



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EVALUACIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE EL NIVEL DE
IMPLEMENTACIÓN DE LAS BUENAS PRÁCTICAS PECUARIAS
(BPP) Y LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE
LA LECHE CRUDA DE LOS PROVEEDORES DEL CENTRO DE
ACOPIO ASOCIACIÓN SIERRA NEVADA, CANTÓN SALCEDO”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniera Agropecuaria

Autora:
Núñez Orozco Joselyn Estefanía

Tutora:
Marín Quevedo Karina Paola

LATACUNGA – ECUADOR

Marzo 2026

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Núñez Orozco Joselyn Estefania, con cédula de ciudadanía No.0550010607, declaro ser autora del presente Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE EL NIVEL DE IMPLEMENTACIÓN DE LAS BUENAS PRÁCTICAS PECUARIAS (BPP) Y LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA LECHE CRUDA DE LOS PROVEEDORES DEL CENTRO DE ACOPIO ASOCIACIÓN SIERRA NEVADA, CANTÓN SALCEDO”**, siendo la Ingeniera Mg. Karina Paola Marín Quevedo, Tutora 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

Joselyn Estefania Nuñez Orozco
C.C: 0550010607
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 **NUÑEZ OROZCO JOSELYN ESTEFANIA**, identificada con cédula de ciudadanía **0550010607** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA 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. - **LA 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 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 ASOCIACIÓN SIERRA NEVADA, CANTÓN SALCEDO”**, 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: Octubre 2025

Finalización de la carrera: Marzo 2026

Tutor: Ing. Karina Paola Marín Quevedo, Mg.

Tema: **“EVALUACIÓN DE 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 ASOCIACIÓN SIERRA NEVADA, CANTÓN SALCEDO”**

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, **LA 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 **LA 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 **LA 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 **LA 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 **LA 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 del mes de febrero del 2026.

Joselyn Estefania Nuñez Orozco
LA CEDENTE

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

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“EVALUACIÓN DE 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 ASOCIACIÓN SIERRA NEVADA CANTÓN SALCEDO”, de Nuñez Orozco Joselyn Estefania, 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 Marín 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, la postulante: Nuñez Orozco Joselyn Estefania, con el título del Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DE 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 ASOCIACIÓN SIERRA NEVADA CANTÓN SALCEDO”**, 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, Mg.
C.C: 1802458651
LECTOR 1 (PRESIDENTE)

Ing. Cristian Santiago Jiménez Jácome, Mg.
C.C: 0501946263
LECTOR 2 (MIEMBRO)

Mvz. Edie Gabriel Molina Cuasapaz, Mtr.
CC: 1722547278
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todos los ingenieros y doctores que, con su apoyo, han sido parte fundamental de este proceso. En especial, agradezco a mi tutora, la Ing. Karina Paola Marín Quevedo, Mg., cuya guía y apoyo han sido esenciales para el desarrollo de esta investigación.

No me alcanzaría una página para detallar los nombres, las cualidades y virtudes de todas las personas que han contribuido en esta trayectoria. Sin embargo, en mi memoria quedará siempre el beneficio y el aprendizaje que cada uno de ustedes me ha brindado.

Mi agradecimiento más sincero a Dios por darme la vida y por haber puesto a todas estas personas en mi camino, ayudándome a construir mis éxitos. Sin duda, cada uno de ustedes ha sido una bendición en mi vida. Gracias por las alegrías que me han permitido compartir y por las dificultades que, aunque difíciles, me han enseñado valiosas lecciones y me han ayudado a crecer.

Nuñez Orozco Joselyn Estefania

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con todo mi corazón a las personas más importantes en mi vida, quienes me han brindado su amor, apoyo incondicional y sabiduría a lo largo de este proceso. A mis padres, Alfonso Núñez y Paulina Orozco, quienes con su sacrificio y esfuerzo me han dado la oportunidad de crecer, aprender y alcanzar mis metas. Gracias por siempre estar a mi lado, por sus enseñanzas y por ser mi mayor fuente de inspiración. A mi querido tío Vicente Núñez, cuyo apoyo y consejos siempre han sido una guía constante, y a mi abuelo Alfonso Núñez, que con su ejemplo de vida me ha enseñado el verdadero significado de la fortaleza y el trabajo duro. A mi hermano Bolívar Orozco, por su compañía, comprensión y por ser una de las razones por las que siempre he luchado por ser mejor. Este logro es tan suyo como mío. Gracias por ser mis pilares, por creer en mí incluso en los momentos más difíciles y por darme la fuerza para seguir adelante.

Núñez Orozco Josleyn Estefania

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “EVALUACIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE EL NIVEL DE IMPLEMENTACIÓN DE LAS BUENAS PRÁCTICAS PECUARIAS (BPP) Y LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA LECHE CRUDA DE LOS PROVEEDORES DEL CENTRO DE ACOPIO ASOCIACIÓN SIERRA NEVADA, CANTÓN SALCEDO”.

Autora:
Nuñez Orozco Joselyn Estefania

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la relación entre el nivel de implementación de Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) y la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda producida por los proveedores del centro de acopio de la “Asociación Sierra Nevada” del cantón Salcedo. El método tuvo un enfoque cuantitativo con un diseño descriptivo y correlacional para evaluar el nivel de cumplimiento de las Buenas Prácticas Pecuarias (BPP), se aplicó un formulario de control interno validado a 40 unidades de producción, tomando en cuenta seis dimensiones: Salud y bienestar animal, higiene del ordeño, infraestructura y condiciones ambientales, manejo de alimentos y agua y manejo post-ordeño, alimento y agua de ordeño. Además, se analizaron 40 muestras en las cuales se evaluaron parámetros fisicoquímicos y microbiológicos el conteo bacteriano total (CBT) y el conteo de células somáticas (CCS), así como la detección de agua añadida y la crioscopía. Se emplearon métodos analíticos estandarizados. Los resultados logrados fueron valorados y cotejados con los estándares establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 9. Los resultados arrojaron un alto nivel de cumplimiento en los apartados de capacitación y registro con 100% calificaciones excelentes, manejo post-ordeño con 97.5% y alimentos y agua con 95% excelente, sin embargo, existen importantes brechas de desempeño, principalmente en higiene y saneamiento durante el ordeño con 42.5% de desvíos. En cuanto a la calidad de las leches analizadas, se encontró que la mayoría correspondía a los parámetros físico-químicos determinados por la norma NTE INEN 9 (55%), pero la inconsistencia detectada en los parámetros microbiológicos e indicadores de adulteración determinó que algunas de las muestras no cumplieran con la normatividad (45%). Finalmente, se concluyó que, si bien existe un nivel suficiente de aplicación de buenas prácticas ganaderas, las deficiencias en la higiene del ordeño, la infraestructura y las condiciones ambientales, así como la salud y bienestar animal afectan la calidad microbiológica de la leche cruda, por lo que se necesitan acciones correctivas para garantizar la seguridad y el cumplimiento de la legislación.

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 QUALITY OF RAW MILK FROM SUPPLIERS TO THE SIERRA NEVADA, SALCEDO CANTÓN STORAGE CENTER”.

Author:

Nuñez Orozco Joselyn Estefania

ABSTRACT

This research objective was to evaluate the relationship between the implementation level of Good Animal Husbandry Practices (GAHP) and the physicochemical and microbiological raw milk quality produced by suppliers to the Sierra Nevada Association collection center at Salcedo canton. The method took a quantitative approach with a descriptive and correlational design to evaluate the compliance level with Good Animal Husbandry Practices (GAHP). A validated internal control form was applied to 40 production units, taking into account six dimensions: animal health and welfare, milking hygiene, infrastructure and environmental conditions, feed and water management, post-milking management, and feed and milking water. In addition, 40 samples were analyzed to evaluate physicochemical and microbiological parameters, total bacterial count (TBC), and somatic cell count (SCC), as well as to detect added water and perform cryoscopy. Standardized analytical methods were used. The obtained results were assessed and compared with the standards established in Ecuadorian Technical Standard NTE INEN 9. The results showed a compliance high level in training and registration areas with 100% excellent ratings, post-milking management with 97.5%, and food and water with 95% excellent. However, there are significant performance gaps, mainly in hygiene and sanitation during milking, with 42.5% deviations. As for the quality of the analyzed milks, was found that most corresponded to the physicochemical parameters determined by the NTE INEN 9 standard (55%), but the inconsistency detected in the microbiological parameters and indicators of adulteration determined that some of the samples did not comply with the norm (45%). Finally, while there is a sufficient implementation level of good animal husbandry practices, deficiencies in milking hygiene, infrastructure and environmental conditions as well as animal health and welfare affect the microbiological raw milk quality, therefore corrective actions are needed to ensure safety and compliance with legislation.

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 DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
3.1. Beneficiarios directos	3
3.2. Beneficiarios indirectos	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
5. OBJETIVOS.....	8
5.1. General.....	8
5.2. Específicos	8
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS CON RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	9
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	11
7.1. Producción de leche a nivel mundial	11
7.2. Producción de leche en el Ecuador	12
7.3. Leche.....	14
7.3.1. Composición y propiedades fisicoquímicas	15

7.3.2.	Propiedades Microbiológicas	15
7.4.	Inocuidad y calidad de leche cruda	16
7.4.1.	Factores que influyen en la calidad de la leche	16
7.5.	Métodos para evaluar la calidad de la leche	17
7.5.1.	Análisis de las características organolépticas	17
7.5.2.	Requisitos físicos y químicos	17
7.5.3.	Parámetros de calidad de la leche	19
8.	VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS	20
9.	METODOLOGÍA.....	20
9.1.	Tipo de investigación descriptiva	20
9.1.1.	Investigación Cuantitativa-Cualitativa	20
9.1.2.	No probabilístico	21
9.2.	Modalidad básica de investigación	21
9.2.1.	Descripción de la zona de estudio	22
9.3.	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	23
9.3.1.	Encuesta holística	23
9.3.2.	Ficha de control interno	23
9.4.	Análisis de laboratorio	29
10.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	31
10.1.1.	Resultados del control interno sobre Buenas Prácticas Pecuarias por secciones: ..	34
10.1.2.	Resultado total de los puntos más críticos del control interno:.....	43
10.2.	Resultados de análisis de Parámetros fisicoquímicos, microbiológicos de la leche cruda con el cálculo del precio mínimo de la leche,.....	45
10.2.1.	El cálculo del precio mínimo de sustentación de la leche cruda	47
10.2.2.	Parámetros fisicoquímicos, microbiológicos de la leche cruda de todo el centro de acopio sierra nevada.....	48
10.2.3.	Nivel de Cumplimiento de Norma NTE INEN 9.....	50
10.2.4.	Cumplimiento general de la Norma.....	52

10.3.	Diagrama de Pareto de las no conformidades del informe del control interno y de los análisis de la leche cruda.....	52
11.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS).....	55
11.1.	Técnicos	55
11.2.	Sociales.....	55
11.3.	Ambientales.....	55
11.4.	Económicos	55
12.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
12.1.	Conclusiones	55
12.2.	Recomendaciones.....	56
13.	BIBLIOGRAFÍA.....	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Producción de leche de vaca en el mundo (toneladas x 1000).....	11
Tabla 2 Producción de leche al día por provincia	12
Tabla 3 Distribución de alimentos lácteo	13
Tabla 4 Criterios microbiológicos para la leche cruda	16
Tabla 5 Requisitos físico-químicos de la leche cruda	18
Tabla 6 Condiciones meteorológicas.....	22
Tabla 7 Salud y bienestar animal itos	24
Tabla 8 Higiene y sanidad en el ordeño	25
Tabla 9 Infraestructura y condiciones ambientales	26
Tabla 10 Alimentación y agua.....	27
Tabla 11 Manejo post-ordeño y almacenamiento de la leche cruda.....	27
Tabla 12 Capacitación, registros y trazabilidad.....	28
Tabla 13 Resumen y Cumplimiento	29
Tabla 14 Niveles de categorización de los productores de Centro de acopio sierra nevada. ...	32
Tabla 15 Productores del Centro de acopio sierra nevada.....	32
Tabla 16 Salud y Bienestar Animal	34
Tabla 17 Higiene en Ordeño.....	36
Tabla 18 Infraestructura y condiciones ambientales	38
Tabla 19 Alimentación y Agua.....	39
Tabla 20 Post-Ordeño	40
Tabla 21 Capacitación y Registros	42
Tabla 21 Secciones con mayor incumplimiento de cada ítem.....	43
Tabla 23fisParámetros fisicoquímicos, microbiológicos de la leche	48
Tabla 24 Cumplimiento de Norma NTE INEN 9	51
Tabla 25 Cumplimiento general de la Norma	52
Tabla 26 No conformidades	52
Tabla 27 No conformidades	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de Ubicación	23
Figura 2 Salud y Bienestar Animal	35
Figura 3. Higiene en Ordeño	37
Figura 4. Infraestructura y condiciones ambientales	38
Figura 5. Alimentación y Agua	40
Figura 6. Post-Ordeño	41
Figura 7. Capacitación y Registros.....	42
Figura 8. Secciones con mayor incumplimiento de cada ítem	44
Figura 9. Calculo total de la leche de todos los proveedores	48
Figura 10. Diagrama de Pareto no conformidades	53

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“EVALUACIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE EL NIVEL DE IMPLEMENTACIÓN DE LAS BUENAS PRÁCTICAS PECUARIAS (BPP) Y LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA LECHE CRUDA DE LOS PROVEEDORES DEL CENTRO DE ACOPIO ASOCIACIÓN SIERRA NEVADA, CANTÓN SALCEDO”

Fecha de inicio: octubre 2025

Fecha de finalización: marzo 2026

Lugar de ejecución:

El proyecto se ejecutará en la comunidad de sacha y cumbiji, perteneciente a la parroquia de papahurco del cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi, correspondiente a la Zona 3 del Ecuador.

Facultad que auspicia

Facultad de Ciencias Agropecuaria y Recursos Naturales

Carrera que auspicia:

Carrera de Agropecuaria

Equipo de Trabajo:

Joselyn Estefania Nuñez Orozco

Tutor: Ing. Karina Paola Marín Quevedo, Mg

Lector 1: Dra. Cristina Bejarano. MVZ

Lector 2: Dr. Edie Gabriel Molina. MVZ.

Lector 3: Ing. Mg. Santiago Jiménez

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:**

Producción y Biotecnología Animal

Línea de vinculación de la carrera:

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

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La presente investigación se justifica por la necesidad imperante de garantizar la inocuidad y calidad de la leche cruda en la provincia de Cotopaxi, siendo uno de los principales centros de producción láctea del Ecuador. Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería (2018), seis provincias del país, incluyendo Cotopaxi, concentran el 80% del total de leche controlada a nivel nacional, lo que evidencia la relevancia de este sector productivo.

Es necesario investigar la calidad e inocuidad de la leche cruda ya que constituyen aspectos fundamentales para la salud pública y el desarrollo económico de los productores. La presencia de contaminantes microbiológicos, adulterantes fisicoquímicos y prácticas inadecuadas de ordeño representan riesgos sanitarios que pueden afectar a los consumidores y a la industria láctea.

Al realizar este tipo de investigaciones se pretende generar información actualizada sobre el estado sanitario y composicional de la leche cruda del centro de acopio Asociación Sierra Nevada, permitiendo identificar puntos críticos de control; aportar con un diseño de plan de Buenas Prácticas pecuarias adaptadas a las condiciones locales con procesos de calidad y bioseguridad en ordeño y transporte; así como aportar al conocimiento científico con datos relevante sobre la calidad láctea en zonas altoandinas del Ecuador.

Este tipo de investigaciones beneficia a productores asociados, Centros de acopio Sierra Nevada, consumidores e industria láctea del país, al generar e incentivar la implementación de Buenas prácticas pecuarias, optimización de procesos de recepción y control de calidad, con el fin de mejorar los productos, aumentar su rentabilidad, garantizar productos inocuos con mayor valor nutricional, mejoramiento en la materia prima que faciliten los procesos de transformación para ser un referente en la industria.

El estudio de inocuidad y calidad de la leche se encuentra dentro de tres ámbitos importantes como: sanitaria para reducir riesgos de enfermedades transmitidas por alimentos; económica con el mejoramiento de calidad del producto y posible aumento del precio de venta; y social fortaleciendo a la organización comunitaria y las capacidades técnicas de los productores del cantón Salcedo.

Con esto se pretende generar herramientas concretas para que los productores pueden implementar satisfactoriamente en sus prácticas de ordeño, manejo y transporte de leche; y el diagnóstico realizado permitió al centro de acopio establecer criterios de rechazo o bonificación basados en parámetros de calidad.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1. Beneficiarios directos

Los beneficiarios directos son los proveedores del centro de acopio "Asociación Sierra Nevada" en el Cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi.

3.2. Beneficiarios indirectos

Los beneficiarios indirectos de la investigación son los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Carrera de Agropecuaria que son aproximadamente 200.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En el contexto mundial, la producción de leche cruda presenta una tendencia creciente durante los últimos años, tomando en cuenta que en el 2019 se registró una producción total de 721.199 toneladas por 1000, alcanzando 788.594 toneladas en el 2024. Los principales países productores se encuentran en Asia, la Unión Europea y América del Norte (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2023).

La producción láctea en Ecuador enfrenta desafíos significativos relacionados con la calidad e inocuidad de la leche cruda. A nivel mundial, la FAO ha señalado que la inocuidad alimentaria constituye una prioridad global, sobre todo en alimentos de alto consumo como la leche. En el contexto latinoamericano, los problemas de contaminación microbiológica y adulteración de leche cruda representan amenazas constantes para la salud pública.

A nivel regional, la evaluación de la inocuidad y calidad de la leche cruda se basa en criterios fisicoquímicos, microbiológicos y de contaminantes, siguiendo estándares internacionales como los establecidos por la International Organization for Standardization (ISO) y normativas nacionales específicas. Los parámetros microbiológicos más relevantes incluyen el recuento

total de bacterias (Total Bacterial Count, TBC), el recuento de células somáticas (SCC), la presencia de bacterias indicadoras de higiene (coliformes, *Escherichia coli*), y la detección de patógenos como *Salmonella*, *Brucella* y *Bacillus cereus*. El método oficial para el recuento de bacterias es el método de placa vertida (pour plate), regulado por la ISO 4833-1:2013, aunque existen métodos alternativos validados, como el Micro Biological Survey (MBS), que permiten una evaluación rápida y fiable de la calidad microbiológica en la industria láctea (Marri et al., 2020).

La calidad microbiológica de la leche cruda se ve influida por factores como la higiene en la producción, el manejo durante el ordeño, el transporte y el almacenamiento. La literatura destaca que la proliferación de bacterias psicrófilas y psicrotolerantes (por ejemplo, *Pseudomonas* spp.) y bacterias formadoras de esporas puede afectar la calidad de los productos procesados derivados de la leche cruda (Martin et al., 2023). El recuento total de bacterias se utiliza como indicador principal de la calidad microbiológica, y se recomienda un enfoque integral que abarque desde la producción hasta el procesamiento y la vida útil del producto (Martin et al. 2023). Además, la diversidad bacteriana varía según la región y la estación, lo que puede influir en los riesgos de contaminación y en la frescura de la leche (Liang et al., 2022).

En cuanto a la detección de contaminantes, se evalúa la presencia de residuos de antibióticos, metales pesados y micotoxinas. La prevalencia de residuos de antibióticos, como tetraciclinas y β -lactámicos, es un problema relevante en regiones como África, donde se ha reportado una alta frecuencia de muestras positivas y resistencia antimicrobiana en patógenos aislados (Ndahetuye et al. 2020; Niyonzima et al. 2025). La evaluación de la calidad incluye parámetros fisicoquímicos como grasa, proteína, lactosa, pH y sólidos totales, que se analizan mediante técnicas estándar en laboratorios especializados (Rey et al., 2021).

Los sistemas de gestión de calidad y seguridad, como los programas federales en Europa (por ejemplo, el sistema alemán Vorzugsmilch) y los enfoques de gestión de riesgos en América del Norte, establecen requisitos estrictos para la producción de leche cruda destinada al consumo directo, incluyendo controles regulares de patógenos y bacterias indicadoras, y auditorías de buenas prácticas de manufactura. En regiones de África, la literatura resalta la importancia de mejorar la higiene en la producción, establecer cadenas de frío para el transporte y realizar monitoreos rutinarios de residuos de antibióticos y patógenos a lo largo de la cadena de valor (Ndahetuye et al. 2020; Niyonzima et al., 2025).

En Ecuador se producen aproximadamente 5.1 millones de litros de leche diariamente (Contero, 2021), distribuidos entre las regiones Costa, Sierra y Amazonía. La provincia de Cotopaxi, ubicada en la sierra central, forma parte de las seis provincias que concentran el 80 % de la leche controlada. Según Agrocalidad (2025), los operativos de vigilancia han detectado con frecuencia la presencia de contaminantes, adulterantes y deficiencias en las condiciones higiénicas de producción, lo cual compromete la aptitud del producto para el consumo humano.

Pese a su importancia, el sector lechero del Ecuador enfrenta una serie de desafíos estructurales y coyunturales que limitan su capacidad de crecimiento, competitividad y sostenibilidad tanto a nivel productivo como comercial. Uno de los más graves problemas es la elevada informalidad, que implica que una porción significativa de la leche producida no entra al mercado formal, afectando la calidad del producto, las condiciones sanitarias, los ingresos de los productores y la capacidad de planificación del sector. Informes recientes señalan que alrededor del 48 % al 50 % de la leche circula por canales no regulados, lo que representa una gran pérdida de oportunidades para la formalización, la trazabilidad y el acceso a mercados con mayores exigencias de calidad (Dairy, 2025).

Además, la producción ha mostrado signos de contracción en los últimos años. En 2024, Ecuador produjo aproximadamente 5,3 millones de litros de leche al día, cifra que representa una caída de alrededor del 20 % con respecto a 2019, lo que indica no solo una menor productividad, sino también problemas en la capacidad de abastecimiento interno. Esta disminución no solo se explica por cuestiones del mercado, sino también por factores climáticos adversos, problemas de infraestructura y crisis energéticas que han afectado la disponibilidad de leche y su distribución (González, 2025).

La baja calidad higiénico-sanitaria del producto también constituye un desafío significativo, frente a ello, estudios científicos han encontrado que una gran parte de la leche comercializada en mercados informales no cumple con las normas técnicas de calidad, lo que puede implicar riesgos para la salud pública y limita las posibilidades de industrialización y agregado de valor (Puga et al., 2024).

Por otra parte, el consumo interno de productos lácteos es inferior al recomendado, y ha experimentado una tendencia a la baja. En 2024, el consumo per cápita de leche en Ecuador estuvo por debajo de los estándares de la Organización Mundial de la Salud, lo cual representa un obstáculo para el crecimiento de la demanda interna y la consolidación de una cultura de consumo lácteo.

En centro de acopio de la Asociación Sierra Nevada, ubicado en el cantón Salcedo, comunidad de Cumbijín, recibe diariamente leche cruda de múltiples productores de la zona. Sin embargo, se desconoce con precisión el estado real de calidad e inocuidad de esta leche y el grado de cumplimiento de los requisitos establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 9. Esta carencia de información impide establecer estrategias de mejora basadas en evidencia científica y limita la capacidad del centro de acopio para garantizar un producto seguro y competitivo.

La evaluación de la inocuidad y calidad de la leche cruda en Ecuador se fundamenta en el análisis de parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y la detección de contaminantes y adulterantes. Los estudios realizados entre 2010 y 2020 demuestran que, en general, los valores promedio de características fisicoquímicas como acidez titulable, cenizas, crioscopía, grasa, lactosa, pH, proteína, sólidos no grasos y sólidos totales se encuentran dentro de los rangos permitidos por la normativa ecuatoriana, aunque existe una alta heterogeneidad entre regiones y estudios. La región costera muestra mayor variabilidad en parámetros como arsénico, mercurio, pH y sólidos totales en comparación con la región interandina, lo que sugiere influencia de factores climáticos y ambientales sobre la calidad de la leche cruda (Puga-Torres et al., 2022).

En cuanto a la calidad higiénica, los recuentos bacterianos totales y de células somáticas suelen estar dentro de los límites establecidos por la legislación local; sin embargo, estos límites son considerablemente más altos que los de otras normativas internacionales, lo que implica una posible elevada presencia de bacterias y células somáticas en la leche cruda ecuatoriana. Esto representa un riesgo potencial para la salud pública, considerando la alta prevalencia de *Escherichia coli* O157:H7, un patógeno de importancia clínica. Un estudio reciente identificó una prevalencia de 63% de *E. coli* O157:H7 en muestras de leche cruda de las provincias de Manabí y Pichincha, con mayor frecuencia en fincas de pequeña escala y en condiciones de temperaturas elevadas, lo que subraya la necesidad de mejorar las prácticas de higiene y fortalecer la vigilancia microbiológica (Loor-Giler et al., 2025).

Respecto a contaminantes, la presencia de aflatoxina M1 (AFM1), un metabolito carcinogénico y hepatotóxico, ha sido confirmada en el 100% de las muestras analizadas en varias provincias, con concentraciones que superan el límite regulatorio de la Unión Europea en más de la mitad de los casos, aunque solo un pequeño porcentaje excede el límite legal ecuatoriano. La contaminación por AFM1 es mayor en la región costera y durante la estación seca, lo que indica la influencia de factores climáticos y de manejo en la aparición de este contaminante. Aunque la situación actual no representa un problema grave de salud pública según los límites locales,

se recomienda implementar programas de monitoreo y vigilancia para prevenir riesgos a los consumidores (Puga et al. 2020).

Además, se ha detectado la presencia de adulterantes como agua añadida y otros contaminantes (antibióticos, metales pesados, eprinomectina, zearalenona y ptaquilosidos), algunos de los cuales pueden ser hepatotóxicos, inmunotóxicos o incluso carcinogénicos, lo que exige una atención reforzada por parte de productores y autoridades sanitarias para garantizar la inocuidad y calidad de la leche cruda en Ecuador (Puga et al. 2022).

Existen diversos factores que agravan la inocuidad o falta de calidad en la leche, entre los datos más relevantes se destaca que el aumento de microorganismos contaminantes genera pérdidas económicas significativas en las ganaderías lecheras (Albuja 2021). Asimismo, la mastitis, principal enfermedad que afecta al ganado lechero, de forma directa sobre la calidad composicional y microbiológica de la leche, pudiendo reducir el rendimiento industrial hasta en un 4 %. Por otro lado, el uso de adulterantes fisicoquímicos como almidón, sacarosa o agua constituyen una práctica fraudulenta orientada a simular un mayor contenido de sólidos o incrementar el volumen de producción. Desde el punto de vista fisicoquímico, el pH de la leche fresca debe encontrarse entre 6.4 y 6.8; valores fuera de este rango indican contaminación microbiana o deficiencias sanitarias en los animales.

Las situaciones relacionadas con esta problemática incluyen prácticas inadecuadas de ordeño, tales como la falta de limpieza de las ubres, de las manos del ordeñador y de los utensilios utilizados. Además, la deficiente refrigeración durante el almacenamiento y transporte favorece la proliferación de microorganismos, comprometiendo la calidad del producto. Y se evidencia la ausencia de programas sistematizados de control de calidad en pequeños productores y un limitado conocimiento sobre Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) entre los proveedores del centro de acopio.

Estudios previos en Ecuador han demostrado de manera reiterada la existencia de problemas en la calidad de la leche cruda. Bustamante Ordoñez (2023) reportó inconsistencias entre la calidad de la leche producida en varios centros de acopio ecuatorianos y las normativas de referencia a nivel latinoamericano. De igual manera, Castañeda-Ruelas (2024) identificó riesgos microbiológicos significativos asociados al consumo de leche cruda, incluyendo la presencia de patógenos como *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella spp.* y *Listeria monocytogenes*. En el caso particular de la provincia de Cotopaxi, la inauguración del laboratorio de Agrocalidad en 2023 respondió a la necesidad de fortalecer los controles de calidad de la leche, evidenciando la preocupación institucional por esta problemática.

En la actualidad, el centro de acopio Asociación Sierra Nevada carece de un diagnóstico actualizado sobre los parámetros de calidad e inocuidad de la leche que recibe. No existen registros sistemáticos de análisis fisicoquímicos ni microbiológicos que permitan identificar a los productores con mayores deficiencias o establecer criterios diferenciados de pago por calidad. Esta situación genera incertidumbre respecto al cumplimiento de la Norma INEN 9, representa un riesgo potencial para la salud de los consumidores y ocasiona posibles pérdidas económicas debido al rechazo del producto por parte de la industria. Además, impide identificar las áreas prioritarias de intervención técnica necesarias para mejorar la producción.

Este tipo de investigaciones son relevantes desde el punto de vista de la salud pública, la leche contaminada puede actuar como vehículo de enfermedades zoonóticas y toxiinfecciones alimentarias; en cuanto a la seguridad alimentaria, la inocuidad de los productos lácteos contribuye a mantener una nutrición adecuada en la población; en el aspecto económico, la baja calidad de la leche repercute en toda la cadena productiva, generando pérdidas tanto para los pequeños productores como para las industrias procesadoras. Y en cuanto al aspecto normativo, el cumplimiento de la legislación ecuatoriana vigente es indispensable para mantener la operatividad del centro de acopio y asegurar su certificación sanitaria; así como la mejora de la calidad láctea fortalece la sostenibilidad de las familias rurales que dependen de esta actividad.

Por este motivo se pretende responder a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el estado de inocuidad y calidad de la leche cruda proveniente de los proveedores del centro de acopio “Asociación Sierra Nevada” del cantón Salcedo? Además de detallar y solventar otros aspectos como ¿Cuál es la calidad microbiológica de la leche cruda entregada al centro de acopio? ¿Qué tipo de adulterantes fisicoquímicos están presentes en la leche cruda? ¿Los parámetros composicionales cumplen con los requisitos establecidos en la Norma INEN 9? Y ¿qué medidas de Buenas Prácticas Pecuarias deben implementarse prioritariamente?

5. OBJETIVOS

5.1. General

Determinar la relación entre el nivel de implementación de las Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) en sus seis dimensiones y la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda, conforme a la Norma NTE INEN 9, en 40 unidades productivas.

5.2. Específicos

- Diagnosticar el nivel de cumplimiento de las Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) en las unidades productivas proveedoras de leche cruda, mediante la evaluación de seis

dimensiones relacionadas con el manejo pre y post-orden, transporte y recepción de la leche, utilizando un formulario de control interno.

- Evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda conforme a la Norma NTE INEN 9.
- Identificar las dimensiones de las Buenas Prácticas Pecuarias que presentan deficiencias críticas (no conformidades) y su posible asociación con los parámetros de calidad de la leche que incumplen la normativa. Mediante un diagrama de Pareto.

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

Objetivo Específico	Actividad	Metodología	Resultados Esperados/Obtenidos
<p>OE1: Determinar el nivel de cumplimiento de las Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) en las unidades productivas proveedoras de leche cruda, mediante la evaluación de seis dimensiones relacionadas con el manejo pre y post-orden, transporte y recepción de la leche, utilizando un formulario de control interno.</p>	1.1 Revisión documental de la normativa BPP y guías técnicas nacionales e internacionales.	Análisis documental cualitativo. Construcción de matriz de control interno.	Fundamentación Científica 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.	Tablas de frecuencia y gráficos de barras. Cumplimiento del 100% en capacitación; 42,5% de

Objetivo Específico	Actividad	Metodología	Resultados Esperados/Obtenidos
<p>OE2: Evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda conforme a la Norma NTE INEN 9.</p>	2.1 Toma de muestras de leche cruda en las 40 unidades productivas.	Escala: Excelente, Aceptable, No conforme.	no conformidades en higiene.
	2.2 Análisis fisicoquímico: densidad, acidez, grasa, proteína, sólidos totales, punto crioscópico, adulterantes.	Muestreo no probabilístico por conveniencia. Protocolo NTE INEN 4. Refrigeración a 4°C.	40 muestras codificadas y trazables. Cadena de custodia documentada.
	Análisis microbiológico: aerobios mesófilos, coliformes totales	Métodos normalizados:	Resultados cuantitativos por parámetro y por muestra.
	2.4 Comparación con límites normativos NTE INEN 9.	Análisis comparativo. Asignación de cumplimiento (Sí/No) por parámetro.	Recuento microbiano expresado en UFC/mL.
<p>OE3: Identificar las dimensiones de BPP con deficiencias críticas y su posible asociación con parámetros de calidad no conformes.</p>	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	Gráfico de Pareto. La dimensión higiene en ordeño concentra el mayor porcentaje de no conformidades.

Objetivo Específico	Actividad	Metodología	Resultados Esperados/Obtenidos
		relativas acumuladas.	

Elaborado por: (Nuñez J., 2026)

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1. Producción de leche a nivel mundial

Aproximadamente 150 millones de hogares en todo el mundo se dedican a la producción de leche. En la mayoría de los países en desarrollo, la leche es producida por pequeños productores, y esta contribuye al sustento familiar, la seguridad alimentaria y la nutrición. La leche proporciona una rentabilidad relativamente rápida a los pequeños productores y constituye una importante fuente de ingresos (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2023).

La producción de leche a nivel mundial muestra una tendencia creciente durante los último cinco años, pues en el 2019 se registró una producción total de 721.199 toneladas por 1000, alcanzando 788.594 en el 2024 (Tabla 1).

Tabla 1

Producción de leche de vaca en el mundo (toneladas x 1000)

País	2019	2020	2021	2022	2023	2024 (e)
Asia	170.078	184.833	194.633	199.337	209.439	221.028
Unión Europea (UE)	152.581	154.495	153.994	154.264	155.18	147.39
América del norte	108.595	110.932	112.427	112.443	112.54	112.412
América Central del Sur y el Caribe	84.629	86.931	87.748	87.816	88.309	87.381
Europa (Otros - extra UE)	75.238	76.074	75.733	75.111	75.838	75.491
Asia - Sudeste	46.976	49.668	52.222	54.767	57.042	55.829
África	39.197	39.849	42	42.608	42.598	43.875
Oceanía	30.651	30.992	30.974	29.524	29.734	30.222
Asia - Oriente Medio	13.254	14.449	15.579	14.185	14.995	14.965
Mundo	721.199	748.223	765.308	770.055	785.674	788.594
± % respecto al año anterior	+2,41	+3,75	+2,28	+0,62	2.03	+0,37

Nota. Elaborado con base a la información estadística de la FAO (2025)

Las regiones de producción de leche incluidas en conjunto, representan más del 65% de la producción mundial de leche de vaca y alrededor del 80% de las exportaciones mundiales de productos lácteos. Las entregas mundiales de leche promediaron 864,6 millones de litros por día en octubre, un aumento de 35,1 millones de litros por día (+4,2%) en las regiones seleccionadas, en comparación con el mismo período del año pasado (Junta de Desarrollo de Agricultura y Horticultura, 2026).

Por otra parte, se debe considerar que los consumidores siguen valorando mucho los productos lácteos como un componente clave de una dieta saludable, equilibrada y nutritiva. A medida que aumentan los ingresos y la población, se prevé un mayor consumo de productos lácteos a nivel mundial a medio plazo. Se espera que la producción mundial de leche crezca de forma sostenida, impulsada principalmente por un mayor rendimiento por animal. Se proyecta que la producción mundial de leche (81 % de leche de vaca, 15 % de leche de búfala y 4 % de leche de cabra, oveja y camella en conjunto) crezca a un 1,8 % anual durante la próxima década (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE], 2025).

7.2. Producción de leche en el Ecuador

La producción de leche en Ecuador constituye un pilar fundamental en el desarrollo de la industria láctea, de acuerdo al Observatorio Lácteo del Ecuador (OLE, 2024), a nivel nacional genera ingresos para más de 1,5 millones de productores que integran la cadena productiva directa e indirecta, además contribuye al 8,4% del Producto Interno Bruto (PIB) del sector agropecuario.

Los registros más actuales de la producción de leche por día corresponden al año 2023. Según datos del OLE (2024), en el Ecuador se produce alrededor de 29.584.593 de litros al día, siendo Pichincha la provincia que produce el 15,99% de la producción nacional, seguida de Cotopaxi con el 11,50%, en tercer y cuarto lugar se ubican Manabí y Chimborazo con el 11,36% y el 11,33% respectivamente.

Tabla 2

Producción de leche al día por provincia

Provincia	Producción de leche (lt/día)	
Azuay	2.897.817	9,80%
Bolívar	866.882	2,93%
Cañar	1.696.651	5,73%
Carchi	1.561.493	5,28%
Chimborazo	3.352.496	11,33%
Cotopaxi	3.401.370	11,50%

Provincia	Producción de leche (lt/día)	
El Oro	335.781	1,13%
Esmeraldas	550.950	1,86%
Guayas	737.243	2,49%
Imbabura	705.618	2,39%
Loja	652.872	2,21%
Lo Ríos	248.856	0,84%
Manabí	3.360.542	11,36%
Morona Santiago	226.698	0,77%
Napo	310.835	1,05%
Orellana	117.271	0,40%
Pastaza	66.903	0,23%
Pichincha	4.729.323	15,99%
Santa Elena	1.732	0,01%
Santo Domingo de los		
Tsáchilas	1.003.881	3,39%
Sucumbíos	254.962	0,86%
Tungurahua	2.294.743	7,76%
Zamora Chinchipe	209.172	0,71%
Zona no delimitada	502	0,00%
	29.584.593	100,00%

Nota. Elaborado con base a los datos estadísticos del OLE (2024)

Por otra parte, las ventas en 2024 superaron los USD 1.091 millones, lo que representa una reducción del 4,1 % frente a 2023, y la fabricación de alimentos lácteos se distribuye de la siguiente manera:

Tabla 3

Distribución de alimentos lácteo

Alimento lácteo	Porcentaje
Leche fluida	54,3 %
Queso	14,2 %
Leche en polvo	11,3 %
Yogur	9,3 %

Nota. Elaborado con base a los datos estadísticos del OLE (2024)

En cuanto a comercio exterior, el país exportó leche y derivados por un valor de USD 2,31 millones (998 mil toneladas), lo que representa un aumento del 218 % en comparación con 2023, siendo los principales países de destino Estados Unidos, Perú y Colombia; mientras que las importaciones alcanzaron los USD 13,8 millones de productos provenientes de Perú, Chile, Países Bajos y Francia. No obstante, las exportaciones de productos lácteos apenas representan

el 2% de representación del mercado. El 98% de lo que ingresa al mercado formal se comercializa a nivel nacional (Centro de la Industria Láctea del Ecuador, 2025).

De acuerdo a, el 79% del total de las exportaciones de este sector las concentra Estados Unidos, siendo la mayor parte de los envíos yogurt (54%), seguido del queso (42%). En tanto que, Perú representa el 21% del total exportado. Las exportaciones hacia este país se centran 100% en la leche y nata no concentradas, sin adición de azúcar ni otros edulcorantes (Ministerio de Producción Comercio Exterior, Inversión y Pesca [MPCEIP], 2025).

En relación al consumo de leche en Ecuador, anualmente los ecuatorianos ingieren 114 litros, esta cifra se mantiene a la baja en relación con lo establecido por organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS) o la FAO. El consumo per cápita en 2024 fue de 108,7 litros, un decrecimiento de 3,6% frente a 2023. De ese consumo per cápita, 54% corresponde a leche líquida. El restante se reparte entre queso (14,2%), leche en polvo (11,3%), yogures (9,3%) y otros productos (10%) (OLE, 2024).

7.3. Leche

La leche de vaca es un fluido biológico complejo con una amplia gama de propiedades fisicoquímicas que contribuyen a su valor nutricional y funcionalidad (Pathan, 2025).

La producción de leche es una función del número de células secretoras mamarias y la actividad por célula. El número de células secretoras está determinado en gran medida por el crecimiento de la glándula mamaria durante la pubertad y el embarazo. La actividad funcional de las células epiteliales mamarias individuales (CME) está controlada por los entornos endocrino y paracrino y la tasa de eliminación de leche durante la lactancia (Collier y Hernández, 2012).

La producción máxima de leche se alcanza temprano en el ciclo de lactancia de la vaca lechera y es seguida por una disminución en la producción de leche hasta el momento del secado. Esta disminución en la producción de leche puede ser de hasta un 50% después de que se alcanza la producción máxima de leche. La homeostasis de la lactancia se define como el proceso por el cual se mantiene un flujo constante de leche de la glándula mamaria durante todo el período de lactancia. Si la producción de leche se mantuviera perfectamente, entonces no habría curva de lactancia porque la producción de leche no disminuiría a medida que progresara la lactancia. Sin embargo, se sabe que la producción de leche disminuye a una tasa constante, que se describe como la curva de lactancia (Róžańska-Zawieja, et al., 2021).

7.3.1. Composición y propiedades fisicoquímicas

En la industria láctea, la leche cruda de vaca es valorada por sus características físicas y químicas (agua, grasa, proteína, lactosa y minerales), características que se modifican por efecto de factores relacionados con la raza, edad, intervalo entre ordeños, cuartos de ubre, alimentación, enfermedades, estaciones del año y temperatura ambiente (Ruiz-Ortega, et al., 2025). La composición fisicoquímica de la leche de vaca es:

1. 4,0% de grasa
2. 3,6% de proteína
3. 5,0% de lactosa
4. Menos de 0,2% de sales minerales
5. 87,7% de agua

7.3.2. Propiedades Microbiológicas

La leche se considera un alimento altamente perecedero debido a su alto contenido de humedad y su vida útil es normalmente de 3 a 5 horas, además de ser un excelente medio de cultivo para microorganismos. Antes del ordeño, la leche se considera estéril, pero su calidad comienza a deteriorarse durante la manipulación, el procesamiento y el almacenamiento. Además, la contaminación microbiana generalmente proviene de diferentes fuentes. Los microbios patógenos comunes en la leche incluyen *Salmonella* sp., *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter jejuni*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, etc., y son responsables de muchas enfermedades transmitidas por los alimentos (Karmaker et al., 2019).

En la misma línea, la leche cruda puede servir como un medio de crecimiento favorable para una variedad de microbios potencialmente patógenos y causantes de descomposición. Esto se debe a su pH neutro y alta actividad de agua, que pueden favorecer el crecimiento de microorganismos patógenos, incluyendo bacterias y hongos. Como resultado, la MR conlleva un mayor riesgo de contaminación con microorganismos dañinos. Cabe destacar que la leche pasteurizada o UHT se ha sometido a un proceso térmico que tiene como objetivo eliminar los microorganismos patógenos, garantizando su seguridad y reduciendo el riesgo de enfermedades transmitidas por los alimentos (Kazeminia et al., 2023).

Es importante señalar que los criterios microbiológicos para la leche cruda, según la NTE INEN 9:201

Tabla 4*Criterios microbiológicos para la leche cruda*

Requisito	Límite máximo	Método de ensayo
Recuento de microorganismos aerobios mesófilos REP, UFC/cm ³	1,5x10 ⁶	NTE INEN 1529-5
Recuento de células somáticas/cm ³	7,0x10 ⁵	AOAC-978.26

Nota. Tomado de (NTE INEN 9:2012, p. 4).

7.4. Inocuidad y calidad de leche cruda

La leche de una ubre sana contiene pequeñas cantidades de bacterias, pero puede contaminarse con microorganismos del entorno durante la manipulación de la leche y del equipo de ordeño. Los defectos de calidad en los productos lácteos se han atribuido a los altos recuentos microbianos en la leche cruda y a la producción microbiana de enzimas termorresistentes.

7.4.1. Factores que influyen en la calidad de la leche

La calidad microbiológica de la leche cruda es esencial para su seguridad y procesabilidad. En las explotaciones lecheras, la compleja comunidad de leche cruda se acumula gradualmente a medida que la leche se recolecta de la glándula mamaria de la vaca a través del canal del pezón y el equipo de ordeño hasta un tanque refrigerado. Se ha descubierto que factores inherentes a la vaca, como el estado de salud de la ubre o la etapa de lactancia, o de origen ambiental, incluido el aire, el pasto, las heces, la cama, la superficie del pezón, el agua y el alimento, así como las prácticas de manejo, influyen en la aparición de microorganismos en la leche cruda (Ouamba et al., 2023).

Se ha demostrado el impacto de las estaciones y las condiciones climáticas en los cambios en el microbiota de la leche a lo largo del año. La refrigeración de la leche durante el ordeño como se recomienda favorece la proliferación de bacterias psicrófilas, y también mesófilas como lactococos, enterococos, estreptococos o lactobacilos que pueden soportar temperaturas tan bajas como 4°C (Gebremichael, et al., 2024).

Por su parte, Arauco et al. (2025) señala que entre estos factores se incluyen:

1. Nivel de higiene
2. Estado de salud de la vaca

3. El rebaño y el entorno
4. Las condiciones de ordeño y almacenamiento previo
5. Las prácticas de manejo en la granja
6. Las tecnologías empleadas
7. Los riesgos microbianos
8. Los alimentos suministrados al ganado
9. Las prácticas de cría
10. La estación del año
11. La ubicación geográfica

7.5. Métodos para evaluar la calidad de la leche

La producción de un producto de alta calidad es fundamental para garantizar que una organización se diferencie de sus competidores. El análisis de un producto lácteo implica tres acciones sencillas: la recolección de una muestra representativa, su preparación y, finalmente, el análisis mediante métodos y equipos adecuados. La fiabilidad de los resultados analíticos es mayor que la de la técnica de muestreo, y aunque estas actividades son independientes entre sí, pueden influirse significativamente entre sí, el análisis se realiza sobre el producto terminado y los procesos dentro de una explotación láctea. El muestreo puede ser aleatorio, rotacional, por atributos o por variables y es fundamental definir claramente la población que se va a muestrear para obtener un resultado analítico preciso (Burke et al., 2021).

7.5.1. Análisis de las características organolépticas

De acuerdo a la NTE INEN 9:2012, las características organolépticas de la leche cruda:

- Color. Debe ser blanco opalescente o ligeramente amarillento.
- Olor. Debe ser suave, lácteo característico, libre de olores extraños.
- Aspecto. Debe ser homogéneo, libre de materias extrañas.

7.5.2. Requisitos físicos y químicos

Los requisitos físico-químicos que debe poseer la leche cruda son las siguientes.

Tabla 5*Requisitos físico-químicos de la leche cruda*

REQUISITOS	UNIDAD	MIN.	MAX.	MÉTODO DE ENSAYO
Densidad relativa a 15 °C	–	1,029	1,033	NTE INEN 11
a 20 °C		1,028	1,032	
Materia grasa	% (fracción de masa)	3,0	–	NTE INEN 11
Acidez titulable como ácido láctico	% (fracción de masa)	0,13	0,17	NTE INEN 12
Sólidos totales	% (fracción de masa)	11,2	–	NTE INEN 13
Sólidos no grasos	% (fracción de masa)	8,2	–	NTE INEN 14
Cenizas	% (fracción de masa)	0,65	–	*
Punto de congelación (punto crioscópico) °C	°C	-0,536	-0,512	NTE INEN 14
Punto de congelación (punto crioscópico) °H	°H	-0,555	-0,530	NTE INEN 15
Proteínas	% (fracción de masa)	2,9	–	NTE INEN 15
Ensayo de reductasa (azul de metileno)	h	3	–	NTE INEN 16
Reacción de estabilidad proteica (prueba de alcohol)	Para leche destinada a paturización: No se coagulará NTE INEN 1500 de alcohol) por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 58 % en peso o 75% en volumen; y para la leche destinada a ultrapaturización: No se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol neutro			NTE INEN 1500

		de 71% en peso o 78 % en volumen			
Presencia de neutralizantes	–		Negativo	–	NTE INEN 1500
Presencia de conservantes	–		Negativo	–	NTE INEN 1500
Presencia de adulterantes	–		Negativo	–	NTE INEN 1500
Grasas vegetales	–		Negativo	–	NTE INEN 1500
Suero de leche	–		Negativo	–	NTE INEN 2401
Prueba de Brucelosis	–		Negativo	–	Prueba de anillo PAL (Ring Test) Los establecidos en el compendio de métodos de análisis identificados como idóneos para respaldar los LMR del codex®
Residuos de medicamentos veterinarios	µg/l		–		MRL, establecidos en el CODEX Alimentarius CAC

Nota. Tomado de NTE INEN 9:2012

7.5.3. Parámetros de calidad de la leche

En Ecuador, los parámetros de calidad de la leche cruda se rigen a la norma INEN 009:2012 (Quinta versión), debiendo cumplir con los requisitos referentes a las propiedades organolépticas, propiedades físico-química y aspectos microbiológicos.

7.5.3.1. Materia grasa

“es aquella cantidad, expresada en porcentaje de masa, sustancias y principalmente grasas, que se extraen de la leche mediante técnicas normalizadas” (INEN 12, 1973-06, p. 1).

7.5.3.2. Acidez titulable

“Es la cantidad de ácido láctico representada en ppm o % que posee una sustancia (leche) que se determina mediante procedimientos normalizados estableciendo el conjunto de acidez actual y potencial que indica los grupos H⁺ libres” (NTE INEN 13:1984, p. 1).

7.5.3.3. Proteínas

“Son aquellas macromoléculas biológicas compuestas por cadenas lineales de aminoácidos. Es uno de los principales componentes estructurales y funcionales de las células y desempeña una amplia variedad de funciones en los organismos vivos” (NTE INEN 16, 2015-1, p. 1).

7.5.3.4. Aerobios mesófilos

Son aquellos microorganismos que se desarrollan en presencia de oxígeno libre y a una temperatura comprendida entre 20°C y 45°C con una zona óptima entre 30°C y 40°C, este grupo diverso de bacterias que se encuentran en una amplia variedad de ambientes, como suelos, aguas, alimentos y el tracto digestivo de animales y humanos. Estos microorganismos desempeñan un papel importante en la descomposición de la materia orgánica y en la biodegradación de diferentes compuestos (NTE INEN 1529-5, 2006, p. 1).

8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

¿Qué conexión existe entre el grado de aplicación de las Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) y las características fisicoquímicas y microbiológicas de la leche fresca de los proveedores en el centro de acopio Asociación Sierra Nevada del cantón Salcedo?

9. METODOLOGÍA

9.1. Tipo de investigación descriptiva

Para Guevara et al. (2020), la investigación descriptiva tiene como finalidad detallar las características principales de grupos homogéneos de fenómenos, mediante la aplicación de criterios sistemáticos que permitan identificar su estructura y comportamientos, además este tipo de estudio genera información organizada, objetiva y susceptible de comparación con datos que provienen de otras fuentes, lo cual facilita una comprensión clara del fenómeno analizado.

La presente investigación es de tipo descriptiva porque se enfocó en evaluar y caracterizar la calidad e inocuidad de la leche cruda que proviene de los proveedores del centro de acopio, sin intervenir ni modificar las condiciones del proceso productivo.

9.1.1. Investigación Cuantitativa-Cualitativa

De acuerdo al criterio de Haro (2025), la investigación mixta, integra enfoques cuantitativos y cualitativos dentro de un mismo estudio, es decir, combina medición estadística con interpretación contextual, triangulando los resultados para la obtención de conclusiones más complejas. La parte cuantitativa recolecta datos numéricos mediante instrumentos estructurados

como encuestas o experimentos y los analiza con estadísticas para estimar relaciones entre variables, mientras que la parte cualitativa genera datos textuales y visuales y los interpreta mediante codificación temática para construir explicaciones profundas y contextualizadas.

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo-cualitativo porque combinó el análisis estadístico de parámetros físicoquímicos y microbiológicos de la leche con la evaluación descriptiva de las Buenas Prácticas Pecuarias mediante encuestas y listas de verificación, esto permitió obtener datos numéricos, y al mismo tiempo, interpretar las condiciones de manejo en las unidades productivas.

9.1.2. No probabilístico

La investigación actual fue llevada a cabo utilizando un muestreo que no es probabilístico, dado que la selección de las unidades de análisis no se efectuó de forma aleatoria, sino que se basó en criterios específicos previamente determinados de acuerdo con los fines del estudio.

Se consideró que el muestreo no probabilístico era el más apropiado, ya que la investigación estuvo centrada únicamente en los proveedores del centro de acopio conocido como Asociación Sierra Nevada, ubicado en el cantón Salcedo. Dichos proveedores representan una población específica que es accesible y está directamente conectada con la producción y distribución de la leche cruda sometida a evaluación. En este contexto, la selección de la muestra fue influenciada por la disponibilidad de los productores, la satisfacción de los criterios de inclusión establecidos y la posibilidad de realizar análisis físicoquímicos y microbiológicos de la leche.

Además, este tipo de muestreo facilitó la obtención de datos específicos y precisos sobre el grado de adopción de las Buenas Prácticas Pecuarias y su vínculo con la calidad físicoquímica y microbiológica de la leche cruda, que es el foco principal de la investigación. Es importante resaltar que, aunque el muestreo no probabilístico limita la posibilidad de extender los resultados a otras poblaciones, resulta adecuado cuando el objetivo es examinar una realidad particular, como ocurre con los proveedores de la Asociación Sierra Nevada.

Por lo tanto, el muestreo no probabilístico permitió realizar una evaluación directa y contextualizada de las circunstancias de producción, sanitarias y de calidad de la leche cruda, facilitando el alcance de los objetivos establecidos en este estudio.

9.2.Modalidad básica de investigación

La modalidad de la investigación fue:

De campo

Para Mendoza (2024), la investigación de campo se caracteriza por el contacto personal del investigador con los participantes y el contexto donde ocurre el fenómeno de estudio, abarca varias técnicas y métodos específicos para examinar a las personas en su entorno natural, lo que implica que la recolección de información se realiza directamente en el lugar donde se desarrollan los hechos, es decir el investigador va al lugar donde se encuentran los participantes.

La presente investigación fue de campo debido a que la recolección de datos se realizó directamente en el lugar donde ocurre el fenómeno estudiado, es decir, en el centro de acopio “Asociación Sierra Nevada”, del cantón Salcedo. Se llevaron a cabo visitas in situ para aplicar encuestas, listas de verificación de Buenas Prácticas Pecuarias y toma de muestras de leche cruda, lo cual ayudó a obtener información primaria en condiciones reales de manejo, ordeño, transporte y recepción.

9.2.1. Descripción de la zona de estudio

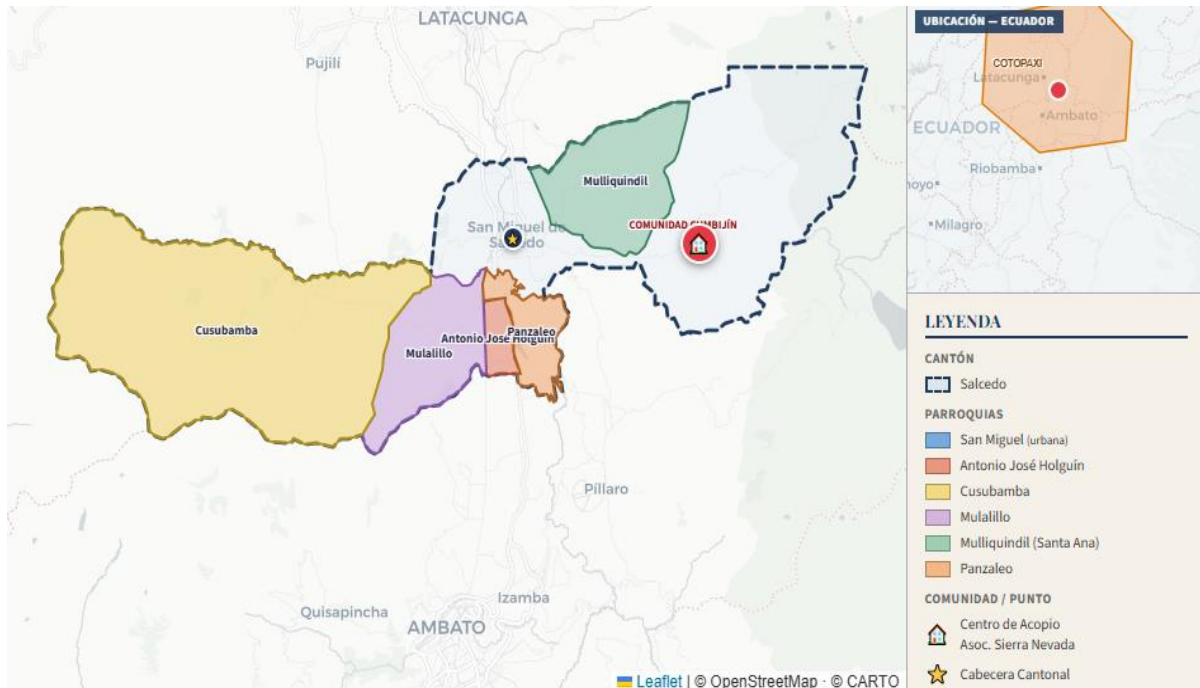
Como población se centró en los productores asociados que entregan leche cruda al centro de acopio Asociación Sierra Nevada del cantón Salcedo y se trabajó con una muestra representativa bajo los siguientes criterios:

El presente estudio se llevará a cabo en la comunidad de Cumbijín se encuentra ubicada en el sector oriental de la Parroquia San Miguel del Cantón Salcedo, el sector se encuentra a una altitud de 3.410 msnm y sus coordenadas geográficas son latitud: 1,04837° S; longitud: 78,49168° O, en la misma que se encuentra el centro de acopio de la Asociación Sierra Nevada. La comunidad de Cumbijín, lugar donde se realizará el presente estudio, posee las siguientes condiciones meteorológicas descritas en la presente.

Tabla 6

Condiciones meteorológicas

CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
TEMPERATURA °C	0° A 14 °C
CLIMA	PARCIALMENTE NUBLADO
HUMEDAD RELATIVA %	84%
ALTITUD MSNM	3.410 MSNM

Figura 1.*Mapa de Ubicación***Fuente:** Qgis

9.3. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

9.3.1. 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 “Asociación Sierra Nevada”, 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

9.3.2. 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.

- **Salud y bienestar animal (8 puntos máximos).**

Esta sección hace referencia a las condiciones y manejo de los animales de tal forma que garanticen su comportamiento normal y su calidad de vida, es primordial que los procedimientos de manejo sean adecuados, no solamente para asegurar el bienestar animal sino también porque puede marcar la diferencia entre pérdidas y ganancias, tanto por la calidad del producto como por la seguridad de los operarios (Agrocalidad, 2012).

Tabla 7

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 médico veterinario?	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> NC	
		<input type="checkbox"/> NA		
1.2	¿Los animales en ordeño se encuentran libres de signos clínicos evidentes de enfermedades (mastitis clínica, cojeras severas, secreciones anormales)?	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> NC	
		<input type="checkbox"/> NA		
1.3	¿Se realizan pruebas diagnósticas para tuberculosis y brucelosis según lo establece la normativa sanitaria nacional?	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> NC	
		<input type="checkbox"/> NA		
1.4	¿Se lleva un registro individual o grupal de tratamientos veterinarios, observándose el respeto por los periodos de retiro de medicamentos?	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> NC	
		<input type="checkbox"/> NA		

Fuente: Agrocalidad

- **Higiene y sanidad en el ordeño (18 puntos máximos)**

Esta sección tiene como propósito evaluar si el proceso de ordeño se ejecuta bajo condiciones higiénico sanitarias que minimicen la contaminación física, química y microbiológica de la leche cruda, así mismo busca garantizar un manejo eficiente del personal como de los animales

y asegurar la condición sanitaria y de inocuidad del producto desde su origen (Agrocalidad, 2012).

Tabla 8

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, protegido, limpio, seco y de fácil limpieza (piso de cemento o similar)?	<input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> NA	<input type="checkbox"/> NC	
2.2	¿Los ordeñadores utilizan indumentaria limpia (mandil, overol o ropa exclusiva para ordeño) y se lavan y desinfectan las manos antes del ordeño?	<input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> NA	<input type="checkbox"/> NC	
2.3	¿Se realiza la limpieza (lavado) de los pezones antes del ordeño?	<input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> NA	<input type="checkbox"/> NC	
2.4	¿Se realiza el secado de los pezones con toallas individuales desechables o limpias antes de iniciar la extracción de leche??	<input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> NA	<input type="checkbox"/> NC	
2.5	¿Se practica la prueba de CMT (California Mastitis Test) o prueba de fondo oscuro de forma regular (al menos semanal) para detectar mastitis subclínica?	<input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> NA	<input type="checkbox"/> NC	
2.6	¿ Los primeros chorros de leche de cada cuarto se descartan en un recipiente a parte (taza de fondo oscuro o similar), nunca en el piso?	<input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> NA	<input type="checkbox"/> NC	
2.7	¿ El equipo de ordeño (mecánico) o utensilios (manual: baldes, recipientes) están en buen estado, ¿sin óxido ni daños?	<input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> NA	<input type="checkbox"/> NC	
2.8	¿El equipo de ordeño es lavado inmediatamente después de cada uso con agua caliente y detergente?	<input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> NA	<input type="checkbox"/> NC	
2.9	¿Se realiza desinfección del equipo de ordeño después del lavado (con cloro, yodo u otro desinfectante aprobado)?	<input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> NA	<input type="checkbox"/> NC	

Fuente: Agrocalidad

- **Infraestructura y condiciones ambientales (6 puntos máximos)**

En esta sección se verifica que las instalaciones garanticen las condiciones que permitan mantener el bienestar animal, la higiene y bioseguridad, de tal manera que se minimice el nivel de contaminación, permita el mantenimiento y limpieza adecuada; y exista una protección eficaz contra la proliferación de enfermedades (Agrocalidad, 2012).

Tabla 9

Infraestructura y condiciones ambientales

Ítem	Criterio de Auditoría	Calificación (C/NC/NA)		Evidencia Objetiva/observaciones
3.1	¿Las instalaciones (corrales, establos) proveen espacio suficiente, ventilación adecuada y protección contra inclemencias climáticas?	<input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> NA	<input type="checkbox"/> NC	
3.2	¿Los pisos de corrales y área de ordeño permiten drenaje adecuado, evitando acumulación de agua y estiércol?	<input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> NA	<input type="checkbox"/> NC	
3.3	¿Se realiza limpieza regular (al menos diaria) de corrales y área de ordeño, con remoción de estiércol?	<input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> NA	<input type="checkbox"/> NC	

Fuente: Agrocalidad

- **Alimentación y agua (6 puntos máximos)**

Esta sección se enfoca en garantizar que la alimentación y la hidratación de los animales no sean fuente de contaminantes, es decir que los alimentos, suplementos y aditivos que se suministren a los animales de ordeño deben estar registrados ante la entidad competente, así mismo el agua de consumo animal y para procesos de limpieza de los equipos y utensilios de ordeño y almacenamiento y conservación de la leche deben ser de buena calidad (Agrocalidad, 2012).

Tabla 10*Alimentación y agua*

Ítem	Criterio de Auditoría	Calificación (C/NC/NA)	Evidencia Objetiva/observaciones
4.1	¿Los forrajes, concentrados y suplementos se almacenan en condiciones que evitan su contaminación con hongos, plagas o productos químicos (bodega techada, elevados del suelo)?	<input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NA	
4.2	¿El agua de bebida para los animales es limpia, libre de contaminación visible y está accesible permanentemente?	<input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NA	
4.3	¿Existe control de plagas (roedores, insectos) en las áreas de almacenamiento de alimento y ordeño?	<input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NA	

Fuente: Agrocalidad

- **Manejo post-ordeño y almacenamiento de la leche cruda (12 puntos máximos)**

En esta sección se evalúa las prácticas críticas para mantener la calidad de la leche desde el ordeño hasta su entrega al centro de acopio (Agrocalidad, 2012)

Tabla 11*Manejo post-ordeño y almacenamiento de la leche cruda*

Ítem	Criterio de Auditoría	Calificación (C/NC/NA)	Evidencia Objetiva/observaciones
5.1	¿La leche es filtrada inmediatamente después del ordeño para eliminar impurezas visibles (mediante colador o filtro de tela limpia)?	<input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NA	
5.2	¿La leche se enfría rápidamente después del ordeño a una temperatura $\leq 4-6^{\circ}\text{C}$ mediante tanque de enfriamiento, baño maría con hielo o refrigerador?	<input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NA	
5.3	¿El recipiente de almacenamiento (tanque, pichingas, bidones) es de acero inoxidable, aluminio o material apto para alimentos, sin óxido ni daños?	<input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> NC <input type="checkbox"/> NA	

5.4	¿Los recipientes de transporte (pichingas, tanques) son lavados con agua y detergente después de cada uso?	<input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> NA	<input type="checkbox"/> NC
5.5	¿Los recipientes de transporte son desinfectados (con cloro, yodo u otro desinfectante) después del lavado y antes del siguiente uso?	<input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> NA	<input type="checkbox"/> NC

Fuente: Agrocalidad

- **Capacitación, registros y trazabilidad (6 puntos máximos)**

En esta sección se verifica la documentación, que es una herramienta fundamental en la aplicación de Buenas Prácticas de Producción de Leche, ya que permite a todo el personal tener conocimiento de los procedimientos que debe cumplir y las labores que deben desarrollar y registrar (Agrocalidad, 2012).

Tabla 12

Capacitación, registros y trazabilidad

Ítem	Criterio de Auditoría	Calificación (C/NC/NA)	Evidencia Objetiva/observaciones
6.1	¿El personal involucrado en el ordeño y manejo de la leche ha recibido capacitación formal o informal en Buenas Prácticas Pecuarias o higiene en ordeño?	<input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> NA	<input type="checkbox"/> NC
6.2	¿Existen registros (cuadernos, planillas) de producción diaria de leche?	<input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> NA	<input type="checkbox"/> NC
6.3	¿Se mantienen registros de tratamientos veterinarios, control de mastitis y limpieza de equipos?	<input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> NA	<input type="checkbox"/> NC

Fuente: Agrocalidad

- **Resumen y Cumplimiento:**

Tabla 13*Resumen y Cumplimiento*

≥ 90% (Excelente): Cumplimiento sobresaliente. Riesgo mínimo para la inocuidad.
75% - 89% (Aceptable): Cumplimiento adecuado. Se identificaron desviaciones menores que requieren acciones correctivas.
60% - 74% (Crítico): Cumplimiento insuficiente. Existen desviaciones significativas que representan un riesgo alto para la inocuidad. Se requiere un plan de acción inmediato.
< 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.

Fuente: Agrocalidad

9.4. Análisis de laboratorio

La toma de muestras se realizó durante la entrega de leche al centro de acopio en la mañana, con el objetivo de garantizar que las muestras representen de manera adecuada las condiciones del ordeño diario. Cada productor aportó aproximadamente 50 ml de leche, recolectados en envases estériles de polipropileno identificados. Las muestras se conservaron bajo refrigeración inmediata a una temperatura entre 4 y 6 °C dentro de una cooler con hielo gel, y fueron transportadas en un tiempo no mayor a cuatro horas hacia el laboratorio de Agrocalidad Cotopaxi, manteniendo en todo momento la cadena de frío y para garantizar la representatividad del estudio, se recomienda realizar entre dos y tres muestreos en semanas diferentes.

Los análisis se efectuaron en el Laboratorio de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (Agrocalidad), ubicado en la provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga, Av. Atahualpa. Se realizaron pruebas fisicoquímicas, composicionales, de detección de adulterantes y microbiológicas, siguiendo los protocolos establecidos en las normas INEN correspondientes.

Entre los análisis fisicoquímicos se incluyó la prueba de alcohol al 75 %, de acuerdo con la NTE INEN 1500, cuyo fundamento consiste en la detección de leche ácida mediante la coagulación al contacto con etanol. Los resultados se interpretaron de la siguiente manera: una

reacción negativa (sin coagulación) indica leche apta, mientras que una reacción positiva (coagulación) indica leche ácida.

Para el análisis composicional, se utilizó un analizador MilkoScan Mars, basado en espectroscopía infrarroja con transformada de Fourier (FTIR), con el cual se determinaron los parámetros de grasa, proteína, sólidos no grasos y sólidos totales, cada análisis requirió entre 5 y 10 ml de muestra, con un tiempo de lectura menor a un minuto. El pH se midió mediante un pH-metro digital calibrado, aplicando el método electrométrico, considerando como rango esperado valores entre 6,4 y 6,8. La densidad se determinó mediante un lactodensímetro de Quevenne o termo-lactodensímetro, siguiendo la norma NTE INEN 11, a una temperatura de referencia de 15 °C (con corrección si fue necesario), con un rango esperado entre 1.028 y 1.033 g/cm³.

El análisis de adulterantes incluyó la detección de almidón mediante la prueba de Lugol (NTE INEN 1500), que consiste en adicionar 2 a 3 gotas del reactivo a 5 ml de leche; la aparición de una coloración azul oscuro o violeta indica resultado positivo. Asimismo, se determinó la presencia de sacarosa utilizando la reacción de Seliwanoff, la cual genera una coloración roja en caso de detección positiva.

En cuanto a los análisis microbiológicos, se realizaron recuentos de aerobios mesófilos y conteo de células somáticas mediante un equipo BacSomatic, basado en citometría de flujo con fluorescencia. Esta técnica permite la tinción del ADN bacteriano y celular, proporcionando un conteo automatizado. Los límites establecidos por la NTE INEN 9 fueron de 1.5×10^6 UFC/ml para aerobios mesófilos y 7×10^5 células/ml para células somáticas.

Además del análisis de laboratorio, se aplicaron encuestas y listas de verificación con el propósito de evaluar las prácticas de manejo durante el ordeño y el transporte de leche en las fincas participantes. El instrumento empleado fue un cuestionario estructurado, basado en la Guía de Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) de Agrocalidad, además de una ficha de auditoría de buenas prácticas pecuarias. Las encuestas y check list se aplicaron mediante visitas in situ a las unidades de producción lechera.

Los aspectos evaluados incluyeron la infraestructura del área de ordeño, limpieza y desinfección de ubres, higiene del ordeñador (manos y vestimenta), estado y limpieza de los utensilios (baldes, pichingas, ordeñadoras), método de ordeño (manual o mecánico), sistema de enfriamiento y almacenamiento, tipo de transporte al centro de acopio, control de mastitis y sanidad animal y la existencia de registros productivos o sanitarios.

El procesamiento y análisis de los datos se llevó a cabo utilizando los programas Microsoft Excel, SPSS Statistics, en el que se aplicó estadística descriptiva para determinar medidas de tendencia central, medidas de dispersión (desviación estándar, coeficiente de variación y rangos), y frecuencias y porcentajes de cumplimiento por parámetro.

Posteriormente, los resultados se compararon con los valores de referencia establecidos en la NTE INEN 9, permitiendo clasificar las muestras según su cumplimiento normativo e identificar los parámetros críticos con mayor porcentaje de incumplimiento. De manera complementaria, se consideró la posibilidad de realizar análisis de correlación entre el conteo de células somáticas y los parámetros composicionales entre las prácticas de manejo y la calidad microbiológica.

Durante la ejecución del estudio se garantizó el consentimiento informado de los productores participantes, asegurando la confidencialidad de los datos individuales.

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los datos expuestos en la Tabla 14 facilitan el examen de los niveles de clasificación obtenidos por los agricultores del Centro de Acopio Sierra Nevada. De los 40 agricultores analizados, no se encontraron en las categorías Crítico (60 %–74 %) ni No aceptable (< 60 %), indicando que todos los evaluados lograron niveles de cumplimiento que son iguales o superiores al rango considerado aceptable.

En lo que respecta a las categorías más altas, 27 agricultores (67,5 %) se clasificaron en el nivel Aceptable (75 %–89 %), mostrando un cumplimiento adecuado con los criterios definidos, aunque con espacio para la mejora. Además, 13 agricultores (32,5 %) lograron la categoría Excelente (≥ 90 %), lo que denota un nivel elevado de cumplimiento con los indicadores evaluados y un rendimiento destacado en los procesos revisados.

En términos generales, los hallazgos indican que los agricultores del Centro de Acopio Sierra Nevada presentan un desempeño positivo, caracterizado por la inexistencia de clasificaciones críticas o inaceptables. No obstante, es evidente la necesidad de poner en marcha estrategias que fortalezcan y mejoren continuamente para elevar el rendimiento de los agricultores en el nivel aceptable hacia la categoría excelente.

10.1. Niveles de categorización de los productores de Centro de acopio sierra nevada.

Levantamiento de información a los 40 productores activos de Centro de acopio Sierra nevada, se obtuvo los siguientes datos:

Tabla 14

Niveles de categorización de los productores de Centro de acopio sierra nevada.

Crítico	No Aceptable	Aceptable	Excelente
60% - 74%	< 60%	75% - 89%	≥ 90%
0	0	27	13
Total: 40			

Fuente: Agrocalidad

Tabla 15

Productores del Centro de acopio sierra nevada.

Nombre:	Sección 1: Salud Animal	Sección 2: Higiene en Ordeño	Sección 3: Infraestructura	Sección 4: Alimentación y Agua	Sección 5: Post-Ordeño	Sección 6: Capacitación y Registros	TOTAL	PORCENTAJE
Alcides Naula	6	10,0	6,0	6,0	10	6,0	44	88%
Alejandro Placencia	6	16	6	6	10	6	50	94%
Amable Lema	6	10	2	6	10	6	40	77%
Celia Jami	4	10	6	6	10	6	42	84%
Diego Nula	6	18	6	6	10	6	52	96%
Edgar Jaya	6	10	6	6	10	6	44	88%
Edison Caiza	6	10	6	6	10	6	44	88%
Elvia Jaya	6	10	6	6	10	6	44	88%
Erika Chicaiza	6	16	6	6	10	6	50	94%
Eva Caiza	6	10	6	6	10	6	44	88%
Hugo Chacha	6	18	6	6	10	6	52	96%
Hugo Plasencia	6	10	6	6	10	6	44	88%
Janeth Jaya	6	10	6	6	10	6	44	88%

Leidy Chuquitarco	6	10	6	6	10	6	44	88%
Lorena Jami	6	10	6	6	10	6	44	88%
Louder Plasencia	6	16	6	6	10	6	50	94%
Margarita Tercero	6	16	6	6	10	6	50	94%
Martha Calapiña	6	10	6	6	10	6	44	88%
Michael Nula	6	10	6	6	10	6	44	88%
Miguel Plasencia	6	10	6	6	10	6	44	88%
Narcizo Nula	6	18	6	6	10	6	52	96%
Resurreccion Caiza	6	10	6	6	10	6	44	88%
Santiago Nula	6	16	6	6	10	6	50	94%
Santiago Naula	6	18	6	6	10	6	52	96%
Saul Nula	6	18	6	6	10	6	52	96%
Vanessa Guano	6	10	6	6	10	6	44	88%
Diego Minta	6	14	4	6	8	6	44	83%
Jessica Tercero	4	14	6	4	10	6	44	88%
Leonela Quiroga	6	16	6	6	10	6	50	94%
Lidia Chizaiza	6	14	2	6	10	6	44	81%
Marcial Chicaiza	6	14	4	6	10	6	46	87%
Mario Jami	6	10	6	4	10	6	42	83%
Nelly Laguazuiza	6	10	2	6	10	6	40	83%
Nelson Naula	6	16	6	6	10	6	50	94%
Ramiro Pilatasig	6	16	2	6	10	6	46	83%
Ricardo Caizalitin	4	16	4	4	10	6	44	79%
Rodrigo Laguatasig	4	12	4	6	10	6	42	81%
Rosa Elvira Chicaiza	6	14	0	6	10	6	42	75%

Walter Chicaiza	6	14	4	6	10	6	46	87%
Zonia Cortez	6	18	6	6	10	6	52	96%

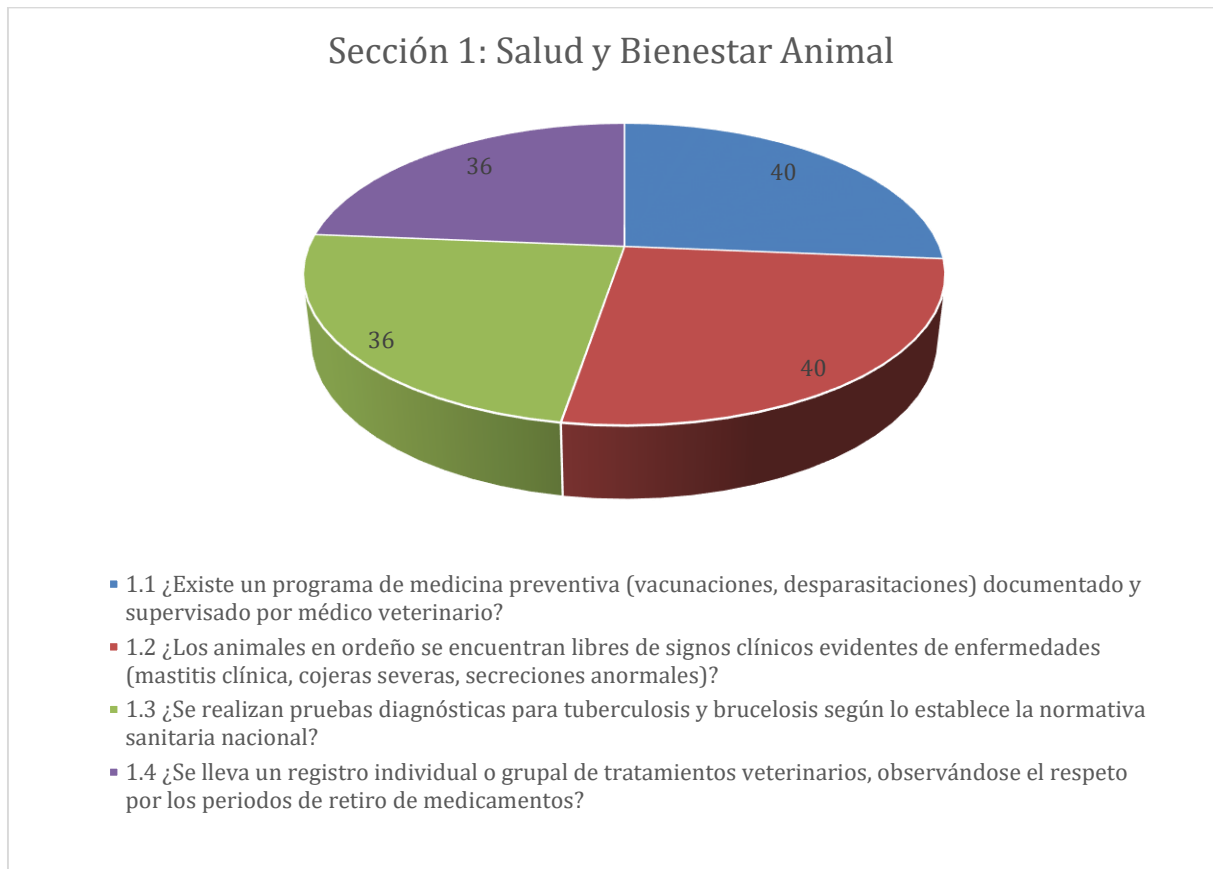
10.1.1. Resultados del control interno sobre Buenas Prácticas Pecuarias por secciones:

Tabla 16

Salud y Bienestar Animal

Ítem	Criterio de Auditoría	Cumplen	No cumplen	No aplican	Porcentaje
1.1	¿Existe un programa de medicina preventiva (vacunaciones, desparasitaciones) documentado y supervisado por médico veterinario?	40			100%
1.2	¿Los animales en ordeño se encuentran libres de signos clínicos evidentes de enfermedades (mastitis clínica, cojeras severas, secreciones anormales)?	40			100%
1.3	¿Se realizan pruebas diagnósticas para tuberculosis y brucelosis según lo establece la normativa sanitaria nacional?	36	4		90%
1.4	¿Se lleva un registro individual o grupal de tratamientos veterinarios, observándose el respeto por los periodos de retiro de medicamentos?	36	4		90%

Elaborado por: (Nuñez, 2026)

Figura 2*Salud y Bienestar Animal*

Nota: Elaborado en Excel

Los resultados indican un alto nivel de acuerdo en la mayoría de los ítems evaluados. El 100% de los productores cuentan con un programa de medicina preventiva documentado y mantienen animales lecheros sin signos clínicos evidentes de enfermedad, lo que cumple con los requisitos de Agrocalidad para garantizar el bienestar animal y la seguridad de la leche. Sin embargo, el 10% de los productores no realiza pruebas diagnósticas de tuberculosis y brucelosis, lo que constituye un *brecha sanitaria relevante, ya que ambas enfermedades son zoonóticas y requieren de control obligatorio en el país. Asimismo, un 10% no lleva registros adecuados de los tratamientos veterinarios, lo que puede poner en riesgo el cumplimiento de los plazos de liberación de medicamentos. El apartado proporciona un cumplimiento global satisfactorio, aunque necesita reforzar el seguimiento sanitario y la trazabilidad del tratamiento.

Tabla 17

Higiene en Ordeño

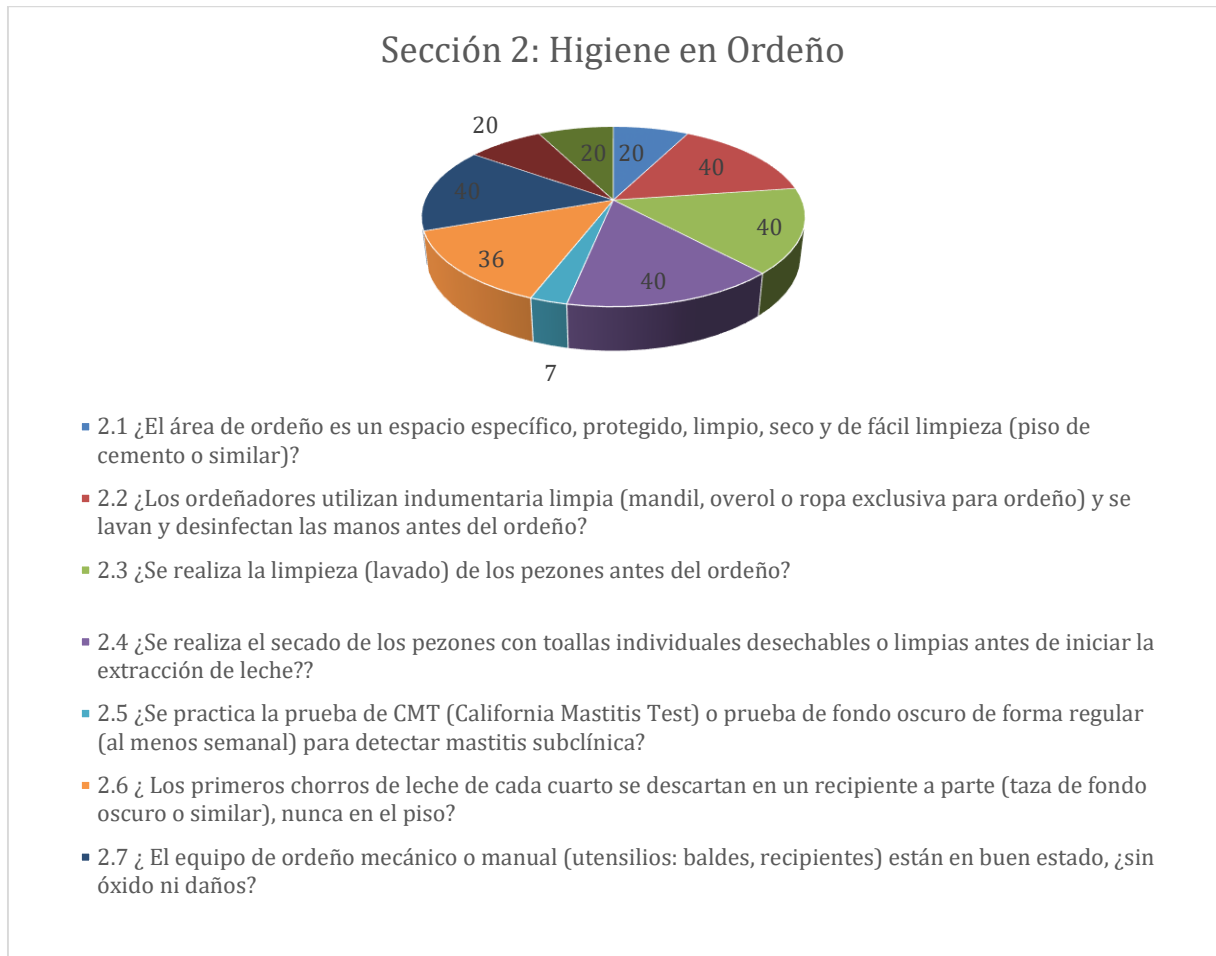
Ítem	Criterio de Auditoría	Cumplen	No cumplen	No aplica	Problema
2.1	¿El área de ordeño es un espacio específico, protegido, limpio, seco y de fácil limpieza (piso de cemento o similar)?	20	1	19	50%
2.2	¿Los ordeñadores utilizan indumentaria limpia (mandil, overol o ropa exclusiva para ordeño) y se lavan y desinfectan las manos antes del ordeño?	40			100%
2.3	¿Se realiza la limpieza (lavado) de los pezones antes del ordeño?	40			100%
2.4	¿Se realiza el secado de los pezones con toallas individuales desechables o limpias antes de iniciar la extracción de leche??	40			100%
2.5	¿Se practica la prueba de CMT (California Mastitis Test) o prueba de fondo oscuro de forma regular (al menos semanal) para detectar mastitis subclínica?	7	33		17,5%
2.6	¿ Los primeros chorros de leche de cada cuarto se descartan en un recipiente a parte (taza de fondo oscuro o similar), nunca en el piso?	36	4		90%
2.7	¿ El equipo de ordeño mecánico o manual (utensilios: baldes, recipientes) están en buen estado, ¿sin óxido ni daños?	40			100%
2.8	¿El equipo de ordeño es lavado inmediatamente después de cada uso con agua caliente y detergente?	20	2	18	50%
2.9	¿Se realiza desinfección del equipo de ordeño después del lavado (con	20	2	18	50%

cloro, yodo u otro desinfectante aprobado)?

Elaborado por: (Nuñez, 2026)

Figura 3.

Higiene en Ordeño



Nota: Elaborado en Excel

Esta sección mostró las principales deficiencias del sistema de producción. Si bien se observó un cumplimiento total en prácticas básicas como higiene del ordeño, lavado y secado de frijoles y estado de los equipos, existen errores importantes en procedimientos clave exigidos por Agrocalidad. El 50% de las instalaciones de producción no cuentan con un área de ordeño con suficientes condiciones estructurales, lo que aumenta el riesgo de contaminación de la leche. Asimismo, sólo el 17,5% realiza periódicamente el test de mastitis subclínica (CMT), lo que demuestra una grave debilidad en la detección precoz de la mastitis, principal motivo del deterioro de la calidad higiénico-sanitaria de la leche. Además, se encontraron inconsistencias

significativas en el lavado de equipos de ordeño (45%) y desinfección (50%), que son prácticas obligatorias según las BPF. Esta sección está clasificada como crítica y es el principal punto de riesgo en la asociación calificada para la seguridad de la leche cruda.

Tabla 18

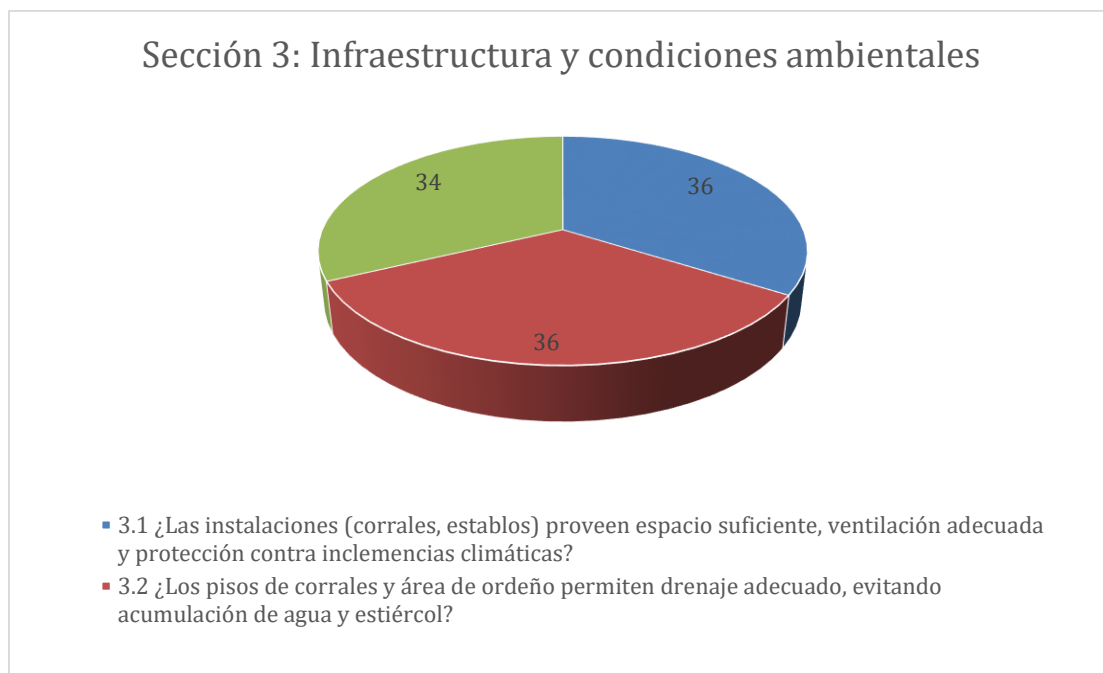
Infraestructura y condiciones ambientales

Ítem	Criterio de Auditoría	Cumplen	No cumplen	No aplica	Porcentaje
3.1	¿Las instalaciones (corrales, establos) proveen espacio suficiente, ventilación adecuada y protección contra inclemencias climáticas?	36	4		90%
3.2	¿Los pisos de corrales y área de ordeño permiten drenaje adecuado, evitando acumulación de agua y estiércol?	36	4		90%
3.3	¿Se realiza limpieza regular (al menos diaria) de corrales y área de ordeño, con remoción de estiércol?	34	5	1	85%

Elaborado por: (Nuñez, 2026)

Figura 4.

Infraestructura y condiciones ambientales



Elaborado por: (Nuñez, 2026)

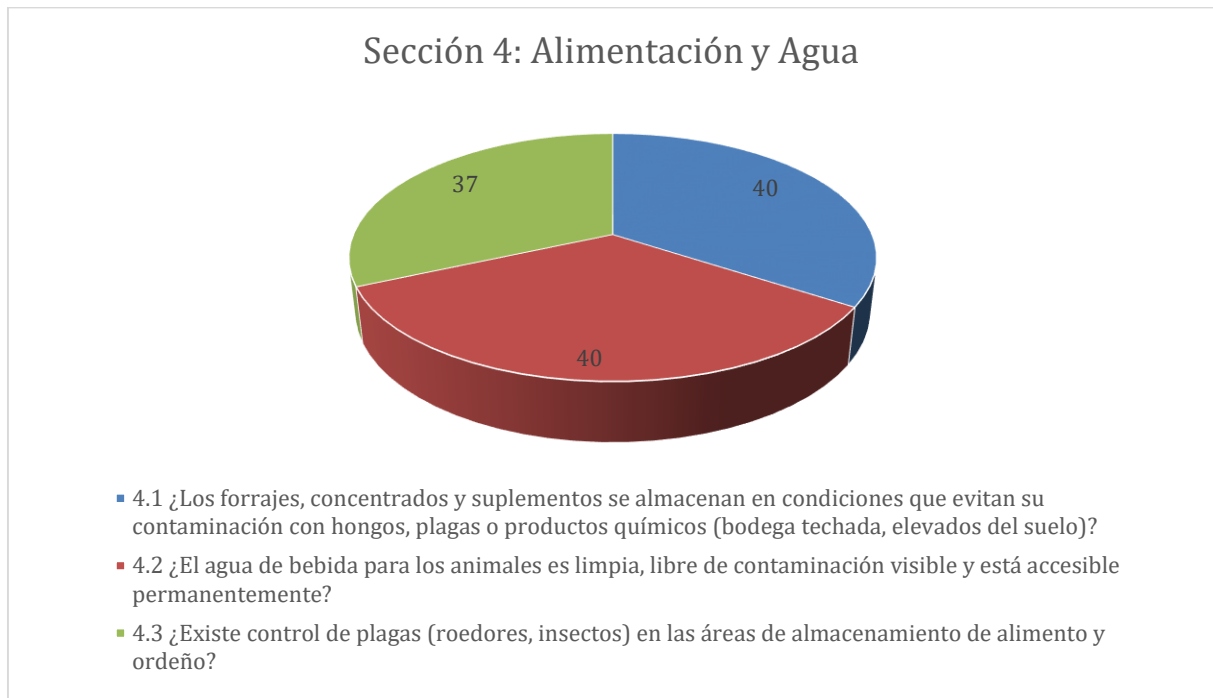
Los resultados muestran un nivel aceptable de cumplimiento. La mayoría de los fabricantes cuentan con instalaciones con ventilación adecuada, drenaje funcional y rutinas de limpieza diarias. Sin embargo, entre el 10% y el 15% de las discrepancias observadas pueden contribuir a la acumulación de humedad y materia orgánica, condiciones que contribuyen a la mastitis ambiental y la contaminación microbiológica. En general estado adecuado, pero se necesitan mejoras especiales en la gestión higiénica del local.

Tabla 19

Alimentación y Agua

Ítem	Criterio de Auditoría	Cumplen	No cumplen	No aplica
4.1	¿Los forrajes, concentrados y suplementos se almacenan en condiciones que evitan su contaminación con hongos, plagas o productos químicos (bodega techada, elevados del suelo)?	40		
4.2	¿El agua de bebida para los animales es limpia, libre de contaminación visible y está accesible permanentemente?	40		
4.3	¿Existe control de plagas (roedores, insectos) en las áreas de almacenamiento de alimento y ordeño?	37	3	

Elaborado por: (Nuñez, 2026)

Figura 5.*Alimentación y Agua*

Nota: Elaborado en Excel

Fue evidente el cumplimiento casi total de los criterios evaluados. Los productores almacenan adecuadamente los alimentos y garantizan el acceso constante a agua potable de acuerdo con los requisitos de Agrocalidad. El control de plagas mostró una tasa de incumplimiento del 7,5%, lo que se consideró bajo, pero podría mejorarse para evitar la contaminación del alimento y el área de ordeño. Un tramo con desempeño satisfactorio y bajo riesgo para la salud.

Tabla 20*Post-Ordeño*

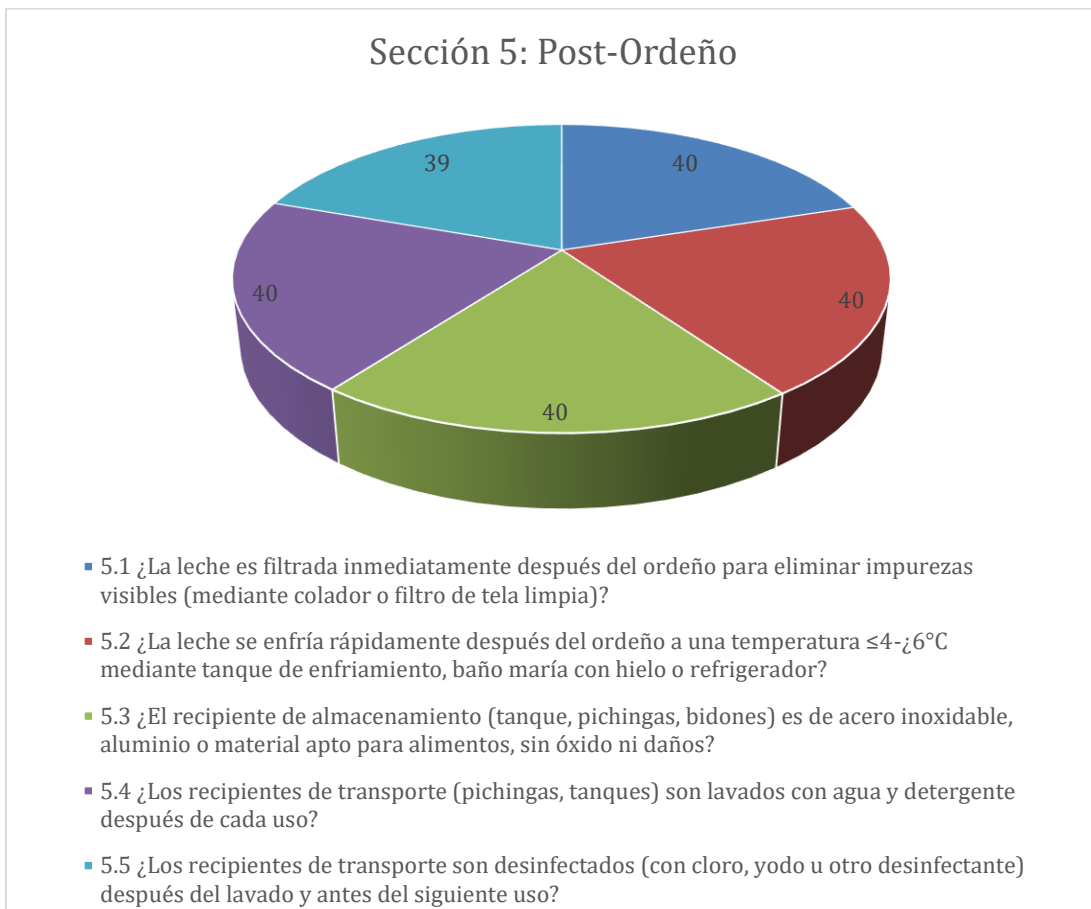
Ítem	Criterio de Auditoría	Cumplen	No cumplen	No aplica
5.1	¿La leche es filtrada inmediatamente después del ordeño para eliminar impurezas visibles (mediante colador o filtro de tela limpia)?	40		
5.2	¿La leche se enfría rápidamente después del ordeño a una temperatura ≤ 4 - $\leq 6^{\circ}\text{C}$ mediante tanque de enfriamiento, baño maría con hielo o refrigerador?	40		

5.3	¿El recipiente de almacenamiento (tanque, pichingas, bidones) es de acero inoxidable, aluminio o material apto para alimentos, sin óxido ni daños?	40	
5.4	¿Los recipientes de transporte (pichingas, tanques) son lavados con agua y detergente después de cada uso?	40	
5.5	¿Los recipientes de transporte son desinfectados (con cloro, yodo u otro desinfectante) después del lavado y antes del siguiente uso?	39	1

Nota: Elaborado en Excel

Figura 6.

Post-Ordeño



Nota: Elaborado en Excel

Este apartado es uno de los principales puntos fuertes de los fabricantes valorados. Se registró un cumplimiento general en filtración, enfriamiento rápido de la leche, condiciones de los recipientes y lavado. Sólo un 2,5% no desinfecta los envases, lo que supone un riesgo mínimo pero corregible. Alto cumplimiento de BPF en la fase post-ordeño, lo que contribuye a la preservación de la calidad de la leche.

Tabla 21

Capacitación y Registros

Ítem	Criterio de Auditoría	Cumplen	No cumplen	No aplica
6.1	¿El personal involucrado en el ordeño y manejo de la leche ha recibido capacitación formal o informal en Buenas Prácticas Pecuarias o higiene en ordeño?	40		
6.2	¿Existen registros (cuadernos, planillas) de producción diaria de leche?	40		
6.3	¿Se mantienen registros de tratamientos veterinarios, control de mastitis y limpieza de equipos?	40		

Elaborado por: (Nuñez, 2026)

Figura 7.

Capacitación y Registros



Nota: Elaborado en Excel

Se observó un 100% de cumplimiento en la capacitación del personal y en el manejo de producción y registros sanitarios. Esto demuestra una adecuada cultura de trazabilidad y procesamiento de documentos en la asociación. Un apartado óptimo que forma una base sólida para la mejora continua del sistema productivo.

10.1.2. Resultado total de los puntos más críticos del control interno:

La Tabla 21 presenta las secciones evaluadas que registraron el mayor incumplimiento por ítem, mientras que la Figura 8 ilustra gráficamente la distribución de cumplimiento, incumplimiento y no aplicación en cada una de estas secciones.

Tabla 22

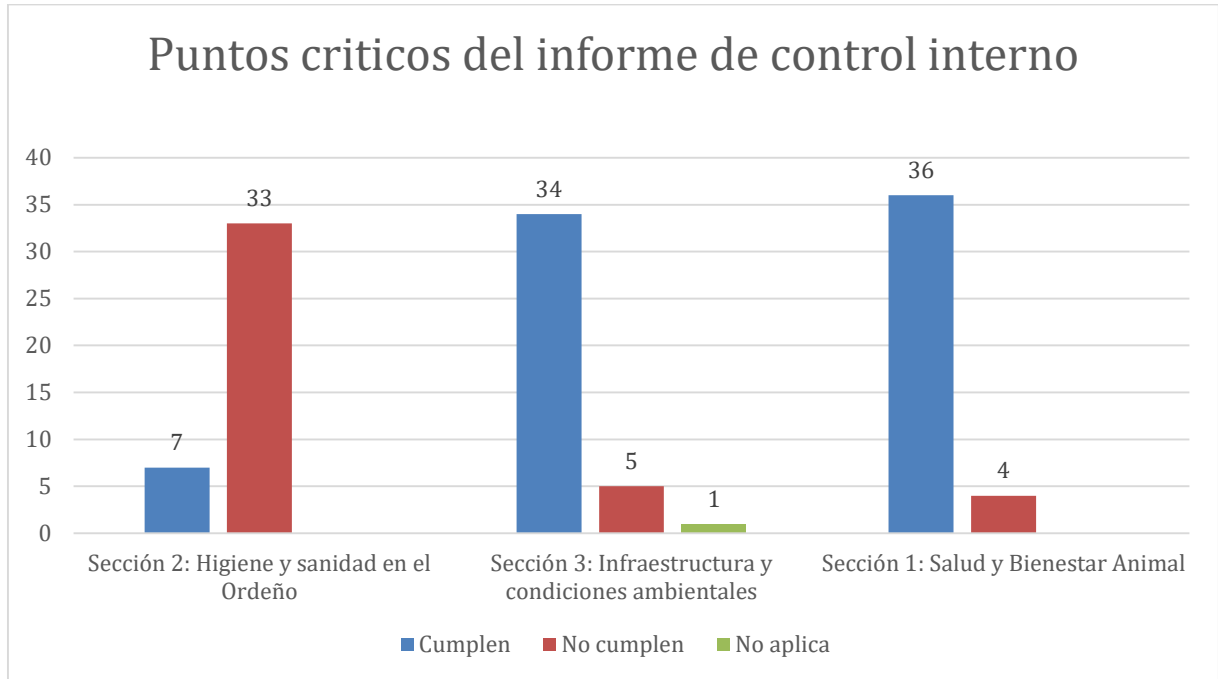
Secciones con mayor incumplimiento de cada ítem

SECCIÓN	Ítem Con Mayor Incumplimiento	Cumplen	No cumplen	No aplica
Sección 2: Higiene y sanidad en el Ordeño	2.5 ¿Se practica la prueba de CMT (California Mastitis Test) o prueba de fondo oscuro de forma regular (al menos semanal) para detectar mastitis subclínica?	7	33	
Sección Infraestructura y condiciones ambientales	3: 3.3¿Se realiza limpieza regular (al menos diaria) de corrales y área de ordeño, con remoción de estiércol?	34	5	1
Sección 1: Salud y Bienestar Animal	1.3¿Se realizan pruebas diagnósticas para tuberculosis y brucelosis según lo establece la normativa sanitaria nacional?	36	4	

Elaborado por: (Nuñez, 2026)

Figura 8.

Secciones con mayor incumplimiento de cada ítem



Elaborado por: (Nuñez, 2026)

En la Sección 2: Higiene y Salud durante el Ordeño, el punto de mayor discrepancia corresponde a la práctica común del CMT (California Mastitis Test) o prueba de fondo oscuro para mastitis subclínica. Del total de unidades productivas evaluadas, sólo 7 siguen esta práctica y 33 no la siguen. Este resultado indica una deficiencia importante en las medidas de control y prevención de mastitis, lo que supone un riesgo para la calidad higiénico-sanitaria de la leche y la productividad del sistema lácteo

En el Sección 3: Infraestructura y condiciones ambientales, la mayor discrepancia fue la limpieza periódica (al menos diaria) de los corrales y la zona de ordeño con retirada de estiércol. Sin embargo, los resultados indican un alto nivel de cumplimiento, con 34 unidades de producción que cumplen con esta práctica, frente a 5 que no la cumplen y 1 en la que no es aplicable. Lo anterior muestra que las condiciones de infraestructura y manejo ambiental son generalmente suficientes en la mayoría de las fincas evaluadas.

El Sección 1: Salud y bienestar animal, por su parte, se identifica como el punto de mayor incumplimiento para la realización de pruebas de diagnóstico de tuberculosis y brucelosis bajo la normativa sanitaria nacional. A pesar de ello, se observa un alto nivel de cumplimiento, con

36 plantas que realizan estas pruebas y sólo 4 plantas que no las utilizan, lo que indica la adopción de medidas obligatorias de protección sanitaria apropiadas.

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

Nombre:	G (g/100ml)	P (g/100ml)	ST (g/100ml)	SNG (g/100ml)	CRIO (°C)	AGUA AÑADIDA (%)	CCS (x1000/ml)	CBT (x1000/ml)	AL (pos/neg)	SAR (pos/neg)	Cálculo del precio de la leche
Alcides Naula	3,86	3,54	12,97	9,08	- 0,5299	0	181	220	----	Negativo	0.5532
Alejandro Placencia	4,04	3,72	13	8,96	- 0,5326	0	241	635	----	Negativo	0.4831
Amable Lema	3,84	3,74	13,07	9,22	- 0,5282	0	424	25	----	Negativo	0.5391
Celia Jami	3,59	3,1	12,21	8,62	- 0,5272	0	526	61	----	Negativo	0.4957
Diego Nula	4,18	3,66	13,12	8,91	- 0,5303	0	230	31	----	Negativo	0.5792
Edgar Jaya	4,22	3,64	13,37	9,15	- 0,5324	0	277	932	----	Negativo	0.4316
Edison Caiza	3,35	3,25	12,13	8,77	- 0,5277	0	113	36	----	Negativo	0.5827
Elvia Jaya	3,93	3,29	12,6	8,65	- 0,5333	0	87	167	----	Negativo	0.5754
Erika Chicaiza	4,06	3,43	12,76	8,68	- 0,5268	0	340	176	----	Negativo	0.5282
Eva Caiza	4,08	3,37	13,17	9,06	- 0,5295	0	60	194	----	Negativo	0.5803
Hugo Chacha	3,69	3,23	12,45	8,75	- 0,5212	0	265	1006	----	Negativo	0.4200
Hugo Plasencia	3,52	3,08	11,46	7,98	- 0,5039	1,5	98	2473	----	Negativo	0.4200
Janeth Jaya	3,93	3,24	12,55	8,64	- 0,5275	0	1136	86	----	Negativo	0.4200
Leidy Chuquitarco	4,23	3,3	13,21	8,97	- 0,5351	0	1323	546	----	Negativo	0.4200

Lorena Jami	3,77	3,46	12,64	8,87	- 0,5219	0	168	428	----	Negativo	0.5207
Louderas Plasencia	3,68	3,63	12,71	9,03	-0,527	0	648	3816	----	Negativo	0.4200
Margarita Tercero	3,56	3,42	12,13	8,57	- 0,5231	0	425	484	----	Negativo	0.4572
Martha Calapiña	4,25	3,72	12,92	8,65	-0,528	0	627	371	----	Negativo	0.4493
Michael Nula	3,92	3,57	13,13	9,17	- 0,5284	0	127	71	----	Negativo	0.5885
Miguel Plasencia	3,71	3,36	12,46	8,75	- 0,5307	0	81	1577	----	Negativo	0.4200
Narcizo Nula	4,51	3,43	13,14	8,69	- 0,5236	0	126	26	----	Negativo	0.5996
Resurreccion Caiza	3,66	3,46	12,57	8,93	- 0,5278	0	246	76	----	Negativo	0.5583
Santiago Nula	3,83	3,4	12,82	8,96	- 0,5306	0	195	26	----	Negativo	0.5770
Santiago Naula	2,92	3,08	11,49	8,53	- 0,5251	0	171	24	----	Negativo	0.5649
Saul Nula	4,19	4,19	12,93	8,64	- 0,5295	0	606	52	----	Negativo	0.5128
Vanessa Guano	3,31	3,23	11,83	8,57	-0,52	0	277	334	----	Negativo	0.5028
Diego Minta	4,03	2,62	10,63	6,55	- 0,3781	22,4	255	436	Negativo	Negativo	0.4926
Jessica Tercero	7,91	3,06	16,2	8,2	- 0,5318	0	1385	776	Negativo	Negativo	0.4200
Leonela Quiroga	6,64	3	14,89	8,16	- 0,5167	0	964	682	Negativo	Negativo	0.4200
Lidia Chizaiza	6,01	3,16	14,52	8,51	- 0,5272	0	545	7043	Negativo	Negativo	0.4200
Marcial Chicaiza	4,23	3,41	12,9	8,7	-0,527	0	332	2714	Negativo	Negativo	0.4200
Mario Jami	6,49	3,21	14,95	8,41	- 0,5203	0	604	12356	Negativo	Negativo	0.4200
Nelly Laguazuiza	6,59	3,22	15,28	8,59	- 0,5277	0	490	21512	Negativo	Negativo	0.4200
Nelson Naula	4,03	3,53	12,96	8,93	- 0,5285	0	574	306	Negativo	Negativo	0.4631
Ramiro Pilatasig	5,61	3,11	14,01	8,36	- 0,5305	0	806	1548	Negativo	Negativo	0.4200
Ricardo Caizalitin	3,75	3,31	12,33	8,58	- 0,5368	0	761	61	Negativo	Negativo	0.4554

Rodrigo Laguatasig	4,21	3,01	12,34	8,16	- 0,5284	0	359	240	Negativo	Negativo	0.5068
Rosa Elvira Chicaiza	9,19	3,08	17,77	8,34	- 0,5331	0	241	898	Negativo	Negativo	0.4399
Walter Chicaiza	4,65	3,06	13,01	8,37	- 0,5336	0	707	1479	Negativo	Negativo	0.4200
Zonia Cortez	7,18	3,8	16,38	9,06	- 0,5368	0	2328	285	Negativo	Negativo	0.4200

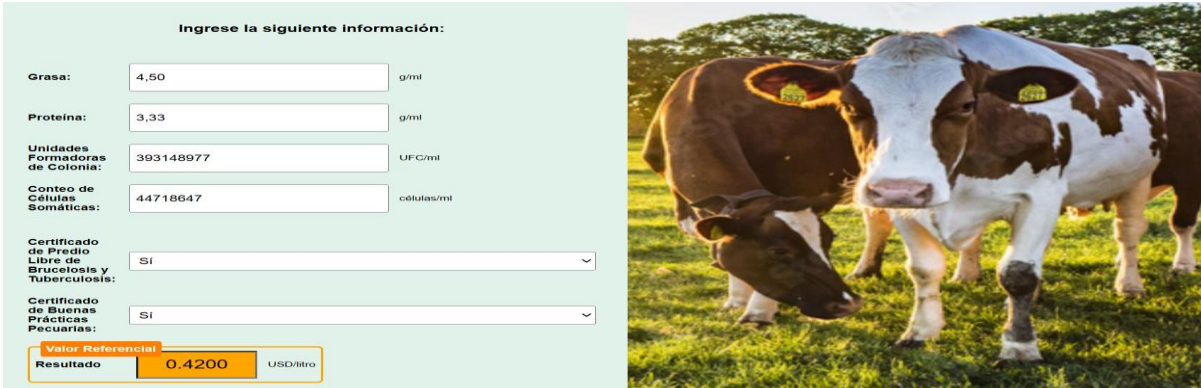
Elaborado por: (Nuñez, 2026)

10.2.1. El cálculo del precio mínimo de sustentación de la leche cruda

En la Figura 8, el precio de referencia de la leche fijado en USD 0,42 por litro, el cual estuvo determinado principalmente por propiedades físico-químicas como el contenido de grasa y proteína, mostró un nivel adecuado y rentable para la producción industrial del producto. Sin embargo, es importante mencionar que el centro de acopio de la Asociación Sierra Nevada opera con precios de compra más altos, que oscilan entre 0.47 y 0.55 dólares por litro, lo que depende de cumplir con criterios adicionales de calidad y seguridad sanitaria. Si bien la leche evaluada tiene la composición físico-química adecuada que le permitiría acceder a estos mayores precios, su insuficiente calidad microbiológica, como lo indican los elevados recuentos de unidades formadoras de colonias y de células somáticas, es el principal factor limitante. Esta circunstancia reduce la posibilidad de que los productores alcancen los precios máximos fijados por el centro de acopio, ya que el incumplimiento de los estándares microbiológicos implica sanciones económicas o limita el acceso a incentivos de calidad. Además, el alto nivel de carga microbiana amenaza la seguridad del producto, acorta su vida y perjudica sus propiedades tecnológicas, lo que incide directamente en la competitividad de la leche cruda en el mercado. Por lo tanto, es claro que la adecuada y efectiva implementación de Buenas Prácticas Ganaderas (BPP) incide no sólo en la calidad higiénica de la leche, sino que también es un elemento esencial para incrementar los ingresos económicos de los productores, facilitando su acceso a precios de compra más favorables en el rango de 0,47 a 0,55 USD por vaca. litros.

Figura 9.

Calculo total de la leche de todos los proveedores



Ingrese la siguiente información:

Grasa: g/ml

Proteína: g/ml

Unidades Formadoras de Colonia: UFC/ml

Cuento de Células Somáticas: células/ml

Certificado de Predio Libre de Brucelosis y Tuberculosis:

Certificado de Buenas Prácticas Pecuarias:

Valor Referencial: USD/litro

Resultado: USD/litro

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

En la Tabla 22 se presentan los estadísticos descriptivos de los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y de detección de adulterantes evaluados en 40 muestras de leche cruda provenientes de los proveedores del centro de acopio Asociación Sierra Nevada. Los resultados evidencian que la temperatura promedio de recepción fue de 5,49 °C, valor que se encuentra dentro del rango recomendado por la Norma NTE INEN 9, lo cual indica un manejo adecuado de la cadena de frío durante el transporte y recepción de la leche.

Tabla 23

Parámetros fisicoquímicos, microbiológicos de la leche

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación	Varianza
G (g/100ml)	40	2,92	9,19	4,5088	1,36607	1,866
P (g/100ml)	40	2,62	3,80	3,3365	,25251	,064
ST (g/100ml)	40	10,63	17,77	13,1753	1,39125	1,936
SNG (g/100ml)	40	6,55	9,22	8,6430	,45375	,206
CRIO (°C)	40	-,54	-,38	-,5239	,02437	,001
AGUA AÑADIDA	40	,00	22,40	,5975	3,54361	12,557
CCS (X1000/ml)	40	60,00	2328,00	483,7250	447,18647	199975,743
CBT (X1000/ml)	40	24,00	21512,00	1605,2250	3931,48977	15456611,82
						0
AL (positivo/negativo)	40	-	-	-	-	-
SAR (positivo/negativo)	40	-	-	-	-	-

Nota: Elaborado en SPSS

En relación al contenido de grasa, los resultados presentaron una media de 4,51 g/100ml, con valores mínimos de 2,92 g/100ml y máximos de 9,19 g/100ml. Estos resultados concuerdan con los reportados por Arrieta et al. (2019), en donde se obtuvo un promedio de 4,95%, Asimismo, Arauco et al. (2025) reportaron un promedio de 3,58 % de grasa, valor inferior al encontrado en el presente estudio, lo que sugiere que las diferencias pueden estar relacionadas con condiciones productivas y de manejo específicas de cada sistema lechero.

Respecto a los valores de proteína de la leche cruda de vaca, en el presente estudio se obtuvo un valor promedio de 3,34 g/100ml, con un rango de 2,62-3,80 g/100ml, un valor similar se encontró en el estudio de Cajamarca (2022), en donde se presentó un promedio de 3,32% de proteína en leche cruda, así como los hallazgos de Briones et al. (2024), quienes registraron un valor medio de 3,35%. La similitud entre estos valores hace referencia que el contenido proteico observado se encuentra dentro de los rangos típicos para leche cruda de vaca y refleja condiciones adecuadas de nutrición y manejo del ganado.

La concentración de sólidos totales (ST) en la leche cruda analizada osciló entre 10,63 y 17,77 g/100ml, con un promedio general de 13,17 g/100ml, estos valores son superiores a los reportados por Arauco et al. (2025), cuya concentración de sólidos totales de las muestras analizadas tuvo un valor promedio de 12,52%, así como los hallazgos de Castellanos et al (2024) , quienes registraron un promedio de 12,31% de sólidos totales en la leche cruda de vaca. Generalmente las diferencias en la concentración de componentes sólidos se atribuyen a factores como el mayor contenido de grasa, proteína, la alimentación del ganado, la lactancia y las condiciones de manejo productivo.

Referente a los sólidos no grasos (SNG) en la leche cruda de vaca se obtuvieron valores entre 6,55(g/100ml) a 9,22(g/100ml), con un promedio de 8,6430 (g/100ml), un valor similar se obtuvo en el estudio realizado en el centro de acopio de la provincia de Chimborazo donde se evidenció un promedio de 8,58 de SNG del total de las muestras (Ramírez, 2020). Igualmente, en la investigación de Arauco et al. (2025), el contenido de sólidos no grasos tuvo un promedio general de 8,82.

El punto de congelación (CRIO) de las muestras de la leche de vaca analizadas en la presente investigación fue de $-0,5239^{\circ}\text{C}$, este resultado es comparable con el encontrado en la investigación de López (2025) que mostró un valor promedio de $-0,551^{\circ}\text{C}$, así como con el informado por Bustamante et al. (2023), que mostraron un punto de congelación medio de $-0,539^{\circ}\text{C}$ en leche cruda.

Respecto al agua añadida en la leche cruda de vaca analizada, se reportaron valores de 0 hasta 22,4%, valor similar al señalado por Zebib et al. (2023) quienes encontraron que la leche líquida estaba adulterada por agua a lo largo de las cadenas de valor en un rango de 0 a 24,8%, sin embargo, en la investigación de López (2025), se reporta un valor promedio de 0,6, que es significativamente menor al encontrado en el estudio, a pesar de ello se confirma que la adición de agua continúa siendo frecuente en diferentes contextos productivos.

En relación al conteo de células somáticas (CCS), los resultados revelan valores entre 60,00 y 2328,00(x1000/ml), y una media de 483,7250 (x1000/ml), este valor se asemeja al obtenido por López (2025), en cuyo estudio de obtuvo un valor promedio de 484,269 (X1000/ml), al igual que en la investigación de Castellanos et al (2024), en donde se obtuvieron valores entre 301 y 750 (x1000/ml). Respecto a estos datos, Contero et al (2021) menciona que los factores que incrementan el CCS pueden ser los periodos de posparto, el número de lactancias, agentes físicos o químicos irritantes en ubres, entre otros.

En referencia a la carga microbiana (CBT) se muestra una media de 1605, 225 (x1000/ml), este valor es inferior al obtenido por Bustamante (2023), en cuyo estudio se evidencia una alta carga microbiana, con una media de 24741(x1000/ml) llegando a muestras con un contenido de hasta 127141 (X1000/ml), por lo que su incremento podría también alterar la composición física y química de la leche.

Y finalmente los parámetros cualitativos de almidón (AL) y sustancias antirreglamentarias (SAR) se reportan como positivos/negativos, lo cual evidencia la necesidad de verificar la inocuidad y autenticidad del producto, debido a que la normativa establece tolerancia cero para estas sustancias.

10.2.3. Nivel de Cumplimiento de Norma NTE INEN 9

La Tabla 9 muestra el nivel de cumplimiento de los parámetros evaluados en relación con los límites establecidos en la Norma NTE INEN 9.

Tabla 24*Cumplimiento de Norma NTE INEN 9*

	Norma NTE INEN 9	Cumple (%)	No cumple (%)
G (g/100ml)	3,0	97,5	2,5
P (g/100ml)	2,9	97,5	2,5
ST (g/100ml)	11,2	97,5	2,5
SNG (g/100 ml)	8,2	90	10,0
CRIO (T°)	-0,536 a -0,512	90	10,0
CCS (U/mL)	$7,0 \times 10^5$	80	20,0
CBT (U/mL)	$1,5 \times 10^6$	80	20,0
AL (pos/neg)	Negativo	35	65,0 No se analizaron
SAR (pos/neg)	Negativo	100	-

Nota: Elaborado en SPSS

En relación al cumplimiento de los parámetros composicionales se observa un alto porcentaje de cumplimiento, destacándose la grasa, proteína y sólidos totales con un 97,5 % de muestras conformes; y los sólidos no grasos presentaron un cumplimiento del 90 %, lo cual generalmente puede estar relacionado con prácticas de adulteración o dilución de la leche.

Con respecto a los parámetros microbiológicos, el conteo de células somáticas (CCS) evidenció que solo el 80% de las muestras cumplió con el límite máximo permitido por la norma ($\leq 7,0 \times 10^5$ células/ml), mientras que el 20 % superó dicho valor, lo que indica problemas sanitarios a nivel del ganado, principalmente asociados a la mastitis. De forma similar, el conteo bacteriano total (CBT) mostró que el 80% de las muestras se mantuvo dentro del límite normativo ($\leq 1,5 \times 10^6$ UFC/ml), mientras que el 20 % no cumplió con este límite, lo que refleja deficiencias en las condiciones de higiene durante el ordeño, almacenamiento y transporte.

Para el análisis de almidón de la leche cruda de vaca, únicamente el 35% de las muestras fue evaluado, reportándose un 65% como no analizado, lo que limita la capacidad de interpretación de este parámetro. Por el contrario, el análisis de sustancias antirreglamentarias (SAR) mostró un 100% de cumplimiento, lo que indica ausencia de estos compuestos en las muestras evaluadas y constituye un aspecto positivo en términos de inocuidad.

10.2.4. Cumplimiento general de la Norma

Tabla 25

Cumplimiento general de la Norma

	Frecuencia	Porcentaje
Cumple	22	55,0
No cumple	18	45,0
Total	40	100,0

Nota: Elaborado en SPSS

Los resultados evidencian que la leche cruda analizada cumple mayoritariamente con los parámetros físico-químicos establecidos en la Norma NTE INEN 9 (55%), sin embargo los incumplimientos detectados en parámetros microbiológicos y en indicadores de adulteración determinan que una proporción de las muestras no cumple integralmente con la normativa (45%), lo cual compromete la calidad e inocuidad de la leche, por lo cual se resalta la necesidad de fortalecer los controles sanitarios y de calidad a lo largo de la cadena productiva.

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

En la Tabla 25 se presenta la distribución de las no conformidades identificadas en la evaluación de las Buenas Prácticas Pecuarias, organizadas según las secciones analizadas y expresadas en frecuencia y porcentaje acumulado. Con base en la tabla se realizó el diagrama de Pareto que permite identificar de manera visual las áreas que concentran el mayor número de incumplimientos, lo cual facilita la priorización de acciones correctivas.

Tabla 26

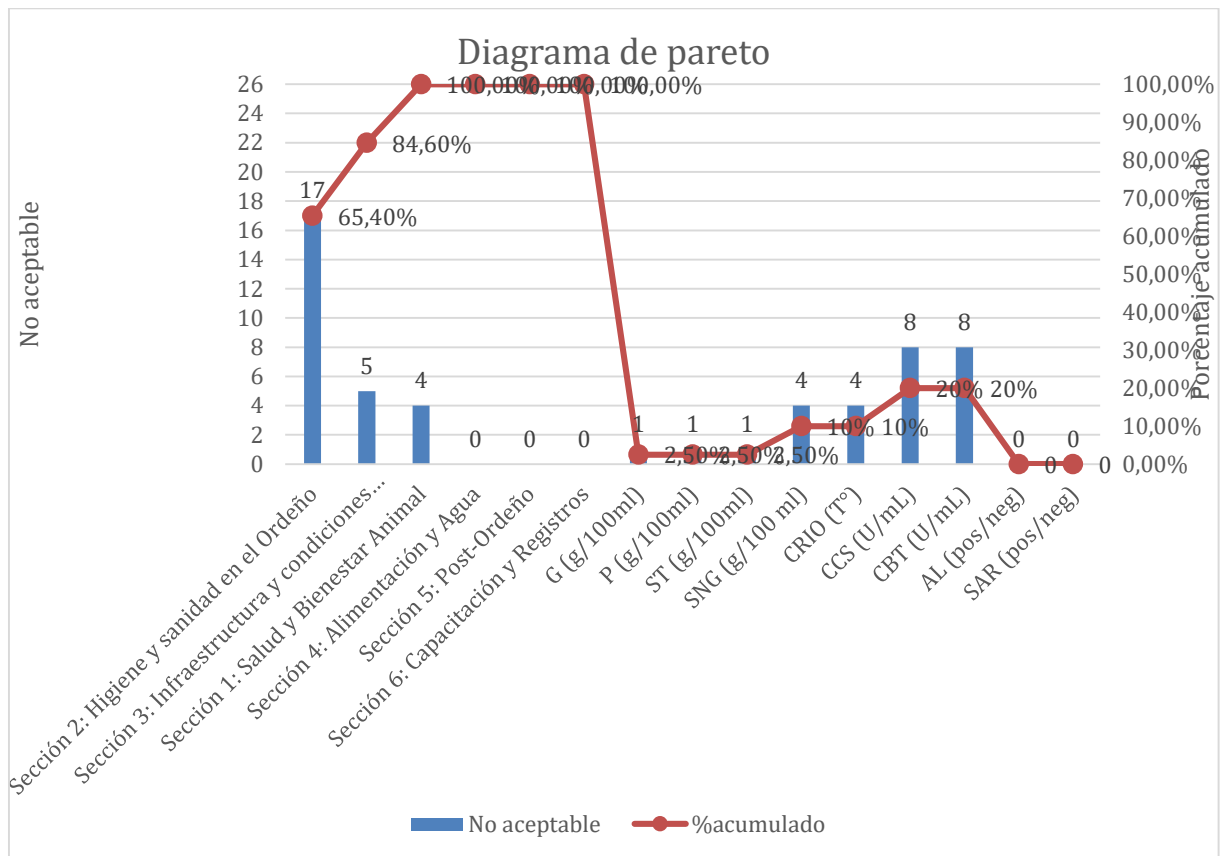
No conformidades

SECCIÓN	No aceptable	%acumulado
Sección 2: Higiene y sanidad en el Ordeño	17	65,4%
Sección 3: Infraestructura y condiciones ambientales	5	84,6%
Sección 1: Salud y Bienestar Animal	4	100%
Sección 4: Alimentación y Agua	0	100%
Sección 5: Post-Ordeño	0	100%
Sección 6: Capacitación y Registros	0	100%

Nota: Elaborado en SPSS

Tabla 27*No conformidades*

Analisis de leche	No aceptable	%acumulado
G (g/100ml)	1	2,5
P (g/100ml)	1	2,5
ST (g/100ml)	1	2,5
SNG (g/100 ml)	4	10,0
CRIO (T°)	4	10,0
CCS (U/mL)	8	20,0
CBT (U/mL)	8	20,0
AL (pos/neg)	0	65,0 No se analizaron
SAR (pos/neg)	0	-

Nota: Elaborado en SPSS**Figura 10***Diagrama de Pareto no conformidades***Nota:** Diagrama de Pareto de no conformidades

El diagrama de Pareto presentado integra las desviaciones encontradas en el informe de control interno y el incumplimiento de los parámetros de la norma NTE INEN 9, lo que permite identificar las principales fuentes de problemas que afectan la calidad de la leche cruda, no conformidades, lo cual refleja un adecuado nivel de cumplimiento de estos aspectos.

De acuerdo con el principio de Pareto (80/20), los resultados indican que la sección 2: Higiene en Ordeño concentra la mayor cantidad de no conformidades con 17 casos, lo que representa aproximadamente el 65,4% del total acumulado, esto indica que la higiene durante el ordeño constituye el principal punto crítico dentro del sistema productivo evaluado y debería ser la primera área de intervención para lograr un mayor impacto en la mejora del sistema productivo.

En segundo lugar, se ubica la Sección 3: Infraestructura y condiciones ambientales, con 5 casos no aceptables, lo que eleva el porcentaje acumulado a 84,6% y finalmente la sección 1: Salud y Bienestar Animal que eleva el porcentaje acumulado al 100%. Con este resultado se deduce que, aunque en menor magnitud las deficiencias estructurales y ambientales, y la salud y bienestar animal también influyen de manera significativa en el incumplimiento de las Buenas Prácticas Pecuarias.

Las secciones de Alimentación y Agua, Post-ordeño, y Capacitación y Registros no tuvieron no conformidades, lo cual refleja un adecuado nivel de cumplimiento de estos aspectos.

En cuanto a los parámetros analíticos de la norma NTE INEN 9, el gráfico muestra que la mayor discrepancia se concentra en los indicadores higiénico-sanitarios. El recuento de células somáticas (SCC) y el recuento bacteriano total (CBT) muestran cada uno 8 productores que no cumplen, cada uno de los cuales representa el 20% del número total de productores evaluados. Estos parámetros son los principales factores que determinan el incumplimiento de la ley.

Parámetros físico-químicos como grasa, proteína y sólidos totales muestran solo 1 productor que no cumple (2,5%), lo que indica que la composición de la leche no es un problema importante en el sistema. Los sólidos sin grasa y el punto crioscópico muestran un nivel moderado de no conformidad (10%), posiblemente debido a cambios de composición o prácticas de procesamiento inapropiadas.

En cuanto a las pruebas sanitarias, se observa que la prueba de ordeño (AL) no ha sido analizada para un gran número de productores, mientras que la determinación de antibióticos (SAR) muestra cumplimiento total, lo que es un aspecto positivo desde el punto de vista de seguridad.

11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

11.1. Técnicos

En el aspecto técnico, el proyecto tiene un aporte importante para el sector pecuario lechero, ya que permitió diagnosticar de manera objetiva las condiciones de pre y post-ordeño, transporte y recepción de la leche cruda, lo cual permitirá focalizar acciones correctivas, optimizar los procesos productivos y mejorar el control de la calidad e inocuidad de la leche cruda entregada a los centros de acopio.

11.2. Sociales

Desde el punto de vista social, el proyecto contribuye al fortalecimiento de la cultura de inocuidad alimentaria entre los productores lecheros, promoviendo prácticas que reducen los riesgos para la salud pública asociados al consumo de leche cruda de baja calidad sanitaria

11.3. Ambientales

En el ámbito ambiental, el proyecto promueve el uso adecuado de infraestructura, manejo del agua y prácticas de limpieza y desinfección, lo que contribuye a una gestión más eficiente y sostenible de los recursos naturales. Además, la implementación de Buenas Prácticas Pecuarias favorece un equilibrio entre la productividad y la protección del entorno, minimizando el impacto ambiental de la actividad ganadera.

11.4. Económicos

En el aspecto económico, el proyecto genera beneficios directos e indirectos para los productores, ya que la investigación realizada permite mejorar la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda, y de esa forma reducir pérdidas por rechazos en los centros de acopio, reducir la afectación hacia la salud humana o del consumidor y acceder a mejores precios por calidad.

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

12.1. Conclusiones

- En relación al diagnóstico de las condiciones de manejo pre y post ordeño, transporte y recepción de leche cruda, las encuestas realizadas de las Buenas Prácticas Pecuarias evidenciaron un alto nivel de cumplimiento en varias dimensiones, destacándose la capacitación y registros con un 100% de calificación excelente, el manejo post-ordeño con un 97,5%, así como alimentación y agua que alcanzó un 95% de cumplimiento

excelente, sin embargo, existen deficiencias operativas relevantes, principalmente en la higiene y sanidad durante el ordeño, la infraestructura y condiciones ambientales, y la salud y bienestar animal con el 42,5% y 12,5%, y 10% de no conformidades respectivamente, las cuales pueden generar contaminación de la leche cruda y afectar su calidad sanitaria.

- Respecto al cumplimiento de los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y organolépticos de la leche cruda frente a la Norma NTE INEN 9, se determinó que la mayoría de muestras cumplieron con los criterios establecidos para la grasa (97% de cumplimiento), proteína (97,5% de cumplimiento), sólidos totales (97,5% de cumplimiento), sin embargo, se identificó incumplimientos relevantes en los parámetros microbiológicos, donde el 20% de las muestras no cumplió con los límites permitidos para el Conteo de Células Somáticas (CCS) y el Conteo Bacteriano Total (CBT), lo que representa posibles deficiencias en las prácticas de higiene y manejo de la leche, además de la presencia de adulteración por adición de agua en ciertos casos.
- Con la priorización mediante el diagrama de Pareto se pudo identificar los principales puntos críticos de control que afectan la calidad e inocuidad de la leche cruda, revelando que la higiene en el ordeño concentra un mayor porcentaje de no conformidades (65,4%), por lo que representa el principal punto crítico que compromete la calidad de la leche cruda de vaca; en segundo lugar, la Infraestructura y condiciones ambientales elevó el porcentaje acumulado al 84,6 %, seguida de la Salud y Bienestar Animal, que completó el 100 % de los incumplimientos. En cambio muestran que el incumplimiento de la norma NTE INEN 9 se debe mayormente a fallas en las condiciones de higiene y sanidad, evidenciadas por los altos niveles de SCC y CBT, más que a inconvenientes en la composición físico-química de la leche .El total cumplimiento en la detección de antibióticos es un aspecto favorable para la seguridad del producto; no obstante, es fundamental mejorar las prácticas de higiene durante el ordeño y el manejo posterior, así como también ampliar el análisis de pruebas sanitarias, con el objetivo de asegurar una leche cruda de mejor calidad y seguridad .

12.2. Recomendaciones

- Es importante implementar programas de mejora continua en Buenas Prácticas Pecuarias, haciendo énfasis en la higiene durante el ordeño y la infraestructura y

condiciones ambientales, incluyendo protocolos estandarizados de limpieza y desinfección de equipos, rutinas de higiene del personal y control sanitario del ganado.

- Es necesario realizar el monitoreo periódico de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la leche cruda en el centro de acopio, lo cual asegure el cumplimiento de la Norma NTE INEN 9, con la finalidad de detectar de manera oportuna desviaciones de calidad e inocuidad y aplicar las medidas correctivas adecuadas.
- Desarrollar programas permanentes de capacitación y actualización técnica dirigidos a los productores, enfocados en la relación entre las Buenas Prácticas Pecuarias, la calidad microbiológica de la leche y el cumplimiento normativo, promoviendo una cultura de inocuidad en toda la cadena productiva.

13. BIBLIOGRAFÍA

- Andrew, R., Chusi, T., & Mwembezi. (2021). Milking Hygiene and Handling Practices among Smallholder Dairy Farmers in Zanzibar. *European Journal of Agriculture and Food Sciences*, 3(6). Retrieved from <https://europeopen.org/index.php/ejfood/article/view/20422>
- Arauco, F., Guzmán, L., Pantoja, R., Mayorga, N., Payano, I., & Huamán, A. (2025). Evaluación de la calidad fisicoquímica, microbiana e higiénica de la leche de vaca producida por rebaños en los Andes peruanos. *La Granja Revista de Ciencias de la Vida*, 41(1). doi:<https://doi.org/10.17163/lgr.n41.2025.08>
- Arauco, F., Guzmán, L., Pantoja, R., Mayorga, N., Unchupaico, I., & Huamán, R. (2025). Evaluación de la calidad fisicoquímica, microbiana e higiénica de la leche de vaca producida por rebaños en los Andes peruanos. *La granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 41(1), 127-139. doi:<https://doi.org/10.17163/lgr.n41.2025.08>
- Arrieta, G., Gomezcaceres, L., Albis, D., Calderón, A., & Rodríguez, V. (2019). Calidad de la leche cruda para consumo humano en dos localidades de Sucre, Colombia. *Revista MVZ Córdoba*, 24(3), 7355-7361. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/304625735_Calidad_fisicoquimica_y_microbiologica_de_leches_crudas_en_empresas_ganaderas_del_sistema_doble_proposito_en_Monteria_Cordoba

- Briones, J., Morillo, C., Fiallos, M., & Toledo, N. (2024). Calidad sensorial, fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda de vaca expedida en la Parroquia San Isidro, Cantón Morona – Ecuador. *Pol. Con.*, 9(7), 1668-1682. doi:<https://doi.org/10.23857/pc.v9i7.7590>
- Burke, N., Adley, C., & Southern, M. (2021). Una comparación de los métodos de prueba analíticos en el procesamiento de productos lácteos. *Control de alimentos*, 121. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107637>
- Bustamante, J., Vintimilla, A., & Andrade, O. (2023). Calidad–inocuidad de la leche cruda de vaca que ingresa a centros de acopio de la provincia Cañar–Ecuador, en el contexto de las normativas Latinoamericanas. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, XXXIII(1), 1-8. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/368384240_Calidad-inocuidad_de_la_leche_cruda_de_vaca_que_ingresa_a_centros_de_acopio_de_la_provincia_Canar-Ecuador_en_el_contexto_de_las_normativas_Latinoamericanas
- Cajamarca, M. (2022). *Determinación de la calidad físico-química de la leche cruda bovina*. Cuenca: Universidad Técnica Salesiana.
- Castellanos, F., Bautista, E., & Castellano, S. (2024). Calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda bovina en García Rovira, Santander: factores que limitan su viabilidad comercial. *Spei Domus*, 20(2), 1-20. doi:<https://doi.org/10.16925/2382-4247.2024.02.02>
- Centro de la Industria Láctea del Ecuador. (2025, Agosto 29). *Sector lácteo ecuatoriano: pilar estratégico para la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible*. Retrieved from <https://www.cil-ecuador.org/post/sector-l%C3%A1cteo-ecuadoriano-pilar-estrat%C3%A9gico-para-la-seguridad-alimentaria-y-el-desarrollo-sostenibl>
- Collier, R., & Hernández, L. (2012). Endocrinología de animales domésticos. *Endocrinología de animales domésticos*, 43(2). doi:<https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2012.03.006>
- Contero, R., Requelme, N., Cachipuendo, C., & Acurio, D. (2021). Quality of raw milk and payment system for quality in Ecuador. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 31-43. Retrieved from <https://lagranja.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/33.2021.03>

- Dairy. (2025, Julio 24). *El sector lácteo ecuatoriano: balanceando logros y desafíos*. Retrieved from <https://dairynews.today/news/the-ecuadorian-dairy-sector-balancing-achievements-and-challenges.html>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2023). *Puerta de entrada a la producción y productos lácteos*. Retrieved from <https://www.fao.org/dairy-production-products/production/milk-production/>
- Gebremichael, D., Tadesse, A., Hailemariam, F., Hailay, B., Hadgu, H., & Kalayu, G. (2024). Investigación de la calidad microbiana de la leche y los productos lácteos y aislamiento de algunas bacterias importantes en las zonas central y noroccidental de Tigray, Etiopía. *Medicina Veterinaria Internacional*, 23. doi:10.1155/vmi/9989527
- González, P. (2025, Noviembre 12). *¿Cómo está el consumo de leche, queso y yogur en Ecuador?* Retrieved from <https://www.primicias.ec/economia/consumo-leche-queso-yogures-ecuador-produccion-ventas-109295/>
- Junta de Desarrollo de Agricultura y Horticultura. (2026, Enero 8). *Entregas mundiales de leche*. Retrieved from <https://ahdb.org.uk/dairy/global-milk-deliveries>
- Karmaker, A., Das, P., & Iqbal, A. (2019). Evaluación de la calidad de diferentes leches comerciales y locales disponibles en los mercados locales de un área seleccionada de Bangladesh. *J Adv Vet Anim Res*, 7(1), 26-33. doi:10.5455/javar.2020.g389
- Kazemina, K., Mahmoudi, R., & Mousavi, S. (2023). Raw cow milk quality: physicochemical, microbiological, and seasonal variation. *J Microbiol Biotech Food Sci*, 13(3).
- Keba, A., Tola, A., Kaylegian, K., Kebede, M., & Zewdu, A. (2024). Impact of hygienic milk production training on knowledge, attitudes and practices of women farmers in the central highlands of Ethiopia. *Front. Sustain. Food Syst*, 8. doi:<https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1539559>
- Kizito, A., Owour, G., & Okello, D. (2025). Adoption of on-farm food safety measures among smallholder dairy farmers in Central Uganda. 3(129), 1-13. doi:<https://doi.org/10.1007/s44279-025-00250-3>
- López, J. (2025). *Análisis de la calidad y detección de residuos antibióticos en leche cruda bovina comercializada informalmente en el cantón Machala, provincia El Oro*. Quito: Universidad Central del Ecuador. Retrieved from

<https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/487d98fc-ae28-4aba-a2bf-d5da5df24b08/content>

- Mahfuza, F., Kanti, S., & Famous, M. (2024). Feeding Practices and Management System Impacting Milk's Nutritive Content of Primiparous Holstein Friesian Cow at the South-Western Part of Bangladesh. *Veterinary Sciences Research and Reviews*, 10(1). doi:10.17582/journal.vsr/2024/10.1.27.33
- Ministerio de Producción Comercio Exterior, Inversión y Pesca. (2025). *Sector Lácteo*. Retrieved from <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2025/06/Ficha-Sector-Lacteo.pdf>
- Observatorio Lácteo del Ecuador. (2024). *Entre 2022 y 2023 el consumo de lácteos en Ecuador cayó un 12 %*. Retrieved from <https://observatoriolacteo.ec/entre-2022-y-2023-el-consumo-de-lacteos-en-ecuador-cayo-un-12/>
- Observatorio Lácteo del Ecuador. (2024). *Entre 2022 y 2023 el consumo de lácteos en Ecuador cayó un 12 %*. Retrieved from <https://observatoriolacteo.ec/entre-2022-y-2023-el-consumo-de-lacteos-en-ecuador-cayo-un-12/>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2025, Julio 15). *Perspectivas agrícolas OCDE-FAO 2025-2034*. Retrieved from Lácteos y productos lácteos: https://www.oecd.org/en/publications/oecd-fao-agricultural-outlook-2025-2034_601276cd-en/full-report/dairy-and-dairy-products_1dd2e5a6.html
- Ouamba, A., Gagnon, M., & Choinard, P. (2023). Variación filogenética en la microbiota de la leche cruda de vaca y el impacto de las combinaciones de forrajes y el uso de inóculos de ensilaje. *Portada. Microbiol.*, 14. doi:<https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1175663>
- Pathan, M. (2025). Manual de producción, calidad y nutrición de la leche. 35-41. doi:<https://www.sciencedirect.com/science/chapter/edited-volume/abs/pii/B9780443248207000559>
- Priyashantha, H. (2025). World dairy system sustainability: a milk quality perspective. *Front. Sustain. Resour. Manag.*, 4, 1-21. Retrieved from <https://doi.org/10.3389/fsrma.2025.1572962>
- Puga, B., Aragón, E., Martínez, E., Buitrón, F., & Gaibor, E. (2024). Calidad y residuos de antibióticos en leche cruda vendida informalmente en Manabí y Santo Domingo de los

- Tsáchilas, Ecuador. *Revista Italiana de Seguridad Alimentaria*. doi:<https://www.pagepressjournals.org/ijfs/article/view/13885>
- Ramírez, M. (2020). *Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda almacenada en centros de acopio de la provincia de Chimborazo*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Róžańska-Zawieja, J., Winnicki, S., Zyprych-Walczak, J., Szabelska-Beręsewicz, A., Siatkowski, I., Nowak, W., . . . Sobek, Z. (2021). El efecto del manejo de la alimentación y el sacrificio de vacas en las curvas de lactancia y la producción de leche de vacas lecheras primíparas. *Animales*, *11*(7). doi:<https://doi.org/10.3390/ani11071959>
- Ruiz-Ortega, M., González, E., Guevara-Arroyo, A., Chay-Canul, A., Valencia-Franco, E., Pérez-Sato, M., . . . Vázquez-Diosdado, J. (2025). Características fisicoquímicas de la leche de vaca de doble propósito durante las estaciones seca y lluviosa en un ambiente tropical. *Veterinario. Ciencia.*, *12*(3). doi:<https://doi.org/10.3390/vetsci12030269>
- Sorathiya, L. (2024). Association of Good Dairy Farming Practices, Welfare and Performance: A Review. *Indian Journal of Animal Production and Management*, *40*(3), 134-145. doi:10.48165/ijapm.2024.40.3.1
- Zebib, H., Abate, D., & Zewdu, A. (2023). Nutritional quality and adulterants of cow raw milk, pasteurized and cottage cheese collected along value chain from three regions of Ethiopia. *Heliyon*, *9*, 1-14. Retrieved from [https://pdf.sciencedirectassets.com/313379/1-s2.0-S2405844023X00061/1-s2.0-S2405844023031298/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEOj%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJGMEQCIGwkad4qL7BBNq6rqY2655knNYLTh7gSs6LxFRiwYRgeAiBYUobo6hnZgu1S](https://pdf.sciencedirectassets.com/313379/1-s2.0-S2405844023X00061/1-s2.0-S2405844023031298/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEOj%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJGMEQCIGwkad4qL7BBNq6rqY2655knNYLTh7gSs6LxFRiwYRgeAiBYUobo6hnZgu1S)

