
Tabla 18 No conformidades	38
Tabla 19 No conformidades	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de Ubicación	17
Figura 2. Salud Animal.....	26
Figura 3. Higiene en el Ordeño	28
Figura 4. Alimentación y Agua	30
Figura 5. Manejo Post Ordeño.....	32
Figura 6. Capacitación y Trazabilidad.....	34
Figura 7. Diagrama de Pareto no conformidades	39

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“EVALUACIÓN DE LA RELACION ENTRE EL NIVEL DE IMPLEMENTACION DE LAS BUENAS PRACTICAS PECUARIAS (BPP Y LA CALIDAD FISICOQUIMICA Y MICROIOLOGICA DE LA LECHE CRUDA DE LOS PROVEEDORES DEL CENTRO DE ACOPIO LACTEOS ELVITA, BELISARIO QUEVEDO LATACUNGA”

Fecha de inicio: octubre 2025

Fecha de finalización: marzo 2026

Lugar de ejecución: El proyecto se ejecutará en el barrio manzanapamba, perteneciente a la parroquia Belisario Quevedo del cantón Latacunga provincia de Cotopaxi, correspondiente a la Zona 3 del Ecuador. Este sector se caracteriza por la producción lechera, lo que evidencia la necesidad de implementar acciones orientadas a mejorar su producción.

Facultad que auspicia

Facultad de Ciencias Agropecuaria y Recursos Naturales

Carrera que auspicia:

Carrera de Agropecuaria

Equipo de Trabajo:

Lima Oyola Tito Isaac

Tutor: Ing. Karina Paola Marín Quevedo, Mg

Lector 1: Dr. Edie Gabriel Molina. MVZ.

Lector 2: Ing. Mg. Santiago Jiménez.

Lector 3: Dra. Cristina Bejarano. MVZ

Coordinador del Proyecto:

Nombre/s: Ing. Karina Paola Marín Quevedo, Mg.

Teléfonos: 0983736639

Correo electrónico: karina.marin@utc.edu.ec

Área de Conocimiento:

Agricultura - Agricultura, silvicultura y pesca - producción agropecuaria.

Línea de investigación:**Línea 1:**

a.- Análisis, conservación y aprovechamiento racional de la biodiversidad, fauna y recursos naturales para el desarrollo sustentable y la prevención de desastres naturales.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

a. Producción agrícola sostenible

Línea de vinculación de la carrera:

Gestión de recursos naturales, biodiversidad, biotecnología y genética para el desarrollo humano social.

2. JUSTIFICACION DEL PROYECTO

En Ecuador, la leche es uno de los alimentos con más relevancia tanto económica como nutricionalmente. Por lo tanto, para garantizar la salud del consumidor y mantener la competitividad de la cadena láctea, resulta esencial asegurar su calidad e inocuidad. En el Centro de Acopio Lácteo Elvita, que se encuentra en la parroquia Belisario Quevedo del cantón Latacunga, se recibe leche procedente de diferentes proveedores cada día. Estos varían en los métodos de producción, ordeño, manejo higiénico y transporte. Estas diferencias tienen el potencial de afectar parámetros esenciales, como la carga microbiana, los contaminantes presentes y la composición físico-química. Esto puede provocar riesgos para la salud pública y una disminución de la calidad del producto final.

Aunque el centro de acopio es un lugar clave para controlar la calidad, hay escasa información sistemática y limitada sobre la condición de la leche que se recibe, lo que complica poner en marcha planes correctivos y mejorar las prácticas ganaderas. La falta de evaluaciones regulares puede resultar, además, en la violación de las regulaciones actuales (como la NTE INEN 9 y las del MAG), lo que tiene un impacto negativo en la comercialización, el rendimiento de la industria y la confianza de los clientes.

Por lo tanto, resulta imprescindible llevar a cabo una evaluación exhaustiva de los estándares de calidad e inocuidad de la leche que se obtiene de los proveedores del Centro de Acopio Lácteo Elvita. Esta evaluación posibilitará detectar aspectos críticos, establecer líneas de base para el mejoramiento constante y colaborar en asegurar un producto que sea seguro, competitivo y que cumpla con normas nacionales. Asimismo, los hallazgos serán utilizados como

instrumento para decidir sobre programas de capacitación y fortalecimiento de la cadena láctea en la zona.

Para el progreso social y económico de la parroquia Belisario Quevedo y sus comunidades rurales, la producción y acopio de leche son un eslabón esencial. No obstante, las diferencias en las condiciones de ordeño, manejo y transporte entre los proveedores del Centro de Acopio Lácteo Elvita representan un reto constante para conservar niveles óptimos de calidad e inocuidad. La leche cruda puede sufrir cambios organolépticos, físico-químicos y microbiológicos si se presentan condiciones como la insuficiente refrigeración, la falta de capacitación, las prácticas inadecuadas de higiene o las limitaciones en la infraestructura productiva. Esto aumenta la posibilidad de que el producto se contamine o se deteriore antes de tiempo.

La industria láctea, en el país, demanda que se cumplan los estándares mínimos establecidos por las normativas, como la NTE INEN 9 y las directrices del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Sin embargo, diversos centros de acopio tienen problemas para requerir estos requisitos a sus proveedores de forma consistente, ya sea debido a la falta de diagnósticos actualizados, controles continuos o limitaciones técnicas. Esta circunstancia podría dar lugar a que la materia prima sea rechazada, los precios del productor sean más bajos, la competitividad se pierda e incluso a que surjan peligros para la salud pública, sobre todo debido a la posible existencia de antibióticos, patógenos o adulteraciones.

Esta realidad también afecta al Centro de Acopio Lácteo Elvita. En la actualidad, no hay información sistemática y detallada sobre el estado real de la leche que se recibe todos los días, a pesar de que desempeña un papel fundamental en la venta local. Es imposible determinar qué parámetros cumplen con los estándares establecidos y cuáles constituyen un riesgo sin una evaluación exhaustiva, lo que restringe la capacidad del centro para ejecutar estrategias de mejora, asegurar la calidad y garantizar que el producto final sea inocuo.

Si se lleva a cabo una investigación detallada, se podrán identificar los puntos críticos de contaminación, diagnosticar las brechas de calidad y fijar criterios técnicos para robustecer las prácticas ganaderas, de ordeño y de transporte. Aparte de esto, los hallazgos proporcionarán una base científica que ayudará a la toma de decisiones, al establecimiento de programas educativos y a la puesta en marcha de sistemas internos de control más eficaces.

En esta línea, el estudio actual es indispensable no solo para incrementar la calidad de la leche recibida, sino también para reforzar la sostenibilidad del centro de recolección, asegurar un

alimento seguro para los habitantes y respaldar el crecimiento del sector lácteo en Latacunga y Belisario Quevedo. La elaboración de información fidedigna ayudará a dirigir las acciones estratégicas y garantizar la permanencia y la capacidad competitiva del centro en el mercado.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1. Beneficiarios indirectos

Los beneficiarios indirectos son todos los estudiantes que componen la Universidad Técnica de Cotopaxi entre ellos la carrera de Agropecuaria que consta de una población de 450 estudiantes y la planta de docentes de las distintas áreas de la facultad, ya que gracias a la aplicación de este proyecto se podrá generar nuevos conocimientos en los estudiantes y también generar otras investigaciones a futuro.

3.2. Beneficiarios directos

Los beneficiarios directos son los 23 productores que pertenecen al centro de acopio lácteos Elvita Parroquia Belisario Quevedo Latacunga y un estudiante Investigador de la Universidad Técnica de Cotopaxi

4. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACION

En la provincia de Cotopaxi, Ecuador, en base a seis provincias con más litros de leche cruda supervisada a nivel nacional (Cañar, Carchi, Guayas, Cotopaxi, Azuay y Pichincha) las cuales constituyen el 80% del total supervisado y serán objeto de control en una segunda fase. Rommel Betancourt, coordinador general de Inocuidad de Alimentos de Agrocalidad, informa que los operativos están destinados a supervisar y controlar la leche para detectar la presencia de adulterantes o contaminantes capaces de comprometer la aptitud del producto para el consumo humano. (Ministerio de Agricultura y Ganadería, MAG Y AGROCALIDAD REALIZAN OPERATIVOS PARA CONTROLAR CALIDAD DE LA LECHE CRUDA, 2018). La calidad de la leche cruda se evaluará en este espacio a través de análisis, que se llevarán a cabo verificando que la leche cumpla con los requisitos establecidos en la Norma INEN 9. Estos requisitos incluyen: el contenido de sólidos, proteína y grasa; la calidad sanitaria (presencia de células somáticas y microorganismos); y la existencia de sustancias contaminantes o adulterantes (como azúcares, residuos antibióticos, almidones, etcétera). (Ministerio de Agricultura y Ganadería, MAG y Agrocalidad inauguran laboratorio para control de calidad de la leche en Cotopaxi, 2023).

La inocuidad y la calidad de la leche cruda son cuestiones esenciales que han adquirido importancia en todo el mundo. De acuerdo con la FAO, la inocuidad es la falta de riesgos sanitarios en los alimentos, lo que incluye a la leche cruda. Esto abarca la eliminación de patógenos, la prevención de contaminantes y la falta de adulterantes, garantizando un manejo sanitario en todas las fases de la cadena productiva: desde el ordeño hasta el almacenamiento, pasando por la conservación y el transporte. Esta perspectiva intenta preservar la salud de los consumidores y sus deficiencias en términos de nutrición. (Bustamante Ordoñez J. G., 2023).

Desde hace por lo menos 10.000 años la leche de vaca ha sido un alimento fundamental en la dieta humana. Debido a su contenido de nutrientes y a la magnífica relación entre el aporte energético y la calidad nutricional, es un alimento fundamental en todas las etapas de la vida. Esto explica que haya una gran demanda por él, ya que sus componentes reflejan un alto valor nutricional. La leche, además de ser un alimento completo, puede también convertirse en un medio para transmitir enfermedades a los consumidores si no se llevan a cabo las inspecciones de calidad requeridas durante la industrialización, desde el ordeño hasta la producción. (Fernández 1, 2015).

La ganadería lechera sufre pérdidas económicas considerables debido a la creciente contaminación de microorganismos en la leche. La multiplicación de estos microorganismos en la glándula mamaria, de manera directa, es una de las razones fundamentales por las que se produce la mastitis; esto tiene un impacto significativo en la reducción de la calidad de la leche cruda. En Ecuador, la investigación acerca de la microbiología de la leche cruda bovina se ha centrado en gran medida en examinar los indicadores sanitarios de calidad, buscar ciertas bacterias patógenas y evaluar las cuestiones vinculadas con las regulaciones económicas y sanitarias. (Albuja Landi, 2021).

Muchos pequeños productores que están ubicados en el área rural donde se encuentra el centro de acopio tienen problemas técnicos, económicos y de capacitación que obstaculizan la puesta en práctica efectiva de un ordeño higiénico y buenas prácticas ganaderas (BPG). La falta de equipos apropiados, la ausencia de refrigeración durante el transporte y el poco control técnico que hay sobre los procesos productivos tienen un impacto directo en la calidad de la leche cruda. (INEC, 2020; Aguilar & Zambrano, 2019).

Así mismo, la ausencia de control sobre la utilización de fármacos veterinarios, en particular los antibióticos, supone el riesgo de que la leche tenga residuos debido a no seguir los plazos de retiro. Esto puede perjudicar al consumidor y poner en riesgo los procesos industriales, sobre todo la fermentación (Codex Alimentarius, 2020). La escasa aplicación de regulaciones

sanitarias y la limitada supervisión de los centros de acopio, junto a esta problemática, revelan que es necesario instaurar procedimientos más estrictos de control y procesos de mejora continua en la cadena de suministro lácteo. (MAG, 2019).

Por ende, es esencial llevar a cabo una valoración técnica y científica de la calidad e inocuidad de la leche cruda que se introduce en el Centro de Acopio Lácteos Elvita. Esto incluye determinar los parámetros físico-químicos y microbiológicos primordiales, así como las condiciones de manejo en origen. Este diagnóstico va a posibilitar el planteamiento de estrategias de mejora que se dirijan al fortalecimiento de la cadena productiva lechera y aseguren un producto seguro y de calidad, además de promover el desarrollo sostenible del sector en la provincia de Cotopaxi.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Evaluar la relación entre el nivel de implementación de las Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) y la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda de los proveedores del centro de Acopio Lácteos Elvita, Belisario Quevedo Latacunga

5.2. Específicos

- Diagnosticar el nivel de cumplimiento de las Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) en las unidades productivas, evaluando seis dimensiones
- Evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda conforme a la Norma NTE INEN 9.
- Identificar las dimensiones de BPP con deficiencias críticas y su posible asociación con parámetros de calidad no conformes.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS CON RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Objetivo Específico	Actividad	Metodología	Resultados Esperados/Obtenidos
OE1: Diagnosticar el nivel de cumplimiento de las Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) en las unidades productivas, evaluando seis dimensiones.	1.1 Revisión documental de la normativa BPP y guías técnicas nacionales e internacionales.	Análisis documental cualitativo. Construcción de matriz de operacionalización de variables.	Marco teórico actualizado. Definición operativa de las seis dimensiones.
	1.2 Diseño y validación del informe de control interno basado en BPP.	Juicio de expertos (3 especialistas). Prueba piloto en 2 unidades no incluidas en la muestra.	Instrumento validado con índice de concordancia > 0,80.
	1.3 Aplicación del informe de control interno en las 40 unidades productivas.	Observación estructurada. Entrevista directa al productor. Recorrido de instalaciones.	Base de datos con puntajes cuantitativos por dimensión y unidad.
	1.4 Procesamiento y clasificación de los niveles de cumplimiento.	Estadística descriptiva. Frecuencias absolutas y relativas. Escala: Excelente, Aceptable, No conforme.	Tablas de frecuencia y gráficos de barras. Cumplimiento del 100% en capacitación; 42,5% de no conformidades en higiene.
OE2: Evaluar la calidad físicoquímica y microbiológica de	2.1 Toma de muestras de leche cruda en las 40	Muestreo no probabilístico por conveniencia. Protocolo NTE	40 muestras codificadas y trazables. Cadena de custodia documentada.

la leche cruda conforme a la Norma NTE INEN 9.	unidades productivas.	INEN 4. Refrigeración a 4°C.	
	2.2 Análisis fisicoquímico: densidad, acidez, grasa, proteína, sólidos totales, punto crioscópico, adulterantes. Análisis microbiológico: aerobios mesófilos, coliformes totales	Métodos normalizados: Lactoscan, termistores, acidez titulable, crioscopia. Siembra en placa por vertido. Agar estándar. Incubación 24-48h.	Resultados cuantitativos por parámetro y por muestra. Recuento microbiano expresado en UFC/mL.
	2.4 Comparación con límites normativos NTE INEN 9.	Análisis comparativo. Asignación de cumplimiento (Sí/No) por parámetro.	55% de muestras cumplen parámetros fisicoquímicos. 45% incumplen por microbiología o adulteración.
OE3: Identificar las dimensiones de BPP con deficiencias críticas y su posible asociación con parámetros de calidad no conformes.	3.1 Cruce de variables: dimensiones con bajo cumplimiento vs. parámetros no conformes.	Análisis bivariado. Tablas de contingencia. Frecuencias cruzadas.	Identificación de tres dimensiones críticas: higiene en ordeño, infraestructura, salud y bienestar animal.
	3.2 Elaboración de diagrama de Pareto para priorizar no conformidades	Análisis de Pareto (80/20). Ordenamiento de frecuencias relativas acumuladas.	Gráfico de Pareto. La dimensión higiene en ordeño concentra el mayor porcentaje de no conformidades.

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA

7.1. La leche

7.1.1. Definición

La leche es reconocida como un alimento nutritivo, saludable y común en la dieta de los individuos a lo largo de su vida a nivel mundial dado que provee energía, agua, proteínas, grasas, lactosa y vitaminas. El consumo de leche cruda o no pasteurizada es una tendencia creciente, cuya práctica puede comprometer la salud del consumidor. La leche cruda puede ser un sustrato que albergue o soporta el crecimiento de microorganismos, y algunos de ellos podrían infectar a los consumidores. Diversos brotes epidemiológicos se han vinculado por el consumo de leche y derivados lácteos sin pasteurizar. Entre los principales peligros biológicos están *Mycobacterium spp.*, *Campylobacter spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, entre otros. (Castañeda-Ruelas, 2024).

7.2. Proteínas de la leche de vaca

La fracción proteica de la leche bovina está conformada por dos grupos de proteínas: proteínas del suero (20 %) y las caseínas (80 %) (12). Dentro de las proteínas diferentes a las caseínas se encuentran la albúmina, inmunoglobulinas, la lactoferrina, alfa-lactoalbúmina, beta-lactoglobulina, proteasa-peptona, lisozima, lactoferrina y transferrina. (Mario Montoya Jaramillo, 2023).

Se ha documentado acciones biológicas trascendentales en algunas proteínas, específicamente acciones supresoras de tumores en el caso de la lactoferrina y la lactoalbúmina, además están involucradas en la sensibilidad al dolor y la analgesia como los son los péptidos similares a la beta-casomorfina, otros efectos descritos son inmunomoduladores, antitrombóticos e inclusive antioxidantes y antihipertensivos. Dentro del grupo de las caseínas, se han descrito cuatro tipos distintos: la alfa-caseína S1, alfa-caseína S2, la beta-caseína y la kappa-caseína. La beta-caseína representa aproximadamente el 30-35% de la caseína total (13), y pueden estar presentes como una de las dos principales variantes: la beta-caseína A1 y la betacaseína A2. Para ellas, se ha descrito polimorfismo genético que generan cambios en las características y afectan la producción de leche, sus componentes y sus características para uso industrial. (Mario Montoya Jaramillo, 2023).

7.2.1. Leche cruda de vaca

Producto de la secreción normal de las glándulas mamarias, obtenida a partir del ordeño íntegro e higiénico de vacas sanas, sin adición ni sustracción alguna, exento de calostro y libre de materias extrañas a su naturaleza, destinada al consumo humano en su forma natural o a la elaboración de subproductos. (Agrocalidad, 2013)

Esta denominación se aplica para la leche que no ha sufrido tratamiento térmico, salvo el de enfriamiento para su conservación, ni ha tenido modificación alguna en su composición natural. (Agrocalidad, 2013).

7.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA LECHE

7.3.1. Densidad de la leche

Está relacionada con la combinación de sus diferentes componentes: el agua (1.000 g/ml); la grasa (0,931 g/ml); proteína (1.346 g/ml); lactosa (1.666 g/ml) minerales (5.500 g/ml) y Sólidos no grasos (S.N.G. =1.616 g/ml) (Bandera, 2004).

Una leche enriquecida en materia grasa tiene una densidad más baja, por el contrario, una leche descremada tiene una densidad superior propiedad que se calcula mediante la masa. La densidad de la leche puede fluctuar entre 1.028 a 1.034 g/cm³ a una temperatura de 15 °C. La densidad mencionada (entre 1.028 y 1.034 g/cm³) es para una leche entera, pues la leche descremada está por encima de esos valores (alrededor de 1.036 g/cm³), mientras que una leche aguada tendrá valores menores de 1.028 g/cm (Bandera, 2004).

7.3.2. PH (Concentración de hidrogeniones)

El pH es el logaritmo del inverso de la concentración de iones de hidrógeno. Cuando la concentración de iones de hidrógeno es de 10^{-1} a 10^{-7} , corresponde a un pH de 1 a 7 es decir, medio ácido. Si la concentración de iones de hidrógeno es de 10^{-7} a 10^{-14} (pH 7 a 14) el medio será alcalino (el pH =7 es neutro). Dichas variaciones dependen del estado de sanidad de la leche y de los microorganismos responsables de convertir la lactosa en ácido láctico (Bandera, 2004).

7.3.3. Acidez

La leche cruda presenta una acidez titulable resultante de cuatro reacciones, de las cuales las tres primeras corresponden a la acidez natural de la leche cruda y la cuarta reacción corresponde a la acidez que se va formando en la leche por acción de las bacterias contaminantes (Bandera, 2004).

7.3.4. *Acidez natura*

La acidez natural se debe a:

Acidez de la caseína anfótera, constituye cerca de 2/5 partes de la acidez natural. Acidez de las sustancias minerales, del CO₂ y de ácidos orgánicos naturales, aproximadamente las 2/5 partes de la acidez natural. Reacciones de los fosfatos, cerca de 1/5 parte de la acidez natural.

La determinación de la acidez de la leche es muy importante porque puede dar lugar a determinar el grado de alteración de la leche. Regularmente una leche fresca debe tener una acidez de 0,15 a 0,16% AL (ácido láctico), valores menores pueden indicar que es una leche proveniente de vacas con mastitis, aguada o que contiene alguna sustancia química alcalina. Porcentajes mayores del 0,16%, indican que la leche contiene bacterias contaminantes (Bandera, 2004).

7.4. *Microorganismos en la leche cruda*

La leche a diferencia del agua no contiene microbiota bacteriana propia y puede que al salir de la ubre se esterilice. Pero debido a su composición química y su gran contenido de agua es un excelente medio de cultivo para microorganismos. De los que se puede encontrar unos beneficiosos como por ejemplo las bacterias lácticas y otros que son alterantes o perjudiciales para la salud. (PUMAGUALLI, 2016).

Esto puede ocurrir desde las zonas inferiores del interior de las ubres, como también de contaminantes externos, de utensilios de lechería como tanques, tuberías ordeñadoras, etc. Así también la recogida, el almacenaje y transporte van a jugar papeles fundamentales en la calidad de la leche cruda, por lo que deben realizarse con la máxima higiene posible. (PUMAGUALLI, 2016).

7.4.1. *Clasificación del microbiota de la leche*

Tabla 1

Clasificación del Microbiota de la leche

BACTERIAS GRAM POSITIVAS	BACTERIAS GRAM NEGATIVAS
Bacterias lácticas	Enterobacterias
Micrococos y Estreptococos	Acromobacteriaceae
Bacterias Esporuladas (Bacillaceae)	Bacterias Gram Negativas diversas

Fuente: Agrocalidad

7.4.2. *Bacterias Gram Positivas*

Son de diferentes géneros, se distribuyen ampliamente en la naturaleza y se encuentran en el suelo, o en zonas donde existan altas concentraciones de proteínas, carbohidratos, vitaminas y poco oxígeno. Pueden soportar el pH 4 y tienen distintas formas desde bacilar hasta ovoide. Son anaerobias facultativas mesófitas y termófilas y su crecimiento es exigente. Pueden fermentar y producir ácido láctico y otros tipos de ácidos. (PUMAGUALLI, 2016).

- Las bacterias lácticas: estas bacterias pertenecen a la familia Lactobacteriaceae y son consideradas unas de las más importantes debido a la capacidad que tiene de fermentar lactosa para producir ácido láctico que es el responsable de que la leche se agrie.
- Las más importantes son: Lactococcus, Streptococcus, Lactobacillus, Enterococcus.
- Micrococco. Tienen poca actividad enzimática y son débiles fermentadores, por lo que son de poca importancia como agente adulterador de la leche.
- Estafilococcus. Fuertes fermentadores, son aerobios facultativos de gran importancia ya que son los causantes de enfermedades como la mastitis, o de intoxicaciones en los humanos.

El más importantes es el *Staphylococcus aureus* que es el responsable de producir una exotoxina que causa enfermedades intestinales en el ser humano, la cual es termo resistente por lo que no muere en la pasteurización. (PUMAGUALLI, 2016).

Bacterias esporuladas: como los Bacillos son bacterias aerobias que tienen actividad enzimática variada, producen coagulación, acidificación y proteólisis. Entre las importantes está el *Clostridium* que son aerobios estrictos y producen gas. El *Clostridium botulinum* es capaz de producir toxinas patógenas, su crecimiento es inhibido por las bacterias lácticas por lo que son de poca importancia en leche cruda. Son resistentes a la pasteurización ya que sus esporas resisten temperaturas hasta los 100 °C. (PUMAGUALLI, 2016).

7.4.3. *Bacterias Gram negativas*

Enterobacterias: los miembros de esta familia son los huéspedes normales del intestino de los mamíferos, por lo que su presencia en el agua como en la leche se relaciona directamente con las heces fecales. Estas bacterias son de gran importancia desde un punto de vista higiénico ya que varias de estas especies tienen poder patógeno y además producen sustancias viscosas y de sabor desagradable lo que va a conducir a una alteración de la leche. Las enterobacterias más comunes en la leche son: *Escherichia coli*, *Klebsiella*, *Salmonella*, *Enterobacter aerogenes*, *Shigella*, *Proteus*, *Brucella*, *Citrobacter*. (PUMAGUALLI, 2016).

7.5. Importancia Nutricional y Funcional de la Leche Cruda

La leche cruda de vaca es considerada uno de los alimentos más completos y nutritivos disponibles en la naturaleza debido a su riqueza en macronutrientes (proteínas, lípidos, carbohidratos) y micronutrientes (vitaminas y minerales), que son esenciales para el crecimiento y mantenimiento de la salud humana (Dahri et al., 2023). Además, su valor nutricional la convierte en materia prima indispensable en la industria láctea para la elaboración de productos derivados como quesos, yogures y otros lácteos. Sin embargo, esta misma composición nutritiva la hace susceptible a la proliferación microbiana si no se cumple con un manejo higiénico adecuado desde el campo hasta el centro de acopio, lo que puede comprometer su seguridad alimentaria.

7.6. Concepto de Calidad de la Leche Cruda

La calidad de la leche cruda se define como el conjunto de características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales que determinan su aptitud para el consumo humano directo o para la transformación industrial. Ello implica que sus propiedades físico-químicas (densidad, acidez, grasa, proteína, sólidos totales, pH) y microbiológicas (carga microbiana, presencia de coliformes, células somáticas) deben cumplir con normas técnicas para ser consideradas aptas.

Este enfoque integral permite evaluar tanto la composición nutricional como los riesgos sanitarios asociados a la contaminación, lo cual es esencial para garantizar la inocuidad alimentaria

7.7. Parámetros Microbiológicos y su Relevancia para la Inocuidad

Un aspecto crítico de la calidad de la leche cruda es su condición microbiológica, ya que una alta carga de microorganismos puede representar un riesgo para la salud pública y reducir la vida útil del producto. Los principales indicadores microbiológicos son:

- **Conteo de bacterias totales:** Indica el nivel general de contaminación.
- **Conteo de células somáticas:** Relacionado con la salud de la ubre; altos valores indican mastitis subclínica en el hato.
- **Presencia de coliformes y patógenos:** Señala fallas higiénicas en el proceso de ordeño o almacenamiento.

Las cargas microbianas elevadas en leche cruda suelen asociarse con malas prácticas de ordeño, contaminación cruzada y falta de refrigeración adecuada, lo que incrementa el riesgo de

enfermedades transmitidas por alimentos como salmonelosis y listeriosis si la leche se consume sin pasteurización.

7.8. Normativas Técnicas para la Calidad e Inocuidad de la Leche Cruda

Existen normativas de carácter internacional y nacional que establecen los parámetros que debe cumplir la leche cruda para ser considerada apta para consumo o proceso industrial. En Ecuador, la Norma Técnica Ecuatoriana NTE-INEN 09:2012 es uno de los documentos de referencia para evaluar parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de leche cruda.

Adicionalmente, estudios comparativos han evaluado diferentes normas latinoamericanas (Perú, Colombia, Venezuela, México, Argentina) para contextualizar la calidad de la leche cruda ecuatoriana respecto a estándares regionales, lo cual permite identificar brechas y oportunidades de mejora en los sistemas de control de calidad.

7.8.1. Factores que Afectan la Calidad e Inocuidad de la Leche Cruda

Diversos factores influyen en la calidad de la leche cruda, entre los cuales destacan:

- Prácticas de ordeño: El uso de técnicas higiénicas reduce la contaminación bacteriana.
- Higiene y salud del hato: La presencia de mastitis u otras enfermedades en el ganado impacta negativamente en la calidad de la leche.
- Condiciones de almacenamiento y transporte: La falta de refrigeración adecuada favorece la proliferación microbiana.

Estudios en diferentes contextos han demostrado que la adherencia a buenas prácticas de orden y manejo, así como el control del ambiente de ordeño, son determinantes para mejorar la calidad microbiológica de la leche cruda.

8. METODOLOGIA

8.1. Tipo de investigación

La presente investigación se sitúa dentro de un diseño descriptivo, ya que su principal objetivo es caracterizar y detallar la situación actual en cuanto a la calidad e inocuidad de la leche cruda y el grado de implementación de las Buenas Prácticas Pecuarias (BPP), sin alterar las variables que se estudian. Las investigaciones de tipo descriptivo permiten una representación precisa de las características de un fenómeno tal como se manifiesta en su entorno natural, sin intervenir, lo que resulta esencial para estudios de diagnóstico en el ámbito agropecuario y alimentario. La descripción sistemática de hechos, características y relaciones es considerada una etapa clave

para llevar a cabo análisis más profundos en el futuro (Parasuraman, 1991; como ilustración operativa en tesis de ciencias agropecuarias).

Este enfoque se alinea con investigaciones anteriores que han analizado las características fisicoquímicas y microbiológicas de la leche cruda a través de análisis descriptivos y comparativos en centros de acopio, como se ha documentado en estudios realizados en Ecuador (Paredes Ojeda, 2022).

8.1.1. Investigación Cuantitativa- Cualitativa

Para mejorar la interpretación de los resultados, el estudio utiliza una perspectiva mixta (cualitativa cuantitativa). Esta perspectiva posibilita:

Realizar mediciones instrumentales y análisis estadísticos organizados para cuantificar variables estructuradas, tales como las microbiológicas (como el recuento de células somáticas y los aerobios mesófilos) y las fisicoquímicas (como el pH, la proteína, la grasa y los sólidos no grasos), presentes en la leche cruda.

Examinar y caracterizar de manera cualitativa los procesos de producción, las prácticas de ordeño, la higiene y el manejo de la leche cruda mediante la observación de campo y entrevistas semiestructuradas, lo que brinda un marco real a la conducta de las variables cuantitativas. La investigación cualitativa se basa en la interpretación de fenómenos desde su contexto natural, lo que permite profundizar en los datos recolectados.

8.1.2. No probabilístico

Se llevó a cabo el muestreo siguiendo un criterio no probabilístico de tipo intencional o por conveniencia, eligiendo todos los proveedores activos que se encontraban anotados en el Centro de Acopio Lácteos Elvita en la fecha de la investigación. En los estudios de campo donde no se puede tener un marco muestral probabilístico por la disponibilidad y participación voluntaria de los sujetos, el muestreo no probabilístico resulta justificado. Es una herramienta que se utiliza con frecuencia en investigaciones enfocadas en poblaciones concretas de salud, producción de alimentos.

Este método de muestreo se ha empleado en investigaciones similares al tratar con poblaciones accesibles dentro del marco de estudio, sin la complicación logística que implica la creación de una muestra aleatoria. Pese a que introduce algunos sesgos de selección, posibilita la obtención de datos representativos.

8.2. Modalidad Basica de Investigacion

El estudio se considera de tipo básico porque su objetivo es generar conocimiento científico sobre la situación sanitaria y productiva del sistema lechero analizado, pero sin sugerir una intervención experimental directa. No obstante, se desarrolla en situaciones reales de campo, donde se obtienen datos primarios mediante la recolección de información fisicoquímica y microbiológica de la leche, la implementación de encuestas y observaciones en el lugar, lo cual resalta cómo el conocimiento científico se aplica directamente en el ambiente productivo. Este método de campo es coherente con otros estudios de calidad de leche cruda llevados a cabo en los centros de acopio ecuatorianos, los cuales realizan análisis microbiológicos y físicos-químicos directamente sobre la materia prima recogida.

8.2.1. De campo

El estudio se considera de tipo básico porque su objetivo es generar conocimiento científico sobre la situación sanitaria y productiva del sistema lechero analizado, pero sin sugerir una intervención experimental directa. No obstante, se desarrolla en situaciones reales de campo, donde se obtienen datos primarios mediante la recolección de información fisicoquímica y microbiológica de la leche, la implementación de encuestas y observaciones en el lugar, lo cual resalta cómo el conocimiento científico se aplica directamente en el ambiente productivo.

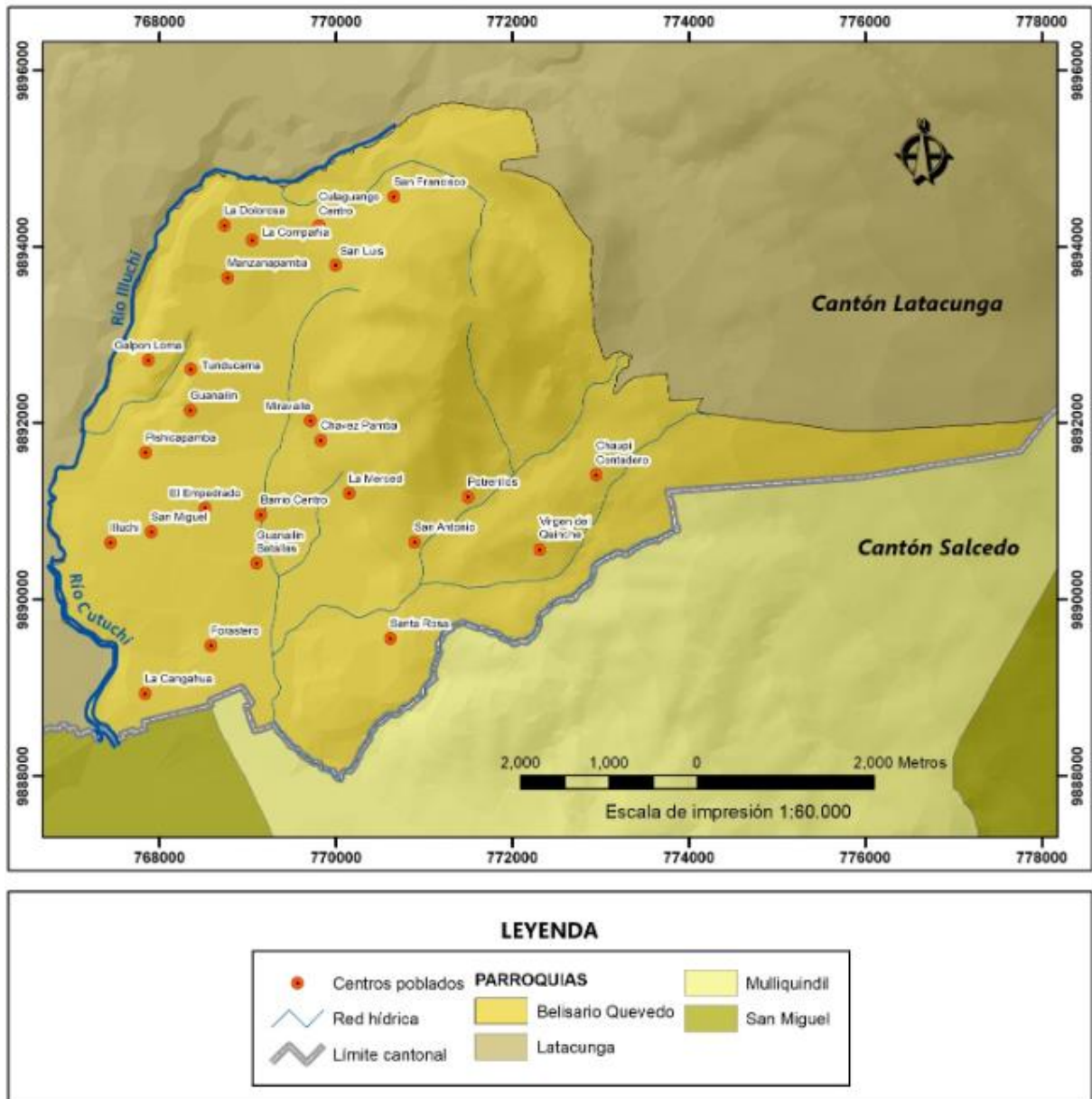
Este método de campo es coherente con otros estudios de calidad de leche cruda llevados a cabo en los centros de acopio ecuatorianos, los cuales realizan análisis microbiológicos y físicos-químicos directamente sobre la materia prima recogida.

8.2.2. Descripción de la zona de estudio

La investigación se llevó a cabo en la jurisdicción de la parroquia Belisario Quevedo, perteneciente al cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi – Ecuador. Esta zona forma parte del corredor lechero interandino donde la ganadería bovina para leche constituye una actividad económica significativa. Las condiciones climáticas andinas (templadas a frías), altitudes promedio superiores a 2.500 msnm y sistemas de producción familiares caracterizan la dinámica productiva local.

Diversas tesis y estudios aplicados han destacado que las condiciones regionales, como el manejo sanitario, prácticas de ordeño y bioseguridad, influyen directamente en la calidad

Figura 1. Mapa de Ubicación



Fuente: Qgis

8.3. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

8.3.1. Encuesta holística

La encuesta es una técnica fundamental en la investigación científica, se define como un conjunto de procedimientos estandarizados de investigación que recopila y analiza datos de una muestra representativa de una población, este proceso tiene como fin explorar, describir, predecir y explicar diversas características de la misma (Duarte y Guerra, 2024). En el contexto de la presente investigación, esta técnica fue fundamental para evaluar las Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) aplicadas por los proveedores de leche del centro de acopio “Centro De Acopio

Lacteos Elvita”, lo que permitió identificar las condiciones relacionadas con la higiene durante el ordeño, infraestructura, manejo post-ordeño, alimentación, sanidad animal, capacitación y registros. La aplicación del cuestionario estructurado *in situ* permitió diagnosticar las prácticas reales desarrolladas en las unidades productivas y establecer su relación con los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la leche cruda evaluados conforme a la Norma NTE INEN

8.3.2. *Ficha de control interno*

La ficha de control interno utilizada en este estudio fue elaborada con base en la normativa emitida por Agrocalidad y los lineamientos de Buenas Prácticas Animales (BPP) para la producción de leche. Esta herramienta permitió evaluar el nivel de cumplimiento de las prácticas sanitarias, higiénicas y de gestión implementadas en las unidades productivas que abastecen al centro de acopio de la Asociación Sierra Nevada y se convirtió en una herramienta básica para el diagnóstico del sistema productivo.

- **Sección 1: Salud y Bienestar Animal**

Esta sección hace referencia a las **condiciones sanitarias y de manejo del hato**, con el fin de garantizar un adecuado estado de salud, bienestar animal y productividad. Se evalúa la existencia y aplicación de **programas de medicina preventiva**, como vacunaciones y desparasitaciones, así como la supervisión por parte de un médico veterinario.

Tabla 2.

Salud y Bienestar Animal

Ítem	Criterio de Auditoría	Calificación (C/NC/NA)	Evidencia Objetiva / Observaciones
1.1	Existe un programa de medicina preventiva (vacunaciones, desparasitaciones) documentado y supervisado por un médico veterinario.		
1.2	Los animales en ordeño se encuentran libres de signos clínicos de enfermedades como mastitis, tuberculosis y brucelosis. Se realizan pruebas periódicas.		
1.3	Se lleva un registro individual o grupal de tratamientos veterinarios, observándose el respeto por los periodos de retiro de medicamentos.		
1.4	Las instalaciones (corrales, establos) proveen espacio suficiente, ventilación y protección contra las inclemencias climáticas.		

Fuente: Agrocalidad

- **Sección 2: Higiene y Sanidad en el Ordeño**

Esta sección evalúa las **condiciones higiénico-sanitarias durante el proceso de ordeño**, con el objetivo de minimizar los riesgos de contaminación física, química y microbiológica de la leche cruda. Se consideran aspectos como la limpieza del área de ordeño, la higiene personal del ordeñador y el uso de indumentaria adecuada.

Tabla 3.

Higiene y Sanidad en el Ordeño

Ítem	Criterio de Auditoría	Calificación (C/NC/NA)	Evidencia Objetiva / Observaciones
2.1	El área de ordeño es un espacio específico, limpio, seco y de fácil limpieza.		
2.2	Los ordeñadores utilizan indumentaria limpia (mandil, overol), y se lavan y desinfectan las manos antes del ordeño.		
2.3	Se realiza el lavado y secado de los pezones con toallas desechables o limpias antes de la succión de la ubre.		
2.4	Se practica la prueba de CMT (California Mastitis Test) o similar de forma regular para detectar mastitis subclínica.		
2.5	Los primeros chorros de leche se descartan en un recipiente aparte, nunca en el piso.		
2.6	El equipo de ordeño (mecánico o manual) es lavado y desinfectado correctamente después de cada uso.		

Fuente: Agrocalidad

- **Sección 3: Alimentación y Agua**

Esta sección hace referencia al **manejo de la alimentación y el suministro de agua** al ganado, con el fin de evitar que estos factores se conviertan en fuentes de contaminación de la leche. Se

evalúan las condiciones de almacenamiento de forrajes, concentrados y suplementos, verificando que se encuentren protegidos de la humedad, plagas y productos químicos.

Tabla 4.

Alimentación y Agua

Ítem	Criterio de Auditoría	Calificación (C/NC/NA)	Evidencia Objetiva / Observaciones
3.1	Los forrajes, concentrados y suplementos se almacenan en condiciones que evitan su contaminación con hongos, plagas o productos químicos.		
3.2	El agua de bebida para los animales es potable, limpia y accesible.		
3.3	Existe control de plagas (roedores, insectos) en las áreas de almacenamiento de alimento.		

Fuente: Agrocalidad

- **Sección 4: Manejo Post-Ordeño y Almacenamiento de la Leche Cruda**

Esta sección evalúa las prácticas realizadas **después del ordeño**, consideradas críticas para mantener la calidad de la leche cruda hasta su entrega al centro de acopio. Se verifica el **filtrado inmediato de la leche**, el enfriamiento rápido a temperaturas adecuadas y el uso de tanques de almacenamiento fabricados con materiales aptos para alimentos.

Tabla 5.

Manejo Post-Ordeño y Almacenamiento de la Leche Cruda

Ítem	Criterio de Auditoría	Calificación (C/NC/NA)	Evidencia Objetiva / Observaciones
4.1	La leche es filtrada inmediatamente después del ordeño para eliminar impurezas visibles.		
4.2	La leche se enfría rápidamente a una temperatura $\leq 4^{\circ}\text{C}$ en un tanque de enfriamiento o baño maría con hielo.		

-
- 4.3 El tanque de almacenamiento es de acero inoxidable o material apto para alimentos, y se encuentra en perfecto estado de limpieza y sanitización.
- 4.4 Se mide y registra la temperatura de la leche antes del despacho.
- 4.5 Los canastos o termos de transporte son lavados y desinfectados antes y después de cada uso.
-

Fuente: Agrocalidad

- **Sección 5: Capacitación, Registros y Trazabilidad**

Esta sección se enfoca en la **capacitación del personal** y en la correcta gestión de registros, elementos clave para la mejora continua de las Buenas Prácticas Pecuarias. Se evalúa si el personal involucrado en el ordeño y manejo de la leche ha recibido capacitación en BPP.

Tabla 6.

Capacitación, Registros y Trazabilidad

Ítem	Criterio de Auditoría	Calificación (C/NC/NA)	Evidencia Objetiva / Observaciones
5.1	El personal involucrado en el ordeño y manejo de la leche ha recibido capacitación en BPP.		
5.2	Existen registros actualizados de: producción diaria, tratamientos veterinarios, control de mastitis y limpieza de equipos.		
5.3	Se puede rastrear la leche desde el tanque de almacenamiento hasta el lote de animales que la produjo.		

Fuente: Agrocalidad

- **Resumen y Cumplimiento:**

Tabla 7.

Resumen y Cumplimiento

<p>≥ 90% (Excelente): Cumplimiento sobresaliente. Riesgo mínimo para la inocuidad.</p>
<p>75% - 89% (Aceptable): Cumplimiento adecuado. Se identificaron desviaciones menores que requieren acciones correctivas.</p>
<p>60% - 74% (Crítico): Cumplimiento insuficiente. Existen desviaciones significativas que representan un riesgo alto para la inocuidad. Se requiere un plan de acción inmediato.</p>
<p>< 60% (No Aceptable): Incumplimiento generalizado. La leche producida presenta un alto riesgo para la salud pública. La suspensión como proveedor debe ser considerada hasta que se corrijan las no conformidades.</p>

Fuente: Agrocalidad

Análisis de Laboratorio

El análisis de laboratorio fue una etapa crucial de la investigación, ya que permitió evaluar de manera objetiva la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda que proviene de los proveedores del Centro de Acopio Lácteos Elvita, situado en la parroquia Belisario Quevedo, en el cantón Latacunga.

El objetivo de esta fase fue verificar el cumplimiento de los parámetros establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 9 para la leche cruda bovina y analizar posibles relaciones entre el grado de implementación de Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) y la calidad del producto.

9. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

Según las directrices señaladas por Agrocalidad para la adopción y evaluación de las Buenas Prácticas Pecuarias (BPP), el grado de cumplimiento se clasifica de acuerdo con el porcentaje alcanzado durante la verificación en campo, tomando en cuenta criterios relacionados con la salud animal, la higiene durante el ordeño, el manejo de las instalaciones, la gestión de riesgos y la calidad de la leche cruda.

- El nivel inaceptable se refiere a un cumplimiento inferior al 60 %, lo que demuestra una falta mayoritaria de los requisitos requeridos por Agrocalidad. Este nivel denota un alto riesgo sanitario y dificulta garantizar la seguridad y la calidad de la leche cruda.
- El nivel crítico, que se sitúa entre el 60 % y el 74 %, señala que el productor cumple de forma parcial con las BPP; sin embargo, hay no conformidades significativas que necesitan la implementación de acciones correctivas obligatorias para prevenir sanciones o la suspensión del proceso de certificación.
- El nivel aceptable, que abarca entre el 75 % y el 89 %, indica un cumplimiento satisfactorio de la mayoría de los requerimientos establecidos por Agrocalidad, posibilitando la producción de leche en condiciones controladas, aunque todavía se detectan áreas que podrían mejorarse.
- Finalmente, el nivel sobresaliente, que corresponde a un cumplimiento de igual o mayor al 90 %, muestra una implementación correcta y sostenida de las Buenas Prácticas Pecuarias, cumpliendo completamente con los criterios técnicos estipulados por Agrocalidad para asegurar la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda.

9.1. Niveles de categorización de los productores de Centro de lácteos Elvita.

Levantamiento de información a los 23 productores activos de Centro de lácteos Elvita, se obtuvo los siguientes datos:

Tabla 8.

Niveles de categorización de los productores de Centro de Lácteos Elvita

Critico	No Aceptable	Aceptable	Excelente
60% - 74%	< 60%	75% - 89%	≥ 90%
14	6	3	0
Total: 23			

Fuente: Agrocalidad

Tabla 9.*Productores del Lácteos Elvita.*

NOMBRE	Salud Animal	Higiene en ordeño	Alimentación y Agua	Manejo Post Ordeño y Almacenamiento de Leche Cruda	Capacitación Registros y trazabilidad	TOTAL	PROMEDIO
Janeth Gutierrez	2	8	4	6	4	24	60
Petrona Guanoluiza	6	2	2	8	4	22	58
Segundo Migua	6	2	2	6	4	20	53
Carmen Guanoluiza	6	6	4	8	6	30	78
Lourdes Guanoluiza	6	6	4	8	6	30	78
Maria Lema	2	4	2	8	4	20	52
Hilda Guanoluis	2	2	4	8	4	20	55
Carmen Guanoluiza	4	2	4	8	4	22	60
Elsa Guanoluiza	4	2	4	8	4	22	60
Olga Guanoluiza	2	2	2	4	4	14	38
Jose Yugla	4	6	2	4	4	20	50
Maria Pullopaxi	2	4	2	8	4	20	52
Feliciana Pullopaxi	4	6	2	8	4	24	60
Susana Guanoluiza	2	4	2	4	4	16	42
Ana Shigui	6	0	0	6	4	16	43
Maria Cana	6	6	4	10	4	30	77
Maria Maigua	2	2	4	10	4	22	60
Blass Guaman	6	4	2	10	4	26	67
Blanca Pullopaxi	2	4	2	8	4	20	52
Segundo Pullapaxi	2	4	2	8	4	20	52
Rosa Guanoluiza	2	4	2	4	4	16	42
Juan Pullopaxi	4	4	2	4	4	18	47
Martha Guanoluiza	2	4	2	2	4	14	37

Fuente: Agrocalidad

9.2. Resultados del control interno sobre Buenas Prácticas Pecuarias por secciones:

Salud Animal

Tabla 10.

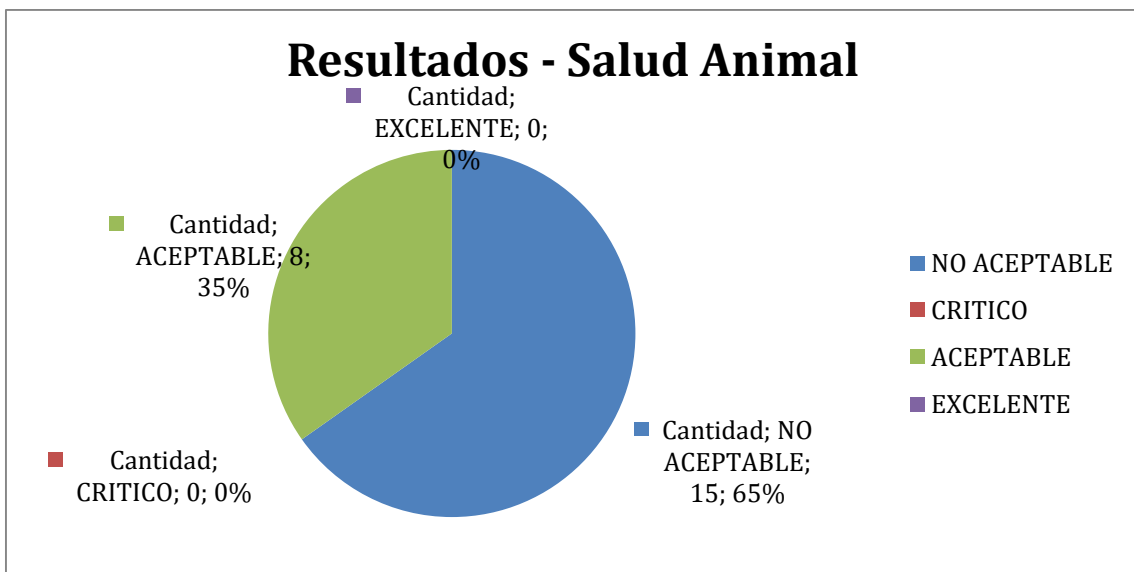
Resultados del control interno

Nombre	No Cumplen	Cumplen	Porcentaje	No Aplican
Janeth Gutierrez	2	8	25,00%	NO ACEPTABLE
Petrona Guanoluiza	6	8	75,00%	ACEPTABLE
Segundo Migua	6	8	75,00%	ACEPTABLE
Carmen Guanoluisa	6	8	75,00%	ACEPTABLE
Lourdes Guanoluisa	6	8	75,00%	ACEPTABLE
Maria Lema	2	8	25,00%	NO ACEPTABLE
Hilda Guanoluis	2	8	25,00%	NO ACEPTABLE
Carmen Guanoluisa	4	8	50,00%	NO ACEPTABLE
Elsa Guanoluisa	4	8	50,00%	NO ACEPTABLE
Olga Guanoluisa	2	8	25,00%	NO ACEPTABLE
Jose Yugla	4	8	50,00%	NO ACEPTABLE
Maria Pullopaxi	2	8	25,00%	NO ACEPTABLE
Feliciana Pullopaxi	4	8	50,00%	NO ACEPTABLE
Susana Guanoluisa	2	8	25,00%	NO ACEPTABLE
Ana Shigui	6	8	75,00%	ACEPTABLE
Maria Cana	6	8	75,00%	ACEPTABLE
Maria Maigua	2	8	25,00%	NO ACEPTABLE
Blass Guaman	6	8	75,00%	ACEPTABLE
Blanca Pullopaxi	2	8	25,00%	NO ACEPTABLE

Segundo Pullapaxi	2	8	25,00%	NO ACEPTABLE
Rosa Guanoluisa	2	8	25,00%	NO ACEPTABLE
Juan Pullopaxi	4	8	50,00%	NO ACEPTABLE
Martha Guanoluisa	2	8	25,00%	NO ACEPTABLE

Fuente: Agrocalidad

Figura 2. Salud Animal



Fuente: Lima T., 2026

Los hallazgos indican que el 65 % de los proveedores (15 unidades productivas) se encuentran en una categoría inaceptable, lo que señala un incumplimiento considerable de las normativas establecidas para el bienestar animal, como la implementación de programas sanitarios, el control de enfermedades, el registro de tratamientos veterinarios y el manejo sanitario del ganado. Esta situación constituye un notable riesgo para la calidad y seguridad de la leche cruda.

En contraposición, el 35 % de los proveedores (8 unidades productivas) logró un nivel aceptable, lo que indica un cumplimiento adecuado pero parcial de los requisitos establecidos; no obstante, todavía presentan áreas que requieren mejoras para asegurar una correcta aplicación de las Buenas Prácticas Pecuarias.

No se encontraron proveedores en los niveles crítico ni excelente, lo que demuestra la falta de puntos intermedios y óptimos en el cumplimiento del criterio evaluado. La ausencia de productores en la categoría excelente pone de manifiesto la necesidad de reforzar la

capacitación, el apoyo técnico y la supervisión sanitaria, con el objetivo de mejorar la salud del ganado y, por ende, la calidad de la leche que se produce .

9.3. Higiene en el Ordeño

Tabla 11.

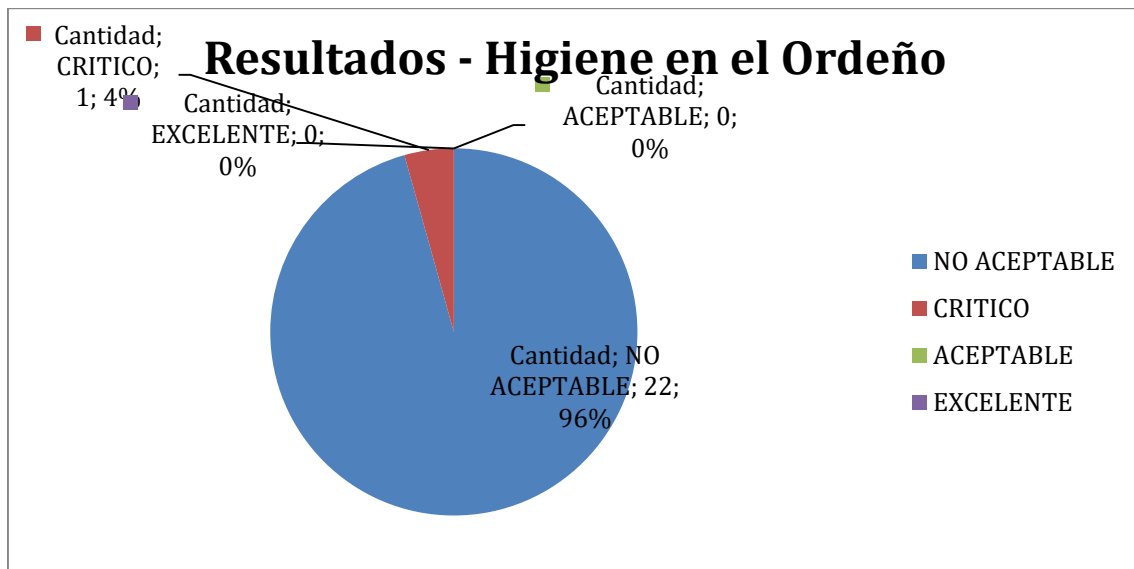
Higiene en el Ordeño

Nombre	No Cumplen	Cumplen	Porcentaje	No Aplican
Janeth Gutierrez	8	12	66,67%	CRITICO
Petrona Guanoluiza Segundo	2	12	16,67%	NO ACEPTABLE
Migua Carmen	2	12	16,67%	NO ACEPTABLE
Guanoluisa	6	12	50,00%	NO ACEPTABLE
Lourdes Guanoluisa	6	12	50,00%	NO ACEPTABLE
Maria Lema	4	12	33,33%	NO ACEPTABLE
Hilda Guanoluis	2	12	16,67%	NO ACEPTABLE
Carmen Guanoluisa	2	12	16,67%	NO ACEPTABLE
Elsa Guanoluisa	2	12	16,67%	NO ACEPTABLE
Olga Guanoluisa	2	12	16,67%	NO ACEPTABLE
Jose Yugla	6	12	50,00%	NO ACEPTABLE
Maria Pullopaxi	4	12	33,33%	NO ACEPTABLE
Feliciana Pullopaxi	6	12	50,00%	NO ACEPTABLE
Susana Guanoluisa	4	12	33,33%	NO ACEPTABLE
Ana Shigui	6	12	50,00%	NO ACEPTABLE
Maria Cana	6	12	50,00%	NO ACEPTABLE
Maria Maigua	2	12	16,67%	NO ACEPTABLE
Blass Guaman	4	12	33,33%	NO ACEPTABLE
Blanca Pullopaxi	4	12	33,33%	NO ACEPTABLE
Segundo Pullapaxi	4	12	33,33%	NO ACEPTABLE
Rosa Guanoluisa	4	12	33,33%	NO ACEPTABLE

Juan Pullopaxi	4	12	33,33%	NO ACEPTABLE
Martha Guanoluisa	4	12	33,33%	NO ACEPTABLE

Fuente: Lima T., 2026

Figura 3. Higiene en el Ordeño



Fuente: Lima T., 2026

Los resultados obtenidos en el componente de higiene del ordeño indican un bajo cumplimiento de buenas prácticas ganaderas en los proveedores del centro de acopio de la Asociación Sierra Nevada evaluados.

Del total de instalaciones productivas evaluadas, el 96% (22 proveedores) fueron clasificadas en un nivel inaceptable, lo que indica un incumplimiento significativo de los criterios establecidos para garantizar adecuadas condiciones higiénicas durante el ordeño. Estas deficiencias se deben principalmente a la falta de técnicas adecuadas de limpieza y desinfección de ubres, implementos y equipos, así como al mal manejo del personal y al uso incontrolado de agua.

Asimismo, el 4% (1 proveedor) se encontraba en el nivel crítico, lo que refleja la existencia de desvíos que requieren medidas correctivas inmediatas para reducir el riesgo de contaminación de la leche cruda. Ningún proveedor fue registrado como aceptable o excelente, lo que indica incumplimiento en este componente. Esta situación supone un gran riesgo para la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda y puede afectar negativamente a la seguridad del producto. Por lo tanto, los resultados resaltan la necesidad de fortalecer la capacitación,

control y supervisión técnica en prácticas higiénicas durante el ordeño, según los lineamientos establecidos por Agrocalidad, con el fin de mejorar la calidad de la leche producida.

9.4. Alimentación y Agua

Tabla 12.

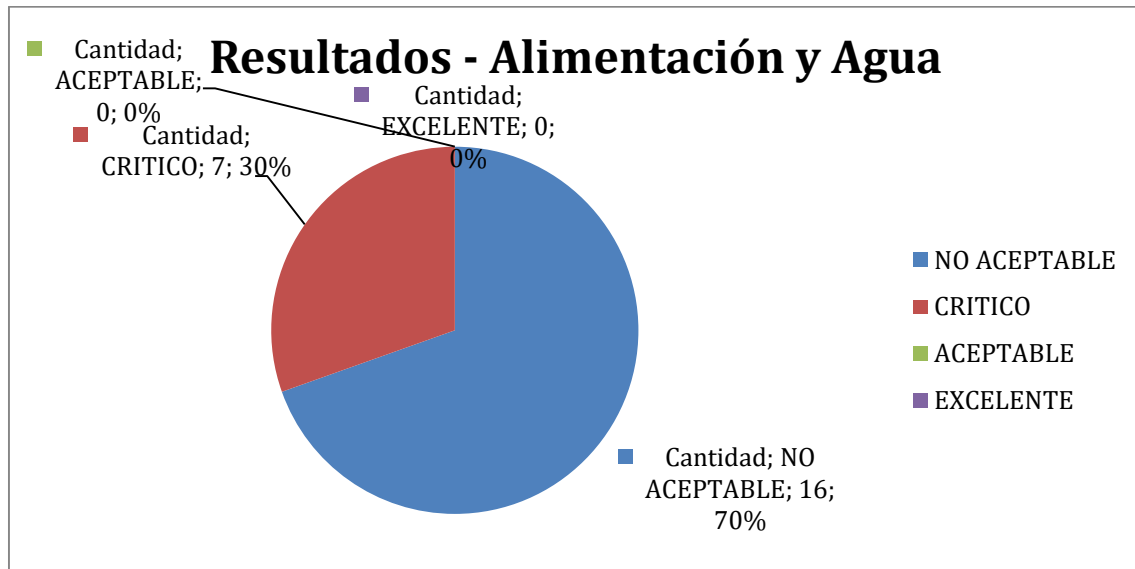
Alimentación y Agua

Nombre	No Cumplen	Cumplen	Porcentaje	No Aplican
Janeth Gutierrez	4	6	66,67%	CRITICO
Petrona Guanoluiza	2	6	33,33%	NO ACEPTABLE
Segundo Migua	2	6	33,33%	NO ACEPTABLE
Carmen Guanoluiza	4	6	66,67%	CRITICO
Lourdes Guanoluiza	4	6	66,67%	CRITICO
Maria Lema	2	6	33,33%	NO ACEPTABLE
Hilda Guanoluis	4	6	66,67%	CRITICO
Carmen Guanoluiza	4	6	66,67%	CRITICO
Elsa Guanoluiza	4	6	66,67%	CRITICO
Olga Guanoluiza	2	6	33,33%	NO ACEPTABLE
Jose Yugla	2	6	33,33%	NO ACEPTABLE
Maria Pullopaxi	2	6	33,33%	NO ACEPTABLE
Feliciana Pullopaxi	2	6	33,33%	NO ACEPTABLE
Susana Guanoluiza	2	6	33,33%	NO ACEPTABLE
Ana Shigui	2	6	33,33%	NO ACEPTABLE
Maria Cana	4	6	66,67%	CRITICO
Maria Maigua	4	6	66,67%	CRITICO
Blass Guaman	2	6	33,33%	NO ACEPTABLE
Blanca Pullopaxi	2	6	33,33%	NO ACEPTABLE
Segundo Pullapaxi	2	6	33,33%	NO ACEPTABLE
Rosa Guanoluiza	2	6	33,33%	NO ACEPTABLE

Juan Pullopaxi	2	6	33,33%	NO ACEPTABLE
Martha	2	6	33,33%	NO ACEPTABLE
Guanoluisa	2	6	33,33%	NO ACEPTABLE

Fuente: Lima T., 2026

Figura 4. Alimentación y Agua



Fuente: Lima T., 2026

Los resultados obtenidos en el componente de alimentos y agua indican un bajo nivel de cumplimiento de buenas prácticas ganaderas entre los proveedores de centros de acopio de la Asociación Sierra Nevada evaluados.

Del total de instalaciones de producción evaluadas, el 70% (16 proveedores) fueron clasificados en un nivel inaceptable, lo que indica deficiencias importantes en la alimentación del ganado y en la gestión del suministro de agua, como la falta de planes de alimentación adecuados, el almacenamiento inadecuado de alimentos y la falta de control sobre la calidad y disponibilidad del agua destinada a la alimentación animal. Asimismo, el 30% (7 proveedores) se ubicaron en el nivel crítico, reflejando un cumplimiento parcial de los criterios establecidos; Sin embargo, todavía existen desviaciones importantes que requieren medidas correctoras para evitar efectos negativos sobre la salud animal y la calidad de la leche producida.

Ningún proveedor fue registrado como aceptable o excelente, lo que indica una falta de práctica adecuada y sostenida en este componente. Esta situación puede afectar directamente la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda, ya que la mala nutrición y el consumo descontrolado de agua son factores de riesgo para la producción de leche.

Por lo tanto, los resultados indican la necesidad de introducir mejoras en la gestión de alimentos y el control de la calidad del agua a través de la educación y supervisión técnica de acuerdo con los lineamientos establecidos para la implementación de buenas prácticas ganaderas.

9.5. Manejo Post Ordeño

Tabla 13

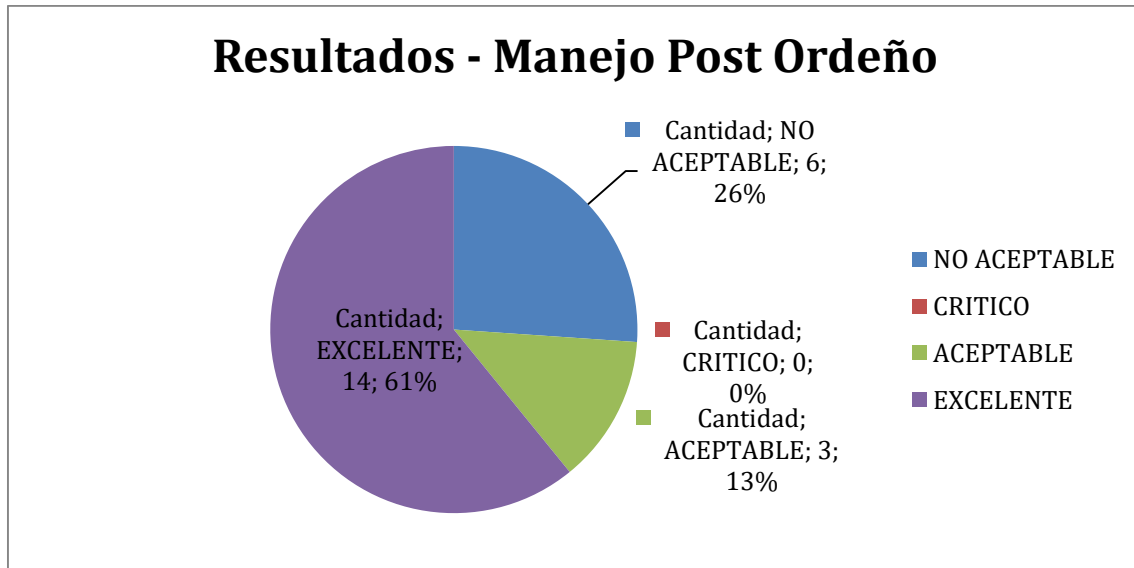
Manejo Post Ordeño

Nombre	No Cumplen	Cumplen	Porcentaje	No Aplican
Janeth Gutierrez	6	8	75,00%	ACEPTABLE
Petrona Guanoluiza Segundo	8	8	100,00%	EXCELENTE
Migua Carmen	6	8	75,00%	ACEPTABLE
Guanoluisa Lourdes	8	8	100,00%	EXCELENTE
Guanoluisa Maria Lema	8	8	100,00%	EXCELENTE
Hilda Guanoluis	8	8	100,00%	EXCELENTE
Carmen Guanoluisa	8	8	100,00%	EXCELENTE
Elsa Guanoluisa	8	8	100,00%	EXCELENTE
Olga Guanoluisa	4	8	50,00%	NO ACEPTABLE
Jose Yugla	4	8	50,00%	NO ACEPTABLE
Maria Pullopaxi	8	8	100,00%	EXCELENTE
Feliciana Pullopaxi	8	8	100,00%	EXCELENTE
Susana Guanoluisa	4	8	50,00%	NO ACEPTABLE
Ana Shigui	6	8	75,00%	ACEPTABLE
Maria Cana	8	8	100,00%	EXCELENTE
Maria Maigua	8	8	100,00%	EXCELENTE
Blass Guaman	8	8	100,00%	EXCELENTE
Blanca Pullopaxi	8	8	100,00%	EXCELENTE
Segundo Pullapaxi	8	8	100,00%	EXCELENTE

Rosa Guanoluisa	4	8	50,00%	NO ACEPTABLE
Juan Pullopaxi	4	8	50,00%	NO ACEPTABLE
Martha Guanoluisa	2	8	25,00%	NO ACEPTABLE

Fuente: Lima T., 2026

Figura 5. Manejo Post Ordeño



Fuente: Lima T., 2026

Los resultados obtenidos en el componente de manejo post-ordeño muestran un mejor nivel de cumplimiento de buenas prácticas ganaderas en comparación con otros componentes evaluados en los proveedores del centro de acopio de la Asociación Sierra Nevada.

Del total de unidades de producción evaluadas, el 61% (14 proveedores) fueron calificadas como excelentes, lo que indica la correcta aplicación de prácticas relacionadas con el procesamiento de la leche después del ordeño, como filtrado, enfriamiento, almacenamiento y transporte en condiciones higiénicas y controladas. Asimismo, el 13% (3 proveedores) alcanzó un nivel aceptable, indicando un cumplimiento suficiente de los criterios establecidos, aunque aún se identifican mejoras para optimizar el procesamiento de la leche cruda.

Por otro lado, el 26% (6 proveedores) se encontraban en un nivel inaceptable, reflejando deficiencias en las prácticas post-ordeño que podrían contribuir a la contaminación de la leche y afectar su calidad. Ningún proveedor se registró en nivel crítico, lo que indica que si bien existen algunas deficiencias, no alcanzan un nivel de riesgo inmediato según los criterios de evaluación utilizados.

En general, los resultados muestran que el componente de tratamiento post-ordeño tiene un desempeño beneficioso que afecta positivamente la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda; Sin embargo, es necesario fortalecer la capacitación y la supervisión técnica de los proveedores de menor clasificación para garantizar el cumplimiento uniforme de las buenas prácticas ganaderas.

9.6. Capacitación y trazabilidad

Tabla 14.

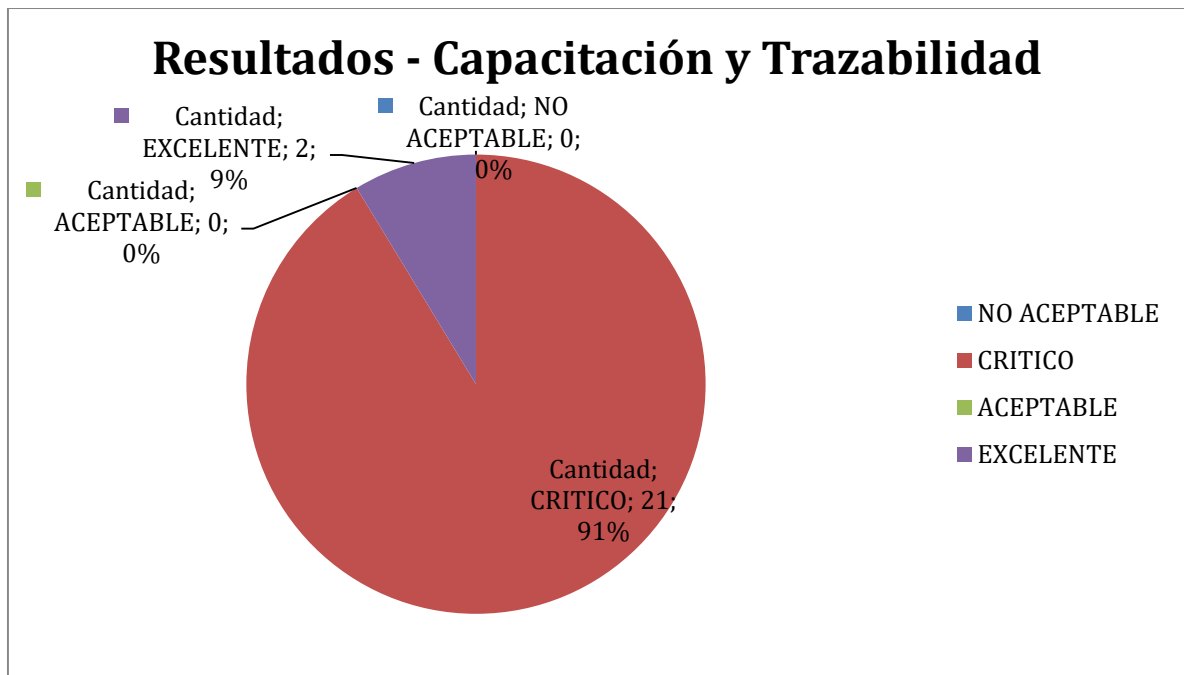
Capacitación y trazabilidad

Nombre	No Cumplen	Cumplen	Porcentaje	No Aplican
Janeth Gutierrez	4	6	66,67%	CRITICO
Petrona Guanoluiza	4	6	66,67%	CRITICO
Segundo Migua	4	6	66,67%	CRITICO
Carmen Guanoluisa	6	6	100,00%	EXCELENTE
Lourdes Guanoluisa	6	6	100,00%	EXCELENTE
Maria Lema	4	6	66,67%	CRITICO
Hilda Guanoluis	4	6	66,67%	CRITICO
Carmen Guanoluisa	4	6	66,67%	CRITICO
Elsa Guanoluisa	4	6	66,67%	CRITICO
Olga Guanoluisa	4	6	66,67%	CRITICO
Jose Yugla	4	6	66,67%	CRITICO
Maria Pullopaxi	4	6	66,67%	CRITICO
Feliciana Pullopaxi	4	6	66,67%	CRITICO
Susana Guanoluisa	4	6	66,67%	CRITICO
Ana Shigui	4	6	66,67%	CRITICO
Maria Cana	4	6	66,67%	CRITICO
Maria Maigua	4	6	66,67%	CRITICO
Blass Guaman	4	6	66,67%	CRITICO
Blanca Pullopaxi	4	6	66,67%	CRITICO
Segundo Pullapaxi	4	6	66,67%	CRITICO
Rosa Guanoluisa	4	6	66,67%	CRITICO
Juan Pullopaxi	4	6	66,67%	CRITICO
Martha Guanoluisa	4	6	66,67%	CRITICO

Blanca Pullopaxi	4	6	66,67%	CRITICO
Segundo Pullapaxi	4	6	66,67%	CRITICO
Rosa Guanoluisa	4	6	66,67%	CRITICO
Juan Pullopaxi	4	6	66,67%	CRITICO
Martha Guanoluisa	4	6	66,67%	CRITICO

Fuente: Lima T., 2026

Figura 6. Capacitación y Trazabilidad



Fuente: Lima T., 2026

Los resultados obtenidos en el componente de capacitación y trazabilidad indican un nivel mayoritariamente bajo de cumplimiento de buenas prácticas ganaderas entre los proveedores de centros de acopio de la Asociación Sierra Nevada evaluados.

Del total de unidades de producción evaluadas, el 91% (21 proveedores) fueron clasificadas como críticas, lo que indica importantes deficiencias en la capacitación del personal, así como la ausencia o insuficiente gestión de sistemas de registro y trazabilidad como registros sanitarios, de producción y de gestión de la leche. Asimismo, el 9% (2 proveedores) alcanzó el nivel excelente, lo que indica un cumplimiento suficiente de los criterios establecidos, reflejando la correcta implementación de procesos de capacitación y una gestión efectiva de la trazabilidad en la planta productiva.

Ningún proveedor se registró en un nivel inaceptable o inaceptable, lo que demuestra la concentración de la mayoría en un nivel crítico, lo que indica la necesidad urgente de fortalecer este componente. Estos resultados indican que la capacitación insuficiente y la falta de sistemas de trazabilidad limitan el control y seguimiento de los procesos productivos, lo que puede afectar indirectamente la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda. En este contexto, es necesario implementar programas de capacitación continua y apoyo técnico de acuerdo con los lineamientos para la aplicación de buenas prácticas ganaderas.

9.7. Resultados de análisis de Parámetros fisicoquímicos, microbiológicos de la leche cruda con el cálculo del precio mínimo de la leche,

Tabla 15.

Tabla de Precio de leche por productor con relación a los parámetros fisicoquímicos

Nombre:	G (g/100ml)	P (g/100ml)	ST (g/100ml)	SNG (g/100ml)	CRIO (°C)	CBT (x1000/ml)	CCS (x1000/ml)	AL (pos/neg)	SAR (pos/neg)	Cálculo del precio de la leche
Janeth Gutierrez	3,51	3,13	12,36	8,9	0,5295	221	33	Negativo	Negativo	0,5492
Petrona Guanoluiza	2,85	2,89	11,28	8,54	0,5346	643	34	Negativo	Negativo	0,4723
Segundo Migua	3,99	3,54	12,84	8,85	0,5281	424	1009	Negativo	Negativo	0,42
Carmen Guanoluisa	4,8	3,92	14,13	9,28	0,5351	142	696	Negativo	Negativo	0,4621
Lourdes Guanoluisa	4,5	3,51	13,69	9,2	0,5039	472	29	Negativo	Negativo	0,5316
Maria Lema	4,8	3,54	13,74	9	0,4372	56	63	Negativo	Negativo	0,594
Hilda Guanoluis	2,91	2,97	11,33	8,5	0,5299	68	27	Negativo	Negativo	0,5644
Carmen Guanoluisa	4,82	3,24	13,47	8,64	0,5183	149	52	Negativo	Negativo	0,5748
Elsa Guanoluisa	3,95	3,59	12,83	8,84	0,5396	362	552	Negativo	Negativo	0,4392

Olga Guanoluisa	3,4	2,97	12,01	8,73	0,5275	351	48	Negativo	Negativo	0,5212
Jose Yugla	2,62	2,36	9,26	6,72	0,5374	262	2591	Negativo	Negativo	0,42
Maria Pullopaxi	3,62	3,42	12,17	8,6	0,5035	151	662	Negativo	Negativo	0,4221
Feliciana Pullopaxi	3,44	3,13	12,16	8,78	0,5268	426	214	Negativo	Negativo	0,4804
Susana Guanoluisa	3,68	3,36	12,12	8,45	0,5303	572	355	Negativo	Negativo	0,4376
Ana Shigui	5,39	3,65	12,62	9,27	0,5295	1153	29	Negativo	Negativo	0,4398
Maria Cana	3,82	3,18	12,81	9,1	0,5362	478	21	Negativo	Negativo	0,5166
Maria Maigua	2,87	2,88	10,92	8,09	0,5247	537	45	Negativo	Negativo	0,4866
Blass Guaman	4,46	3,23	13,21	8,76	0,5126	582	552	Negativo	Negativo	0,42
Blanca Pullopaxi	3,7	3,46	12,81	9,18	0,5248	1241	96	Negativo	Negativo	0,42
Segundo Pullapaxi	3,63	3,1	12,45	8,88	0,5017	262	261	Negativo	Negativo	0,498
Rosa Guanoluisa	3,76	3,31	12,38	8,67	0,5271	375	4274	Negativo	Negativo	0,42
Juan Pullopaxi	3,8	3,19	12,41	8,62	0,5242	516	917	Negativo	Negativo	0,42
Martha Guanoluisa	5,06	3,84	14,09	8,98	0,5038	582	2791	Negativo	Negativo	0,42

Fuente: Lima T., 2026

9.7.1. Parámetros fisicoquímicos, microbiológicos de la leche cruda de todo el centro de acopio sierra nevada.

Tabla 16

Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la leche

PARAMETRO ANALIZADO	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
Grasa (G, %)	2,62	13,31	4,34	2,04	4,15
Proteína (P, %)	2,36	3,92	3,25	0,36	0,13
Sólidos Totales (ST, %)	9,26	21,45	12,92	2,10	4,41

Sólidos No Grasos (SNG, %)	-0,52	9,28	7,98	2,61	6,80
Conteo de Células Somáticas (CCS, cel/mL)	7,5	4 274	614,68	1 060,28	1 124 192
Conteo Bacteriano Total (CBT, UFC/mL)	23 981	31 112	27 546,5	5 040,7	25 409 456
CRIO	-0.5211	-0.5185	- 0.5198	0.00184	0.00000338
AGUA AÑADIDA	0	0	0	0	0

Fuente: Lima T., 2026

Se llevó a cabo la discusión de los resultados tras el análisis individual de los proveedores de leche cruda y el cálculo del porcentaje de cumplimiento por parámetro, con respecto a los límites que establece la Norma NTE INEN 9. Este enfoque permitió la identificación exacta de los factores fundamentales que influyen en la calidad composicional y en la inocuidad de la leche producida en el área de análisis, evitando así el empleo único de valores promedio, los cuales pueden encubrir incumplimientos individuales.

9.7.2. Cumplimiento general de la Norma

En la Tabla 5 se muestra el nivel de cumplimiento de los parámetros de calidad de la leche cruda definidos en la norma NTE INEN 9, tomando en cuenta un total de 23 muestras analizadas.

Tabla 17

Cumplimiento general de la Norma

Clasificación según la norma	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Cumple la Norma NTE INEN 9	14	60,87 %
No cumple la Norma NTE INEN 9	9	39,13 %
Total	23	100 %

Fuente: Lima T., 2026

Los resultados muestran que el 60,87% de las muestras (14 casos) cumplen con los requisitos especificados en la normativa, lo que indica que mucho más de la mitad de los proveedores alcanzan los estándares mínimos exigidos para la comercialización de leche cruda en el país. Por otro lado, el 39,13% de las muestras (9 casos) no cumplen con la norma, lo que constituye un porcentaje importante de incumplimiento. Este grupo de fabricantes puede tener debilidades

en parámetros fisicoquímicos, microbiológicos o de gestión que limiten la calidad y seguridad del producto. En términos generales, si bien la mayoría de las muestras cumplen con la normatividad, el porcentaje de no conformidades es lo suficientemente alto como para tomar en cuenta la necesidad de tomar medidas correctivas, fortalecer técnicamente y mejorar la implementación de buenas prácticas ganaderas para asegurar el cumplimiento uniforme de la norma NTE INEN 9.

9.8. Diagrama de Pareto de las no conformidades del informe del control interno y de los análisis de la leche cruda

La tabla muestra la distribución de las no conformidades clasificadas como “inaceptables” en los diferentes apartados de buenas prácticas ganaderas evaluadas, expresada en frecuencia, porcentaje y porcentaje acumulado.

Tabla 18

No conformidades

Sección evaluada	No aceptable (n)	Porcentaje acumulado (%)
Capacitación, registros y trazabilidad	19	82,61%
Higiene en el ordeño	17	73,91%
Alimentación y agua	15	65,22%
Salud animal	11	47,83%
Manejo post ordeño y almacenamiento	1	4,35%

Fuente: Lima T., 2026

Tabla 19

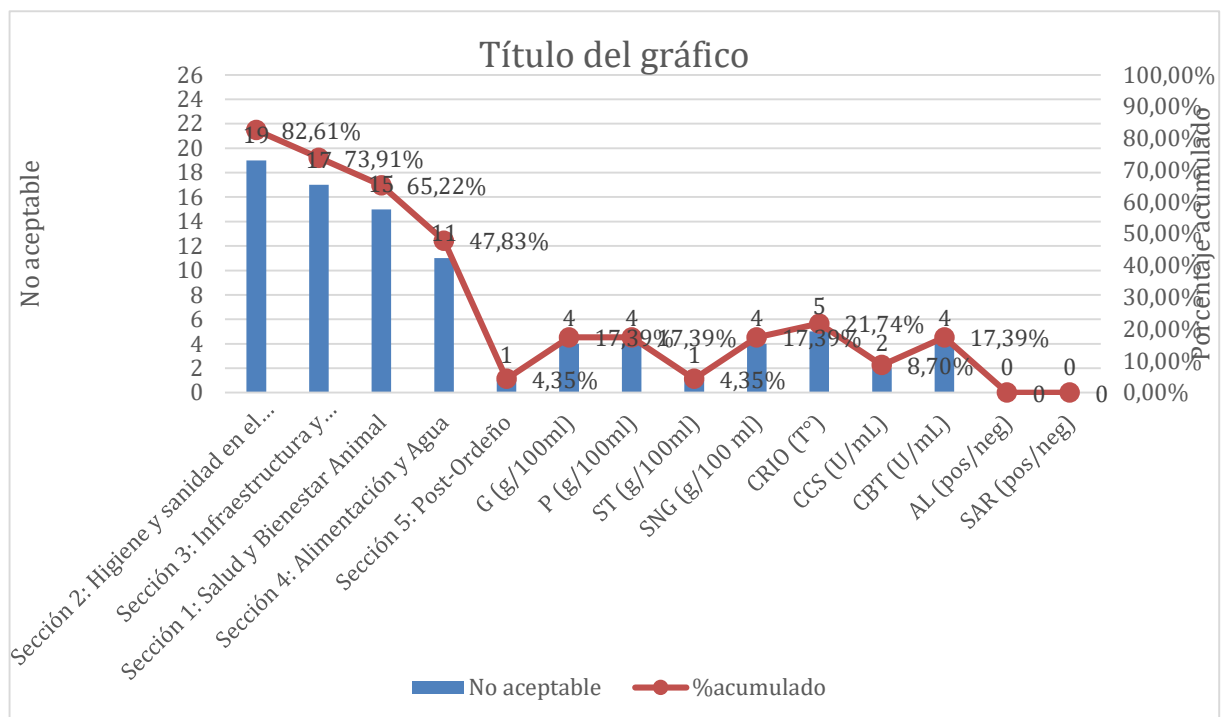
No conformidades

Análisis de leche	No aceptable	%acumulado
G (g/100ml)	4	17,39%
P (g/100ml)	4	17,39%
ST (g/100ml)	1	4,35%
SNG (g/100 ml)	4	17,39%

CRIO (T°)	5	21,74%
CCS (U/mL)	2	8,70%
CBT (U/mL)	4	17,39%
AL (pos/neg)	0	65,0 No se analizaron
SAR (pos/neg)	0	-

Fuente: Lima T., 2026

Figura 7. Diagrama de Pareto no conformidades



Fuente: Lima T., 2026

Los resultados muestran que el mayor nivel de inconsistencias se concentra en las secciones que tratan sobre manejo y condiciones previas al ordeño. En este sentido, higiene y salud del ordeño presenta el mayor número de incumplimientos con 19 casos (82,61%), seguido de infraestructura y condiciones ambientales con 17 casos (73,91%) y salud y bienestar animal con 15 casos (65,22%). Estas tres secciones tienen la mayor proporción de no conformidades, lo que indica que constituyen los principales puntos críticos en el sistema productivo evaluado. Asimismo, se registraron 11 discrepancias (47,83%) en el apartado Alimentos y agua, lo que indica deficiencias en el manejo de alimentos y suministro de agua para los animales de granja, lo que afecta directamente la calidad del calostro.

En contraste, solo se encontró una discrepancia (4,35%) en el apartado post-ordeño, lo que indica un mejor nivel de cumplimiento en las actividades post-ordeño como filtración, almacenamiento y transporte de la leche. En cuanto a los parámetros físico-químicos y microbiológicos, se observa que la discrepancia es menor y dispersa. El Recuento Bacteriano Total (TCC) presentó 5 casos (21,74%) mientras que el Recuento de Células Somáticas (CCE) registró 2 casos (8,70%). Los valores de grasa, proteína, sólidos totales y sin grasa mostraron valores de discrepancia bajos (17,39% y 4,35%), lo que indica una composición de la leche relativamente estable.

Finalmente, los parámetros relacionados con residuos de antibióticos (AL) e impurezas (SAR) no mostraron discrepancia, lo que indica un control adecuado en estos aspectos. En general, el análisis de Pareto muestra que un número reducido de apartados concentran el mayor nivel de no conformidades, por lo que se concluye que las acciones correctivas son prioritarias en el ámbito de la higiene del ordeño, infraestructura, salud animal y nutrición para mejorar el cumplimiento de las buenas prácticas ganaderas y garantizar la calidad e inocuidad de la leche cruda.

10. CONCLUSIONES

- La evaluación de las condiciones de manejo pre y post-ordeño, transporte y recepción de la leche cruda permitió identificar deficiencias operativas significativas en las unidades de producción proveedoras. Los resultados de las auditorías evidenciaron que las secciones de higiene en el ordeño y capacitación, registros y trazabilidad presentaron los mayores niveles de no conformidad, con 73,91 % y 82,61 % de productores clasificados como no aceptables, respectivamente. Estas deficiencias reflejan una aplicación limitada de las Buenas Prácticas Pecuarias, principalmente en la higiene del proceso de ordeño, el manejo del personal y la ausencia de registros técnicos, lo que incrementa el riesgo de contaminación de la leche cruda antes de su ingreso al centro de acopio. En contraste, el manejo post ordeño y almacenamiento mostró un mejor desempeño, evidenciando que las principales falencias se concentran en las etapas iniciales del proceso productivo.
- El análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la leche cruda permitió establecer que el 60,87 % de los proveedores cumple integralmente con los requisitos de la Norma NTE INEN 9, mientras que el 39,13 % presenta al menos un parámetro fuera de los límites normativos, comprometiendo la calidad e inocuidad del producto. Los parámetros de sólidos totales, sólidos no grasos, proteína y grasa

mostraron altos niveles de cumplimiento, evidenciando una composición adecuada de la leche cruda en la mayoría de los casos. Sin embargo, el conteo de células somáticas y el conteo bacteriano total constituyeron los principales factores de incumplimiento, lo que sugiere problemas asociados a la sanidad de la ubre y a deficiencias higiénicas durante el ordeño. La ausencia de almidón y sacarosa en el 100 % de las muestras confirmó que no existieron prácticas de adulteración del producto

- La identificación y priorización de los puntos críticos de control permitió determinar que las no conformidades se concentran principalmente en tres áreas críticas: capacitación, registros y trazabilidad; higiene en el ordeño; y alimentación y agua, las cuales representaron el 80,95 % del total de no conformidades, de acuerdo con el análisis de Pareto. Estos puntos críticos se relacionan directamente con los incumplimientos observados en los parámetros microbiológicos, especialmente en el conteo bacteriano total y el conteo de células somáticas. El análisis realizado evidencia que la implementación de acciones correctivas focalizadas en estas áreas permitiría mejorar de manera significativa la calidad e inocuidad de la leche cruda entregada al centro de acopio, optimizando el uso de recursos y fortaleciendo el sistema de control interno de los proveedores.

11. RECOMENDACIONES

- Implementar programas obligatorios de Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) en todas las unidades de producción proveedoras, con énfasis en la higiene del ordeño, considerando procedimientos estandarizados de limpieza y desinfección de pezones, manos del ordeñador y equipos, con el fin de reducir la contaminación inicial de la leche cruda.
- Fortalecer la capacitación continua del personal involucrado en el ordeño y manejo de la leche, mediante talleres prácticos y evaluaciones periódicas, priorizando a los productores clasificados como críticos y no aceptables en las auditorías, para asegurar la correcta aplicación de las BPP.
- Priorizar las acciones correctivas en las secciones identificadas como críticas, específicamente en capacitación, registros y trazabilidad; higiene en el ordeño; y alimentación y agua, ya que estas concentran la mayor proporción de no conformidades según el análisis de Pareto.

12. BIBLIOGRAFÍA

Agrocalidad. (2013). EL DIRECTOR EJECUTIVO DE LA AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO-AGROCALIDAD. *Agrocalidad* , 6.

Albuja Landi, A. K. (2021). Calidad bacteriológica de la leche cruda bovina almacenada en el centro de acopio Mocha. Tungurahua. Ecuador. *SciELO Analytics*, 1-4.

Bustamante Ordoñez, J. G. (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 Veterinaria*, 1-8.

Castañeda-Ruelas, G. M.-R.-S.-P.-P.-D.-E. (2024). Calidad microbiológica de la leche cruda de vaca y evaluación de prácticas domésticas para su seguridad y calidad proteica: un estudio de caso. *Biotecnia. scielo*, 27.

Fernández 1, E. (2015). Importancia nutricional y metabólica de la leche. *aulamedica.es*, 93.

Mario Montoya Jaramillo, 1. (2023). Implicaciones sobre la salud humana del consumo de leche de vaca. *Google academico* , 1.

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (9 de Octubre de 2018). MAG Y AGROCALIDAD REALIZAN OPERATIVOS PARA CONTROLAR CALIDAD DE LA LECHE CRUDA. *MAG*.

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (19 de Abril de 2023). MAG y Agrocalidad inauguran laboratorio para control de calidad de la leche en Cotopaxi. *MAG*.

PUMAGUALLI, J. A. (2016). “PRESENCIA DE BACTERIAS DE LOS GÉNEROS *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Brucella abortus* Y SU PERFIL DE RESISTENCIA ANTIMICROBIANA EN LECHE CRUDA BOVINA PROCEDENTE DE TUNSHI Y SAN ANDRES”.

Borroto, R., Pérez, A., & Sánchez, L. (2017). Quality of raw milk produced in small dairy farms. *Journal of Dairy Research*, 84(2), 210–216. <https://doi.org/10.1017/S0022029917000123>

Chen, X., Zhao, H., & Li, S. (2021). Effects of nutrition and health on milk protein composition. *Animals*, 11(5), 1342. <https://doi.org/10.3390/ani11051342>

Cheng, J., Sun, D. W., & Zeng, X. A. (2022). Hygienic quality and safety assessment of raw milk. *Food Control*, 132, 108532. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108532>

Costa, A., De Marchi, M., & Penasa, M. (2020). Factors affecting milk composition and quality. *Dairy Science & Technology*, 100(3), 213–225. <https://doi.org/10.1007/s13594-020-00472-1>

Gómez, Y., Vargas, J., & Rodríguez, L. (2019). Milk quality and technological properties in dairy systems. *Revista MVZ Córdoba*, 24(3), 7291–7299.

IDF (International Dairy Federation). (2019). *The global standard for quality raw milk*. Bulletin of the IDF No. 490.

ISO. (2018). *ISO 5538: Milk and milk products — Determination of the freezing point*. International Organization for Standardization.

Khan, M. A., Lee, H. J., & Lee, W. S. (2019). Feeding management and milk fat production. *Journal of Animal Science and Technology*, 61(4), 179–188. <https://doi.org/10.5187/jast.2019.61.4.179>

Pretto, D., De Marchi, M., & Penasa, M. (2018). Milk composition variability in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *101*(6), 5421–5431. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14108>

Ruegg, P. L. (2017). A 100-year review: Mastitis detection, management, and prevention. *Journal of Dairy Science*, *100*(12), 10381–10397. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13023>

Walstra, P., Wouters, J. T. M., & Geurts, T. J. (2022). *Dairy science and technology* (3rd ed.). CRC Press.

Alvarez, A., del Corral, J., & Solís, D. (2018). Adoption of dairy management practices and milk quality. *Journal of Dairy Science*, *101*(9), 8214–8226. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14018>

Bargo, F., Muller, L. D., Delahoy, J. E., & Cassidy, T. W. (2018). Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *101*(4), 3568–3580. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13355>

Eastwood, C., Klerkx, L., & Nettle, R. (2017). Dynamics and distribution of public and private research and extension roles for technological innovation in the dairy sector. *Journal of Dairy Science*, *100*(5), 3881–3897. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11569>

FAO & IDF. (2019). *Guide to good dairy farming practice*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO. (2022). *Dairy development and milk safety*. FAO Animal Production and Health Paper.

Gleeson, D., O'Brien, B., & Flynn, J. (2018). Effect of pre-milking hygiene practices on bacterial contamination of milk. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 57(1), 15–24.

Hristov, A. N., Oh, J., Firkins, J. L., et al. (2019). Mitigation of methane and nitrogen emissions from dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 102(3), 2720–2736. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15292>

Krömker, V., & Leimbach, S. (2017). Mastitis treatment—Reduction in antibiotic usage in dairy cows. *Reproduction in Domestic Animals*, 52(S3), 21–29. <https://doi.org/10.1111/rda.13032>

Lu, M., Wang, J., & Zhang, H. (2021). Effect of cold storage on microbiological quality of raw milk. *Food Control*, 123, 107752. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107752>

Murphy, S. C., Martin, N. H., Barbano, D. M., & Wiedmann, M. (2016). Influence of raw milk quality on processed dairy products. *Journal of Dairy Science*, 99(3), 1802–1817. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10090>

Quigley, L., O'Sullivan, O., Stanton, C., et al. (2017). The complex microbiota of raw milk. *FEMS Microbiology Reviews*, 41(2), 492–509. <https://doi.org/10.1093/femsre/fuw047>

Ruegg, P. L. (2017). A 100-year review: Mastitis detection, management, and prevention. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 10381–10397. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13023>

