



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**

**NATURALES**

**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

---

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA LECHE EN LA PARROQUIA  
BELISARIO QUEVEDO, CANTÓN LATACUNGA”**

---

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de  
Medicas Veterinarias

**Autoras:**

Escobar Alarcón Emma Salomé

Garzón Aguirre Helen Rashel

**Tutor:**

Chacón Marcheco Edilberto

**Latacunga – Ecuador**

**Agosto 2023**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Emma Salome Escobar Alarcón, con cédula de ciudadanía No. 1804894127 y Helen Rashel Garzón Aguirre, con cédula de ciudadanía No.0502875388, declaramos ser autoras del presente proyecto de investigación: “Evaluación de la calidad de la leche en la parroquia Belisario Quevedo, cantón Latacunga”, siendo el Médico Veterinario Ph.D. Edilberto Chacón Marcheco, tutor del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 14 de agosto del 2023

Emma Salomé Escobar Alarcón  
Estudiante  
CC: 1804894127

Helen Rashel Garzón Aguirre  
Estudiante  
CC: 0502875388

DMV. PhD. Edilberto Chacón Marcheco  
Docente Tutor  
CC: 1756985691

## 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 EMMA SALOME ESCOBAR ALARCÓN, identificada con cédula de ciudadanía **1804894127** 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 Medicina Veterinaria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Evaluación de la Calidad de la Leche en la Parroquia Belisario Quevedo, Cantón Latacunga”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Marzo 2019 - Agosto 2019

Finalización de la carrera: Abril 2023 – Agosto 2023

Aprobación en Consejo Directivo: 25 de mayo del 2023

Tutor: DMV. PhD. Edilberto Chacón Marcheco

Tema: “Evaluación de la Calidad de la Leche en la Parroquia Belisario Quevedo, Cantón Latacunga”

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

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **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 comuniquen, 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 14 días del mes de agosto del 2023.

Emma Salomé Escobar Alarcón  
**LA CEDENTE**

Dra. Idalia Pacheco Tigselema  
**LA CESIONARIA**

## 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 **GARZÓN AGUIRRE HELEN RASHEL**, identificada con cédula de ciudadanía **0502875388** 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 Medicina Veterinaria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Evaluación de la Calidad de la Leche en la Parroquia Belisario Quevedo, Cantón Latacunga”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Marzo 2019 - Agosto 2019

Finalización de la carrera: Abril 2023 – Agosto 2023

Aprobación en Consejo Directivo: 25 de mayo del 2023

Tutor: DMV. PhD. Edilberto Chacón Marcheco

Tema: “Evaluación de la Calidad de la Leche en la Parroquia Belisario Quevedo, Cantón Latacunga”

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

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **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 solicite.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 14 días del mes de agosto del 2023.



Hélen Rashel Garzón Aguirre  
**LA CEDENTE**

Dra. Idalia Pacheco Tigselema  
**LA CESIONARIA**

## **AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

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

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA LECHE EN LA PARROQUIA BELISARIO QUEVEDO, CANTÓN LATACUNGA”**, de Escobar Alarcón Emma Salome y Garzón Aguirre Helen Rashel de la carrera de Medicina Veterinaria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también han incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 14 de agosto del 2023



DMV. Edilberto Chacón Marcheco, Ph.D.

**DOCENTE TUTOR**

CC: 1756985691

## **AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACION**

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, las postulantes: Escobar Alarcón Emma Salome y Garzón Aguirre Helen Rashel, con el título del Proyecto de Investigación: “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA LECHE EN LA PARROQUIA BELISARIO QUEVEDO, CANTÓN LATACUNGA”, han 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 realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 14 de agosto del 2023



Lector 1 (presidente)  
Dra. Blanca Mercedes Toro Molina, Mg.  
CC: 0501720999



Lector 2  
Dr. Xavier Cristobal Quishpe Mendoza, Mg.  
CC: 0501880132



Lector 3  
Ing. Lucia Monserrath Silva Deley, Mg.  
CC: 0602933673

## **AGRADECIMIENTO**

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a mi madre Edith Alarcón. Su apoyo inquebrantable, aliento constante y cariño han sido la fuerza que me ha impulsado a llegar hasta este momento, su ejemplo de tenacidad y sacrificio ha sido mi guía en este camino, y quiero que sepa que todo lo que he logrado es gracias a ella.

A Juan A Robles, su apoyo emocional e inmenso cariño, su comprensión durante los momentos de dedicación intensa han sido fundamentales para que hoy celebremos juntos este logro.

A aquellas personas que han estado a mi lado, brindándome su conocimiento, orientación y consejo en esta travesía académica, quiero expresarles mi profunda gratitud. Sus aportes han enriquecido mi trabajo y han contribuido en gran medida a su calidad.

Este logro no es solo mío, sino de todos los que han formado parte de mi vida y me han acompañado en este recorrido. Su apoyo ha sido fundamental para alcanzar este objetivo, y no tengo palabras suficientes para expresar mi gratitud.

Escobar Alarcón Emma Salome

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco infinitamente a Dios por darme la vida y guiarme durante este largo recorrido universitario dándome la fuerza y sabiduría siendo mi guía para superar todas las barreras durante estos años de sacrificio.

A mis padres, hermanos y sobrina Magu por la confianza, el apoyo y sostén brindado en todo este proceso, gracias por demostrarme su amor en cada consejo, corrección y celebración que hemos compartido, gracias infinitas ya que sin ustedes este logro no hubiese sido posible.

A la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Carrera de Medicina Veterinaria, por acogerme en sus instalaciones y brindarme la oportunidad de ahora salir como una gran profesional humanista de calidad. Al PhD. Edilberto director de tesis por su valiosa guía, paciencia y asesoramiento en la realización de este trabajo de grado, logrando concluir con éxito el mismo.

A mis estimados docentes que ayudaron a mi formación profesional sin egoísmo y que con entrega total de sus conocimientos permiten que ahora me encuentre en esta etapa, a mis amigos que fueron un impulso importante para la culminación exitosa de esta etapa.

Garzón Aguirre Helen.

## **DEDICATORIA**

A las mujeres de ciencia, rompiendo barreras iluminando mentes, su pasión y perseverancia inspiran, forjando un camino para las generaciones por venir.

Emma Salome Escobar Alarcón

## **DEDICATORIA**

Dedico este logro académico y de superación a Dios por brindarme la sabiduría, y fuerza para con determinación culminar mis estudios en mi querida universidad.

A mis padres y hermanos, quienes han sido pilares fundamentales en mi vida, ya que, con su amor, apoyo, ejemplo, sacrificio, y comprensión han orientado mi camino y me han ayudado a salir victoriosa en cada etapa de mi vida.

En este momento de máxima alegría y satisfacción como no dedicar este triunfo a mi mejor amigo y compañero de vida Edison, que durante estos 5 años de sacrificio estuvo presente en cada pequeño paso que Dios me permitía dar, por confiar en mí y siempre tener una palabra de ánimo, por tu cariño y amor incondicional durante esta etapa que hoy con éxito culmina.

Garzón Aguirre Helen

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**  
**MEDICINA VETERINARIA**

**TÍTULO: “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA LECHE EN LA PARROQUIA BELISARIO QUEVEDO, CANTÓN LATACUNGA”**

**AUTORES:** Escobar Alarcón Emma Salome  
Garzón Aguirre Helen Rashel

**RESUMEN**

El presente proyecto de investigación tuvo como finalidad evaluar la calidad de la leche cruda receptada en la parroquia Belisario Quevedo del cantón Latacunga. Se realizaron tres muestreos para identificar la calidad de leche en la zona de estudio (análisis físico químico, microbiológico y detección de antibióticos en la leche), muestreos previos a la socialización y aplicación de un plan de mejora de la calidad de leche para pequeños y medianos productores en el área de estudio. Para el análisis físico-químico se utilizó el analizador EKOMILK-120, el cual emplea una técnica de espectrofotometría infrarroja cercana (NIR) combinada con ondas de ultrasonido. Los exámenes microbiológicos se basaron en el conteo de células somáticas, aerobios mesófilos, coliformes totales y coliformes fecales. La detección de antibióticos se realizó mediante el kit trisensor Bioeasy, específico para la presencia de sulfamidas, betalactámicos y tetraciclinas, en la leche. Para el análisis estadístico se trabajó con la prueba de T de Student para muestras apareadas de cada variable, con la finalidad de evaluar la diferencia significativa. Obteniéndose como resultados que los parámetros fisicoquímicos para grasa, proteína, lactosa y densidad, se encuentran dentro del rango aceptable establecido en la normativa nacional, en todas las muestras de leche de las parroquias en estudio. El análisis microbiológico reveló recuentos bacterianos elevados en los barrios Manzana Pamba, Galpón Loma y Tunducama, lo que sugiere la necesidad de implementar prácticas de higiene y manejo más rigurosas en la cadena de producción de leche. El plan de mejora de la calidad de leche socializado a cada productor contribuyó a una mejora a corto plazo en la calidad de la leche pues la contaminación al momento del ordeño fue el principal problema encontrado en las pequeñas ganaderías.

**Palabras clave:** calidad de leche cruda, análisis físico químico, análisis microbiológico, ordeño.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI  
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES  
VETERINARY MEDICINE**

**TITLE: "EVALUATION OF MILK QUALITY IN THE BELISARIO QUEVEDO PARISH, LATACUNGA CANTON"**

**AUTHOR:** Escobar Alarcón Emma Salome  
Garzón Aguirre Helen Rashel

**ABSTRACT**

This research project aims to evaluate the quality of raw milk received in the Belisario Quevedo parish of the Latacunga canton. Three tests were developed to identify the quality of milk in the area (physical, chemical, microbiological analysis, and detection of antibiotics in milk), tests before socialization, and the application of a milk quality improvement plan for small and medium-sized producers. We employed the EKOMILK-120 analyzer, which combines ultrasound waves and near-infrared spectrophotometry (NIR) technology, for the physical-chemical examination. The microbiological examinations were based on the count of somatic cells, aerobic mesophiles, total coliforms, and fecal coliforms. The detection of antibiotics was developed using the Bioeasy tri-sensor kit, specific for the presence of sulfonamides, beta-lactams, and tetracyclines in milk. For the statistical analysis, we used the Student's T test for paired samples of each variable, to evaluate the significant difference. Obtaining as results that the physicochemical parameters for fat, protein, lactose, and density, are within the acceptable range established in the national regulations, in all milk samples. The microbiological analysis revealed high bacterial counts in the Manzana Pamba, Galpón Loma, and Tunducama neighborhoods, which suggests the need to implement more rigorous hygiene and management practices in the milk production chain. The milk quality improvement plan contributed to a short-term improvement in milk quality since contamination at the time of ordering was the main problem found in small farms.

**Keywords:** raw milk quality, physical-chemical analysis, microbiological analysis, milking

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	v
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vii
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	viii
AGRADECIMIENTO .....	ix
AGRADECIMIENTO .....	x
DEDICATORIA.....	xi
DEDICATORIA.....	xii
ABSTRACT .....	xiv
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	xv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xviii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xix
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	3
3.1 Directos.....	3
3.2 Beneficiarios indirectos .....	3
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
5. OBJETIVOS.....	4
5.1 Objetivo General.....	4
5.2 Objetivos Específicos .....	4
6. ACTIVIDADES RELACIONADAS A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS EN LA INVESTIGACIÓN .....	5
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA.....	6
7.1 Producción Láctea a nivel mundial.....	6
7.2 Situación lechera en el Ecuador .....	7
7.3 Leche.....	8
7.3.1 Composición y propiedades fisicoquímicas de la leche.....	9
7.3.1.1 Grasa.....	10
7.3.1.2 Proteínas .....	10

7.3.1.3 Sólidos no grasos .....	11
7.3.1.4 Densidad de la leche .....	11
7.3.2 Propiedades Microbiológicas .....	12
7.4 Calidad .....	13
7.4.1 Factores que influyen en la calidad de la leche .....	13
7.4.1.2 Nutrición y alimentación del ganado .....	13
7.4.1.3 Manejo sanitario y de bienestar animal .....	14
7.4.1.4 Influencia de factores ambientales .....	15
7.5 Métodos para evaluar la calidad de leche .....	16
7.5.1 Análisis composicional .....	16
7.5.2 Acidez titulable .....	16
7.5.3 Análisis microbiológico .....	17
7.5.3.1 Contaje de células somáticas (CCS/ml).....	17
7.5.2.2 Contaje total de bacterias.....	17
7.5.4 Detección de antibióticos .....	17
7.6 Impacto del consumo de leche sobre la salud pública .....	18
8. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS .....	19
9. METODOLOGÍA.....	19
9.1 Ubicación de la investigación y periodo de estudio .....	19
9.2 Recolección de muestras de leche .....	21
9.2.1. Muestreo control .....	21
9.2.2. Segundo Muestreo.....	22
9.2.3. Tercer Muestreo .....	22
9.2.4. Último muestreo.....	22
9.3 Análisis composicional de la leche .....	23
9.3.1 Análisis físico químicos cuantitativos.....	23
9.3.2 Análisis de las variables cualitativas de la leche.....	23
9.3.2.1 Acidez titulable.....	23
9.4 Análisis microbiológicos de la leche .....	24
9.4.1 Células somáticas (CCS/ml) .....	24
9.4.2 Bacterias aerobias mesófilas (UFC/ml).....	26
9.4.3 Recuento de coliformes totales (UFC/ml).....	26
9.4.4 Recuento de coliformes fecales (UFC/ml).....	26

9.5 Detección de antibióticos.....	26
9.6 Plan de mejora de la calidad de leche para pequeños y medianos productores.....	27
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	29
10.1 Análisis descriptivo.....	29
10.1.1 Zona de estudio .....	29
10.1.2 Muestreo base.....	29
10.1.3 Segundo muestreo, caracterización del problema por barrios de la zona 3 .....	31
10.1.4 Muestreo con los productores asociados al proyecto .....	34
10.1.5 Análisis microbiológico de la leche .....	38
10.1.6 Detección de residuos de antibióticos .....	39
10.2 Análisis correlacional .....	39
10.2.1 Implementación del Plan de mejora de la calidad de leche.....	40
11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS) .....	43
11.1 Impacto Social .....	43
11.2 Impactos Económicos .....	43
11.3 Impacto Técnico .....	43
12. CONCLUSIONES.....	44
13. RECOMENDACIONES .....	45
14. BIBLIOGRAFÍA.....	46
15. ANEXOS.....	57

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Actividades relacionadas a los objetivos planteados en la investigación. ....	5
<b>Tabla 2.</b> Número de vacas ordeñadas y producción de leche. ....	8
<b>Tabla 3.</b> Composición nutricional de la leche entera. ....	9
<b>Tabla 4.</b> Conteo de microorganismos en diferentes porciones de ordeño. ....	15
<b>Tabla 5.</b> Características microbiológicas de la leche por zonas de estudio. ....	30
<b>Tabla 6.</b> Parámetros composicionales de la leche en los barrios de zona 3. ....	31
<b>Tabla 7.</b> Características microbiológicas de la leche en los barrios de zona 3. ....	33
<b>Tabla 9.</b> Análisis correlacional de características microbiológicas antes del plan de mejora. ....	41
<b>Tabla 10.</b> Análisis correlacional de características microbiológicas después del plan de mejora. ....	42
<b>Tabla 11.</b> Prueba T de Student para muestras Apareadas en Contaje de células somáticas... ..	64
<b>Tabla 12.</b> Prueba T de Student para muestras Apareadas en bacterias mesófilas aerobias ....	64
<b>Tabla 13.</b> Prueba T de Student para muestras apareadas coliformes totales. ....	64
<b>Tabla 14.</b> Prueba T de Student para muestras apareadas coliformes fecales. ....	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Producción y rendimiento de la leche en determinados países y regiones .....	6
<b>Figura 2.</b> Principales componentes de la leche.....	10
<b>Figura 3.</b> Diagrama de interpretación para evaluar la presencia de antibióticos betalactámicos, sulfonamidas y tetraciclinas.....	18
<b>Figura 4.</b> Mapa de la parroquia Belisario Quevedo.....	20
<b>Figura 5.</b> Zonas distribuidas de productores del área de estudio.....	21
<b>Figura 6.</b> Localización por zonas de los barrios asociados al proyecto en Google Earth .....	29
<b>Figura 7.</b> Análisis composicional de la leche de las zonas de estudio .....	30
<b>Figura 8.</b> Gráfica de barras comparativa del análisis fisicoquímico de la zona 3 .....	32
<b>Figura 9.</b> Características fisicoquímicas del barrio Tunducama .....	36
<b>Figura 10.</b> Características fisicoquímicas del barrio Manzanapamba .....	36
<b>Figura 11.</b> Características fisicoquímicas del barrio Galpón Loma. ....	37

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

**Título del proyecto:** EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA LECHE EN LA PARROQUIA BELISARIO QUEVEDO, CANTÓN LATACUNGA.

**Fecha de inicio:** Abril 2023

**Fecha de finalización:** Agosto 2023

**Lugar de ejecución:** Parroquia Belisario Quevedo, Provincia de Cotopaxi, Ecuador

**Facultad que auspicia:** Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

**Carrera que auspicia:** Medicina Veterinaria

**Proyecto de investigación vinculado:** Determinación de enfermedades infecciosas y parasitarias frecuentes en los animales de la zona 3

**Equipo de trabajo:**

**Estudiantes:** Escobar Alarcón Emma Salomé (Anexo 1)

Garzón Aguirre Helen Rashel (Anexo 2)

**Tutor:** DMV. PhD. Chacón Marcheco Edilberto (Anexo 3)

**Área de Conocimiento:** Agricultura

**Sub área** 64. Veterinaria

**Línea de investigación:** Producción y Biotecnología Animal.

**Sublínea de investigación de la Carrera:** Microbiología, Parasitología, Inmunología y Sanidad Animal

## 2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La leche cruda es un producto obtenido a través del ordeño de vacas saludables, bien alimentadas y en estado de reposo. Esta leche no contiene calostro y cumple con las normas fisicoquímicas, microbiológicas e higiénicas establecidas por cada país. Es una fuente rica en vitaminas A, B12, D, así como en minerales como fósforo, potasio, calcio, magnesio, selenio, yodo y zinc (1). En Ecuador, la producción y comercialización de leche cruda involucra a aproximadamente 1,3 millones de personas, según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), en 2020 se producían alrededor de 6,6 millones de litros de leche cruda diariamente (2).

La calidad de la leche cruda está influenciada por diversos parámetros de producción que abarcan el manejo, la nutrición y la genética del ganado vacuno. Estos factores desempeñan un papel crucial en la composición de la leche y su productividad. Asimismo, los procedimientos de ordeño y almacenamiento están estrechamente vinculados a la calidad microbiológica de la leche, lo que a su vez determina su vida útil (3).

Según el proyecto SICA, en el Cantón Latacunga de la provincia de Cotopaxi la producción diaria de leche alcanza los 145.319 litros (4). Sin embargo, de acuerdo con información proporcionada por BanEcuador en 2021, los hatos ganaderos de la provincia de Cotopaxi enfrentan problemas persistentes relacionados con el manejo inadecuado, el transporte de leche y dificultades en la productividad, ya que la mayoría de las unidades bovinas (UBAs) no están adaptadas a las bajas temperaturas de este cantón (5).

La parroquia Belisario Quevedo, una de las diez parroquias rurales del cantón Latacunga, depende principalmente de la producción láctea bovina para sus ingresos económicos, particularmente cuenta con siete haciendas que se estima producen alrededor de 4.650 litros diarios (6). Según la Asociación de Producción Alimenticia Nueva Esperanza, ubicada en el barrio Manzanapamba, acopian diariamente 2.500 litros de leche provenientes de 220 productores, con un promedio de 11 litros por productor al día (7).

### **3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

#### **3.1 Directos**

- Pequeños y medianos productores de leche de la parroquia Belisario Quevedo.
- Las investigadoras principales del proyecto, requisito previo a la obtención del Título en Medicinas Veterinarias

#### **3.2 Beneficiarios indirectos**

- Pequeños y medianos productores de leche de la Provincia de Cotopaxi.
- Estudiantes de la carrera de Medicina Veterinaria.

### **4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La industria lechera desempeña un papel significativo en la economía del Ecuador, representa alrededor del 4% del PIB agroalimentario del país y tiene un alto potencial de exportación (6). En el país, la producción de leche se lleva a cabo principalmente en fincas y granjas familiares, aunque también se observa un aumento en la presencia de granjas industriales y comerciales. Se cuenta con una variedad de razas de ganado lechero, como la Jersey, Holstein y Brown Swiss. A pesar de la importancia de la producción lechera, el Ecuador enfrenta desafíos en este sector, como una baja producción de leche por vaca debido a la nutrición y el manejo deficientes (7).

La calidad de la leche está determinada por diversos factores, que incluyen la nutrición del ganado, la salud de las vacas, las prácticas de manejo, los procesos de producción y el envasado. Evaluar la calidad de la leche es crucial para garantizar que los consumidores reciban productos nutritivos y seguros (9). En Ecuador, el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) establece los estándares mínimos de calidad y seguridad para la producción de leche. Estos estándares incluyen requisitos relacionados con la temperatura de almacenamiento, el contenido de materia grasa, los niveles de proteínas, la presencia de microorganismos y los niveles de contaminación (10). Es fundamental cumplir con estos estándares para asegurar que los consumidores reciban leche de calidad.

En la actualidad, los precios de venta de la leche por litro varían según los requisitos de calidad establecidos por las compañías lácteas y el método de comercialización utilizado. Cuando la leche se adquiere a través de un Centro de Acopio, los productores reciben pagos que oscilan

entre US\$0.36 y 0.45 por litro recolectado. En los cantones de la región Sierra, los precios fluctúan entre US\$0.32 y 0.48, pudiendo alcanzar hasta US\$0.50 en casos donde la Unidad de Producción Agropecuaria (UPA) tenga una extensión superior a 20 hectáreas (11).

Siendo los intermediarios quienes establecen el precio de la leche sin considerar su calidad. Su enfoque principal se centra en el volumen total de la leche, sin prestar suficiente atención a la calidad bacteriológica ni al contenido de sólidos como proteínas y grasas. A pesar de los controles establecidos por organismos gubernamentales para garantizar la seguridad alimentaria, el problema de la baja calidad sanitaria de la leche persiste, representando problemas en el consumo y comercialización de leche proveniente de animales enfermos o en tratamiento farmacológico (12).

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 Objetivo General**

Evaluar la calidad de la leche cruda receptada en la parroquia Belisario Quevedo del cantón Latacunga.

### **5.2 Objetivos Específicos**

- Determinar las características físico-químicas de la leche cruda receptada en la parroquia Belisario Quevedo, cantón Latacunga.
- Evaluar los parámetros microbiológicos en la leche cruda en el área de estudio.
- Proponer un plan de mejora de la calidad de leche para pequeños y medianos productores en el área de estudio.

## 6. ACTIVIDADES RELACIONADAS A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS EN LA INVESTIGACIÓN

**Tabla 1.** Actividades relacionadas a los objetivos planteados en la investigación.

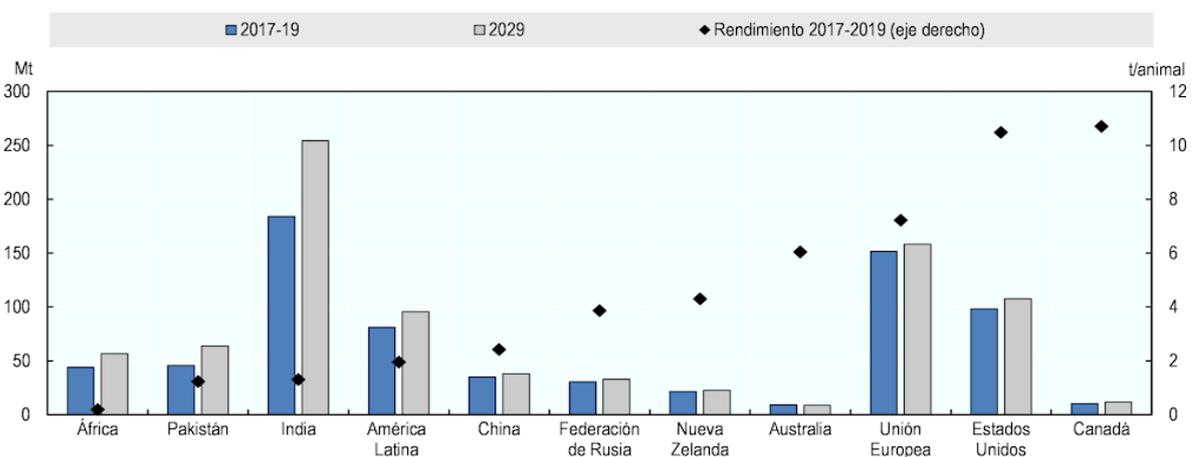
<b>OBJETIVO 1</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>RESULTADOS</b>
Determinar las características físico-químicas de la leche cruda receptada en la parroquia Belisario Quevedo, cantón Latacunga.	Recolección de muestras de leche cruda en las producciones pequeñas y medianas de la parroquia Belisario Quevedo	Muestreo de la leche en pequeñas y medianas producciones. Análisis composicional de la leche mediante NIR. Evaluación de la acidez titulable y prueba de alcohol de la leche según INEN 13 y INEN 1500.	Características cuantitativas de la leche: Grasa: 3,58; Sólidos no grasos: 8,02; Densidad: 28,48; Proteínas: 3,04; Agua agregada: 0,006; PH: 6,64; Acidez titulable: 0,14
<b>OBJETIVO 2</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>RESULTADOS</b>
Evaluar los parámetros microbiológicos en la leche cruda en el área de estudio.	Almacenamiento y transporte de las muestras de leche. Realizar medios de cultivos específicos para recuento total de bacterias aerobias, coliformes totales y fecales. Conteo de colonias presentes en las placas. Recuento de células somáticas mediante microscopía.	Transporte al laboratorio San Francisco en Salcedo. Análisis total de bacterias aerobias mediante cultivo en agar sangre y contaje por el método de vaciado en placa. Análisis de bacterias coliformes mediante técnicas de cultivo en agar MacConkey. Contaje de células somáticas por método directo.	Parámetros microbiológicos de la leche: Células somáticas 23941,6 (CCS/ml) Bacterias aerobias mesófilas 43084,2 (UFC/ml) Recuento de coliformes totales (UFC/ml) 7128,1 Recuento de coliformes fecales 11,9 (UFC/ml).
<b>OBJETIVO 3</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>RESULTADOS</b>
Proponer un plan de mejora de la calidad de leche para pequeños y medianos productores en el área de estudio.	Identificar los principales problemas que afectan la calidad. Establecer un protocolo para limpieza y desinfección. Socialización del protocolo con los productores del área de estudio.	Realizar un diagnóstico de la calidad en la zona de estudio e identificar los principales problemas que afectan para el diseño del protocolo relacionado a buenas prácticas de ordeño, manejo higiénico de la leche y control de enfermedades en el ganado.	Plan de mejora orientado a los problemas identificados. Parámetros microbiológicos de la leche: Células somáticas 21142,6 (CCS/ml) Bacterias aerobias mesófilas 35236,8 (UFC/ml) Recuento de coliformes totales 5925,4 (UFC/ml) Recuento de coliformes fecales 3,94 (UFC/ml).

## 7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA

### 7.1 Producción Láctea a nivel mundial

La producción lechera es fundamental en la agricultura y la ganadería global. Representa el 27% del valor agregado ganadero y el 10% de la agricultura a nivel mundial. Cerca de 150 millones de hogares se dedican a producir leche en todo el mundo, en su mayoría pequeños agricultores en países en desarrollo. La producción de leche beneficia rápidamente a estos agricultores al generar ingresos esenciales, lo que la convierte en una fuente crucial de sustento económico a nivel global (13).

La producción global de leche, compuesta en su mayoría por leche de vaca (81%), búfala (15%) y otras fuentes (4% de cabra, oveja o camella), creció un 1.3% alcanzando aproximadamente 852 millones de toneladas en 2019. Aunque India, el principal productor lácteo mundial, incrementó su producción en un 4.2% llegando a 192 millones de toneladas en 2019, su impacto en los mercados internacionales fue limitado debido a sus modestas exportaciones de leche y productos lácteos (14).



**Figura 1.** Producción y rendimiento de la leche en determinados países y regiones

**Fuente:** (14).

En las últimas décadas, las naciones en desarrollo han incrementado su contribución a la producción global de leche. Este aumento se debe mayormente a un incremento en el número de animales para la producción, en lugar de un aumento en la productividad individual. En muchos de estos países, factores como la baja calidad de los recursos alimenticios para el

ganado, enfermedades, acceso limitado a mercados y servicios, junto con limitaciones genéticas en los animales, han restringido la productividad lechera. No obstante, la producción de leche ha permanecido constante entre los tres principales exportadores de productos lácteos: Nueva Zelanda, la Unión Europea y los Estados Unidos (15).

En 2019, China, el mayor importador global de productos lácteos, registró un aumento del 3.6% en su producción de leche. Se proyecta un incremento anual del 1.6% en la producción mundial de leche hasta 2029, alcanzando 997 millones de toneladas, superando otros principales cultivos. Comparado con la década previa, el crecimiento de la población de ganado lechero (0.8%) excede ligeramente el aumento anticipado en la productividad promedio en un 0.7%, especialmente en naciones con niveles más altos de rendimiento (16).

Se anticipa que más del 50% del aumento global en la producción lechera en la próxima década provenga principalmente de India y Pakistán, contribuyendo también con más del 30% de la producción total mundial de leche para 2029. Se estima que la Unión Europea, como el segundo mayor productor, experimentará un aumento más moderado que el promedio global debido a restricciones ambientales y a un crecimiento interno de la demanda limitado en esta región (17).

## **7.2 Situación lechera en el Ecuador**

La leche es un alimento indispensable en las familias del mundo, ya que constituye un aporte base para la nutrición de las personas, debido a la cantidad de nutrientes, vitaminas y minerales que posee, por lo que realizar periódicamente evaluaciones de control y estudios que garanticen su calidad e inocuidad alimentaria es de vital importancia para la salud pública (18). La industria láctea en Ecuador es un sector económico vital, con el enfoque principal en la producción de leche de alta calidad a partir de su composición debido a la importancia de las características de calidad de la leche en las decisiones de precios (19).

Según información entregada por el INEC, la producción de leche de Ecuador en el 2021 es de 5.699.046 litros. Pichincha concentra el 18% de la producción nacional, le sigue Azuay con el 14% y las provincias de Manabí y Cotopaxi con el 11%. Cabe destacar que la producción de leche de este año es un 7% inferior a la de 2020. La manufactura láctea, por su parte, suma unos \$248,21 en 2021, equivalente al 0,36% del PIB. Eso representa un valor 1,3% superior a la cifra reportada para 2020. La importancia de este sector en la economía ecuatoriana es crucial, ya que genera empleo directo para el 9% de la población ecuatoriana económicamente activa e indirectamente representa una fuente de trabajo para miles de ecuatorianos (21).

**Tabla 2.** Número de vacas ordeñadas y producción de leche.

<b>Año</b>	<b>Provincia</b>	<b>N° de vacas ordeñadas</b>	<b>Producción de leche (lt)</b>	<b>Rendimiento (lt/vaca ordeñada)</b>	<b>Part (%) en la Producción nacional</b>
<b>2021</b>	Pichincha	90,971	1,025,458	11.27	18.0%
	Azuay	102,777	777,142	7.56	13.6%
	Manabí	159,063	617,624	3.88	10.8%
	Cotopaxi	70,916	599,506	8.45	10.5%
	Chimborazo	79,316	533,81	6.73	9.4%
	Otras Prov.	343,671	2,145,507	6.24	37.6%
	<b>Total, General</b>		<b>846,715</b>	<b>5,699,046</b>	<b>6.73</b>

**Fuente:** (20)

Información publicada por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca de Ecuador en 2019, el consumo per cápita de leche en Ecuador es de unos 110 litros anuales, cifra preocupante porque en otros países de Sudamérica se ha duplicado el consumo per cápita. Es por esto que urge mejorar y hacer avanzar la industria láctea del país, ya que el crecimiento poblacional y la globalización impulsan a los productores a realizar mayores esfuerzos para lograr una producción más eficiente (22).

### 7.3 Leche

La leche se describe como el resultado de la secreción láctea de las glándulas mamarias de los animales mamíferos, se caracteriza por ser un líquido de composición bastante compleja, cuyo color se caracteriza por ser blanquecino opaco, sabor medianamente dulce y pH aproximadamente neutro (23).

La contribución de la leche a la nutrición es altamente significativa. En este sentido, se puede precisar que la leche se puede definir como el resultado fresco obtenido del ordeño íntegro de una o más vacas que se encuentren en buen estado de salud y alimentación, en un estado de

tranquilidad, libre de calostro, y que cumpla con los estándares físicos, microbiológicos e higiénicos preestablecidos (24).

### 7.3.1 Composición y propiedades fisicoquímicas de la leche

Los autores detallan que la composición de la leche y por lo tanto los parámetros fisicoquímicos fluctúan considerablemente a lo largo de los 300 días productivos de los animales, a este factor de variación se añade las características individuales, la alimentación, el estado sanitario y la edad de cada de cada animal productivo (25).

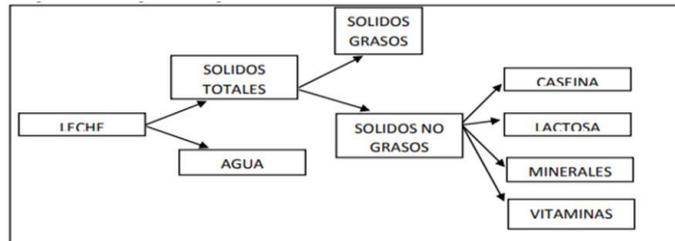
La leche está compuesta por aproximadamente siete elementos fundamentales, entre los cuales sobresalen las proteínas, los azúcares como la lactosa, grasas, vitaminas, enzimas, minerales y, predominantemente, el agua.

**Tabla 3.** Composición nutricional de la leche entera

<b>Componente</b>	<b>Cifra</b>
Agua	88,30%
Proteína	3,20%
Grasa	3,20%
Cenizas	0,70%
Carbohidratos	4,50%
Energía, kcal/100 g	60

**Fuente** (25)

La leche bovina está compuesta aproximadamente por el 88% de agua y un 12% de sólidos totales (Figura 2), cabe destacar que estos valores pueden variar dependiendo de la zona, la raza, alimentación, entre otros factores (26).



**Figura 2.** Principales componentes de la leche.

**Fuente:** (26)

### 7.3.1.1 Grasa

La grasa de la leche está formada mayoritariamente por ácidos grasos saturados, monoinsaturados, y poliinsaturados; la grasa en la leche se presenta como una emulsión entre lípidos y agua (27). El componente principal de la grasa de la leche está representado por un 95% por triglicéridos, también destacan bajas cantidades de ácidos grasos, y colesterol. La síntesis de grasa en la leche parte de los dos ácidos grasos que provienen de la fermentación ruminal, estos ácidos grasos son el acético y butírico, se da un 50% en la glándula mamaria del animal (28).

En otra perspectiva, investigadores señalan que el suministro de niveles elevados de forraje en la alimentación de bovinos lecheros fomenta el incremento del contenido de grasa en la leche al propiciar un aumento en la producción de ácido acético, el cual es fundamental para la síntesis de lípidos en la leche (29).

Es ampliamente reconocido que la composición de la dieta desempeña un papel crucial. Sin embargo, varios estudiosos mencionan que el contenido lipídico en la leche se encuentra influido por el depósito de grasa en el animal, así como por su genotipo y raza. Por ejemplo, en el caso de vacas de la raza Holstein, se observa que este contenido varía dentro de un rango de 3,5% a 4,7%, resaltando así la relevancia de estas consideraciones en la determinación de la calidad lipídica en la leche (30).

### 7.3.1.2 Proteínas

El contenido proteico presente en la leche adquiere relevancia en la dieta humana, aportando una concentración en el rango de 30 a 32 gramos por litro. Dentro de las categorías de proteínas presentes, se destacan las proteínas solubles, entre las que figuran la lactoalbúmina, la lactoglobulina y otras sustancias nitrogenadas no proteicas como la urea, conformando

aproximadamente el 20% del total. Por otro lado, las proteínas insolubles, representadas mayoritariamente por la caseína, ocupan un porcentaje entre el 78% y el 80% (31). Las caseínas, al interactuar en un sistema coloidal estabilizado por calcio, fósforo y magnesio, favorecen la digestibilidad y el transporte de estos minerales. Desde un punto de vista funcional, las proteínas lácteas son proveedoras de salud debido a la alta calidad biológica de los péptidos bioactivos, contribuyendo a la absorción eficiente de otros nutrientes. Los pastizales usuales en la región Costa y otras variedades introducidas y mejoradas en la región Sierra contribuyen a mantener niveles aceptables de proteína, oscilando entre 3,01% y 3,25% (32).

### **7.3.1.3 Sólidos no grasos**

Los sólidos no grasos en la leche están representados por proteínas, lactosa, vitaminas y minerales. No incluye ni contabiliza el agua ni lípidos de la leche, según la Norma INEN IE 2012, una leche de calidad debe contener como valor mínimo un 8,2% de sólidos no grasos. Cabe destacar que estos valores pueden sufrir variaciones dependiendo del estado de nutrición, manejo, estado de lactación, edad de la vaca, raza del animal y el estado sanitario (33).

De manera más específica podemos detallar que los sólidos no grasos están formados por aproximadamente un 56% de lactosa, 38% de proteínas en donde la caseína destaca del resto y un 6% de sales minerales donde encontramos al calcio, potasio, fósforo, hierro. La importancia de tener un valor aceptable en sólidos no grasos recae en los productos derivados de la leche pues dependiendo del producto estos le brindan mayor una mayor cremosidad, volumen, consistencia, entre otras cualidades (34).

### **7.3.1.4 Densidad de la leche**

La densidad se define como una característica física empleada para la comparación de las masas de distintas sustancias o de una única sustancia. La densidad de la leche bovina varía en un rango comprendido entre 1.027 y 1.041, con un valor promedio de 1.031 g/cm<sup>3</sup>. La densidad de la leche de vacas enfermas tiende a parecerse a la de la sangre, por lo que las leches mamáticas son más saladas debido a las alteraciones en la permeabilidad de los alveolos. Una diversidad de factores contribuye a variar la densidad de la leche, incluyendo su composición química, la temperatura en el momento de medición y almacenamiento, el tiempo transcurrido desde el proceso de ordeño, las técnicas de ordeño fragmentado, la centrifugación y otras manipulaciones tecnológicas (33).

Como resultado, la densidad no solo depende de la temperatura en el instante de la medición, sino también de las temperaturas previas. Adicionalmente, este parámetro muestra su nivel más bajo poco después del ordeño, incrementándose gradualmente posteriormente. El tiempo necesario para estabilizar el valor de la densidad de la leche está relacionado con la temperatura a la que estuvo sometida anteriormente durante el almacenamiento. Aproximadamente, a una temperatura de 15°C, este proceso lleva de 1 a 2 días, mientras que a 50°C suele ocurrir en unas seis horas (34). Este fenómeno se conoce como el "Fenómeno de Recknagel" y se origina por la lenta solidificación de la grasa en la leche y la reducción en la cantidad de agua libre. Por lo tanto, la temperatura a la que se expuso la muestra de leche influye de manera mínima en el resultado final (36).

### **7.3.2 Propiedades Microbiológicas**

La calidad sanitaria y microbiológica de la leche cruda resulta fundamental en la composición y mantenimiento del biológico, pues se ha comprobado que altas cargas microbianas dan como resultado la degradación de grasas, así como afectan directamente a la síntesis de proteínas, afectando a la calidad de la leche, elaboración de derivados, la salud pública y por ende a la economía de las familias en el mundo (37).

Autores indica que la leche al ser un producto biológico de manera natural se encuentran pequeñas cantidades de microorganismos, y su composición le brinda la característica para convertirse en un medio de nutrición para los microorganismos del ambiente, por otro es importante resaltar los sistemas inhibidores naturales con los que cuenta la leche, dicho sistemas previenen el desarrollo bacteriano a temperatura ambiente por un periodo aproximado de tres horas después del ordeño. Se conoce que la contaminación microbiana de la leche proviene de tres fuentes principales: problemas de glándula mamaria (mastitis), por organismos ambientales que contaminan la ubre y pezones, y por la mal higiene de los equipos e implementos usados en el ordeño y almacenamiento de leche (38).

Considerando que la contaminación microbiana es la razón principal de la alteración de la leche citamos de manera muy general a algunos de los microorganismos que afectan a la leche cruda, *Salmonella* spp, *Escherichia coli* y otras enterobacterias, las cuales llegan a la leche en la mayoría de los casos por heces en las ubres, falta de higiene en utensilios de ordeño, así como el suministro de agua contaminada a los animales. Estos microorganismos representan una alerta para la salud pública, ya que la leche contaminada con estos patógenos al ser consumida

provoca síntomas de gastroenteritis aguda. Por otro lado, en la leche encontramos bacterias del género mycobacterium, brucella, estafilococos los cuales son de fácil diseminación por lo que resultan una amenaza en hatos productivos (37).

Es importante destacar que el rango de conteo bacteriano que establece la normativa ecuatoriana es significativamente más alto que el de otras normativas internacionales, lo que de manera directa nos indica que como país existe un valor elevado en conteo bacterianos. La importancia de tener bajos niveles de bacterias en la leche se basa en la existencia de bacterias termófilas resistentes, afectando así a la salud pública, a la calidad, sabor y vida útil de la leche (38).

## **7.4 Calidad**

Correspondiente al tema de calidad alimentaria se indica que engloba lineamientos higiénicos, sanitarios, químicos, físicos, organolépticos, resaltando que estos parámetros se encuentran ligados entre sí, y la evaluación de dichos indicadores puede darse de manera subjetiva u objetiva. Haciendo referencia a la leche se menciona que la calidad puede evaluarse bajo dos indicadores, la higiene de la leche y la repercusión de consumo en la salud pública (39).

### **7.4.1 Factores que influyen en la calidad de la leche**

Una leche considerada de calidad y segura para su consumo se produce y recoge bajo estrictos métodos higiénicos que deberían ser aplicados por productores, transportadores, intermediarios y vendedores, cabe resaltar que en cada etapa desde la recolección hasta la venta se pueden dar alteraciones que afecten la calidad e inocuidad de la leche (40).

La cantidad, calidad y composición de la leche se ven afectadas por una variedad de factores, el 36% de los cuales están determinados por el propio animal y el 60% por el ambiente en el que vive el animal, estos factores trabajan en conjunto para afectar negativamente la calidad de la leche. Entre los factores destacan: fisiológicos: desarrollo durante la lactancia; alimentación: aspectos relacionados con las raciones; clima: estación, temperatura, humedad; genética: raza, herencia, selección; crianza de animales: condiciones de ordeño (41).

#### **7.4.1.2 Nutrición y alimentación del ganado**

La correcta alimentación del ganado lechero implica la provisión de los nutrientes esenciales necesarios para sostener el mantenimiento y la producción de leche en las vacas. Es de vital importancia asegurar un adecuado consumo de forraje, abarcando pastos, forrajes y ensilajes, a

fin de suplir las demandas calóricas diarias del ganado. Los componentes nutricionales críticos para optimizar tanto la producción láctea como la fertilidad en el ganado lechero comprenden la energía, la fibra, la proteína, así como los minerales y las vitaminas (42).

La gestión efectiva de la ingesta de nutrientes en las vacas requiere la implementación de estrategias que garanticen una ingesta constante de materia seca. Para lograr esto, es esencial suministrar productos ensilados de alta calidad mediante la aplicación de prácticas óptimas de conservación, con especial atención a la prevención del crecimiento de hongos que puedan dar origen a micotoxinas. Además, se debe evitar el calentamiento de los ensilajes y se deben establecer procedimientos adecuados de mezclado que minimicen la posibilidad de segregación de los componentes (43).

#### **7.4.1.3 Manejo sanitario y de bienestar animal**

La clave para obtener una leche de cantidad y calidad adecuada en su mayoría se encuentra ligada a la rutina de ordeño que se maneje, se sabe que los bovinos son animales de costumbre, por lo tanto, la relación entre los ordeñadores y el animal influye de manera directa en la calidad y cantidad de leche (37).

La ubre de las hembras se considera un órgano funcional que produce y almacena leche, la cantidad y calidad de la producción de leche depende en gran medida de la salud de la ubre, así como del ordeñador, el manejo y el medio ambiente (44).

La mayor parte de la leche dentro de los cuatro compartimentos de la ubre se considera de buena calidad con un recuento microbiano bacteriano bajo; sin embargo, la contaminación se debe a factores externos que se dan en el momento del ordeño, la causa principal es la falta de limpieza previa al ordeño, por lo que nos encontramos con pezones con excrementos del propio animal, suciedad, pelos y restos de pienso que son arrojados a la leche en el momento del ordeño y recolección. Por lo tanto, la capacitación y práctica de los granjeros en buenas prácticas de ordeño es fundamental para la calidad de la leche y, por lo tanto, para la salud pública (45).

**Tabla 4.** Conteo de microorganismos en diferentes porciones de ordeño.

<b>Porción del Ordeño</b>	<b>Microorganismos/ml</b>
Primera	6 500 gérmenes/ml
Segunda	1 350 gérmenes/ml
Final	709 gérmenes/ml

**Fuente:** (45)

El ordeño ya sea manual o mecánico requiere siempre de una buena estimulación e higiene de la ubre, la limpieza, lavado y sellado de pezones es un factor fundamental en las rutinas de ordeño, pues una adecuada rutina de ordeño cuenta con: Inspección, limpieza del pezón, despunte, presellado, secado del pezón, colocación de la unidad, ajuste y retiro del succionador. Pues existen diferentes factores durante el proceso de ordeño que influyen en la cantidad, composición y calidad de la leche cruda (46).

#### **7.4.1.4 Influencia de factores ambientales**

Otra variable que puede ocasionar fluctuaciones tanto en la cantidad como en la calidad de la leche es la temperatura del entorno. Si la temperatura ambiente alcanza los 30°C, las vacas reducen su consumo de alimento y aumentan la ingesta de agua, lo que conduce a una disminución en la entrada de energía. Esto, a su vez, resulta en una reducción en los niveles de producción y en el contenido de proteína y grasa (45).

La leche de la mayoría de pequeños productores es recolectada y almacenada en contenedores de material plástico o metal para posteriormente ser vaciada al tanque de recolección general y finalmente ser transportado a la planta láctea para su refrigeración, así es como funciona la industria en las localidades, sin embargo el olvidar la relación que existe entre el tiempo en que la leche se encuentra al ambiente y la temperatura a la que se encuentra juega un papel importante en la calidad higiénica de la leche pues largos periodos de exposición de la leche a temperatura ambiente hace que esta actúe como un nutritivo medio de cultivo para diferentes microorganismo (46).

## **7.5 Métodos para evaluar la calidad de leche**

### **7.5.1 Análisis composicional**

El EKOMILK-120 cuenta con un microprocesador integrado que procesa los datos obtenidos durante el análisis. Los parámetros medidos incluyen materia grasa, sólidos no grasos, proteína, densidad, punto de congelamiento y agua agregada. Estos resultados son mostrados de manera clara y precisa en la pantalla del analizador en un tiempo récord de 120 segundos ofrece un nivel de precisión diferenciado dependiendo de los parámetros que se están midiendo. A continuación, se detalla la precisión para algunos de los parámetros mencionados en los resultados (47):

- Grasa: El rango de medición de grasa va desde 0.5% hasta 12%, con una precisión de  $\pm 0.1\%$ . Esto significa que los resultados obtenidos para el contenido de grasa tendrán un margen de error de  $\pm 0.1\%$  en relación al valor real.
- Sólidos sin grasa (SNF): El rango de medición de los sólidos sin grasa varía de 6% a 12%, con una precisión de  $\pm 0.2\%$ . Esto implica que los resultados de los sólidos sin grasa tendrán un margen de error de  $\pm 0.2\%$  en relación al valor real.
- Densidad de la leche: El rango de medición de la densidad de la leche está comprendido entre 1.0200 g/cm<sup>3</sup> y 1.0400 g/cm<sup>3</sup>, con una precisión de  $\pm 0.0005$  g/cm<sup>3</sup>. Esta precisión asegura una medida precisa de la densidad de la leche, con un margen de error de  $\pm 0.0005$  g/cm<sup>3</sup>.
- Proteína: El rango de medición de proteína va desde 2% hasta 6%, con una precisión de  $\pm 0.2\%$ . Esto significa que los resultados obtenidos para el contenido de proteína tendrán un margen de error de  $\pm 0.2\%$  en relación al valor real.

### **7.5.2 Acidez titulable**

La prueba de acidez titulable en la leche es un método ampliamente utilizado para determinar el contenido ácido de la leche, el cual puede ser atribuido a la conversión de lactosa en ácido láctico por bacterias presentes. La metodología utilizada para llevar a cabo esta prueba siguió las pautas establecidas en la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE) INEN 13 (48).

### **7.5.3 Análisis microbiológico**

#### **7.5.3.1 Contaje de células somáticas (CCS/ml)**

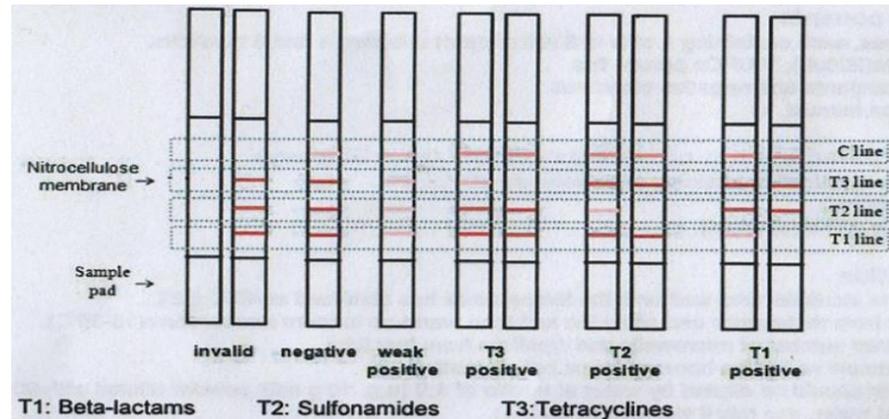
Las células somáticas, como los leucocitos, son un indicador de la respuesta inmune del animal y pueden aumentar en presencia de infecciones mamarias. La prueba CMT es un método indirecto que se basa en la reacción de la leche con un reactivo para detectar la presencia de células somáticas. Es importante destacar que existen otros métodos más precisos y avanzados para el conteo de células somáticas, como el método de citometría de flujo, que utiliza tecnología láser para contar las células somáticas (49).

#### **7.5.2.2 Contaje total de bacterias**

En la industria lechera, se utiliza un dispositivo denominado BactoScan, el cual ofrece resultados en un lapso de minutos. Esta capacidad de entrega rápida de resultados permite a las instalaciones de producción lechera y a los laboratorios tomar medidas inmediatas para salvaguardar y mejorar la calidad de la leche. BactoScan emplea la tecnología de citometría de flujo, que posibilita la evaluación veloz y precisa de las bacterias presentes en la leche. A diferencia de enfoques de agrupación, BactoScan efectúa un recuento individualizado de las bacterias, lo que aporta mayor nivel de detalle y especificidad en el análisis (50). También se realizan cultivos bacterianos enriquecidos para cada grupo como son bacterias aerobias mesófilas, coliformes fecales.

#### **7.5.4 Detección de antibióticos**

Con el propósito de detectar la presencia de estos antibióticos en la leche cruda, se aplica un kit específico denominado BioEasy 3 in 1 BTS - YRM1026. El kit contiene 12 tubos de ensayo, cada uno con una tira de 8 micropocillos rojos y tiras de prueba. Si aparecen dos líneas, significa que la muestra contiene residuos de Beta-lactamas, Sulfonamidas y Tetraciclinas. La línea marcada, significa que la muestra no contiene residuos de estos compuestos (Figura 3).



**Figura 3.** Diagrama de interpretación para evaluar la presencia de antibióticos betalactámicos, sulfonamidas y tetraciclinas.

**Fuente:** (51)

El kit tri sensor Bioeasy resulta de gran utilidad al momento de detectar antibióticos en leche pues autores detallan que al detectar betalactámicos resulta muy útil y práctica ya que este grupo de antibióticos contienen un anillo  $\beta$ -lactámicos en su estructura básica como las penicilinas y cefalosporinas que resultan muy usadas en veterinaria. Del mismo modo en la provincia del Cañar un trabajo de investigación realizado por Cazar y Ortiz arrojan como resultado que los betalactámicos son los antibióticos que con mayor frecuencia se presenta en la leche, como lo detalla su estudio realizado en el cantón Biblián en donde se analizaron 88 muestras de leche cruda procedentes de 22 fincas y se obtuvo 17 resultados positivos a residuos de antibióticos de las cuales 11 muestras presentaron betalactámicos (51).

### 7.6 Impacto del consumo de leche sobre la salud pública

La FAO explica que los objetivos de la inocuidad de los alimentos se basan en instaurar normas y estándares para asegurar la inocuidad de los alimentos, controlando los procesos por los que pasan los alimentos, generalmente teniendo en cuenta a los productores, transportistas, procesadores y comerciantes (52).

Los problemas de alimentos no saludables han existido desde los albores de la humanidad, por lo que no son nuevos en la realidad en la vivimos actualmente, aunque las autoridades de todo el mundo han invertido décadas de trabajo en mejorar e impulsar la salud y la seguridad de los alimentos; las enfermedades transmitidas por los alimentos, las zoonosis y actualmente la

presencia de resistencia a los antimicrobianos siguen siendo un reto para salud pública en países desarrollados y del tercer mundo (53).

Uno de los retos más relevantes en salud pública está determinado por las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) que afectan a la población mundial, en las que encontramos inmersos una variedad de factores como microbianos, químicos y físicos (52). La leche y los productos lácteos están a la vanguardia de los grupos de alimentos más relevantes para la salud pública, no solo porque son una parte esencial de la dieta humana y se consumen en grandes cantidades, sino también porque resulta ideal para la transmisión de enfermedades y su rápida propagación al actuar como vehículo de las mismas. Esta capacidad de transmisión de enfermedades se debe a la presencia de microorganismos patógenos y contaminantes como medicamentos veterinarios, hormonas, pesticidas y antibióticos que podemos encontrar en la leche y sus derivados. Así mismo la descomposición de los nutrientes en la leche afecta la calidad y, por lo tanto, la salud pública (54).

## **8. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS**

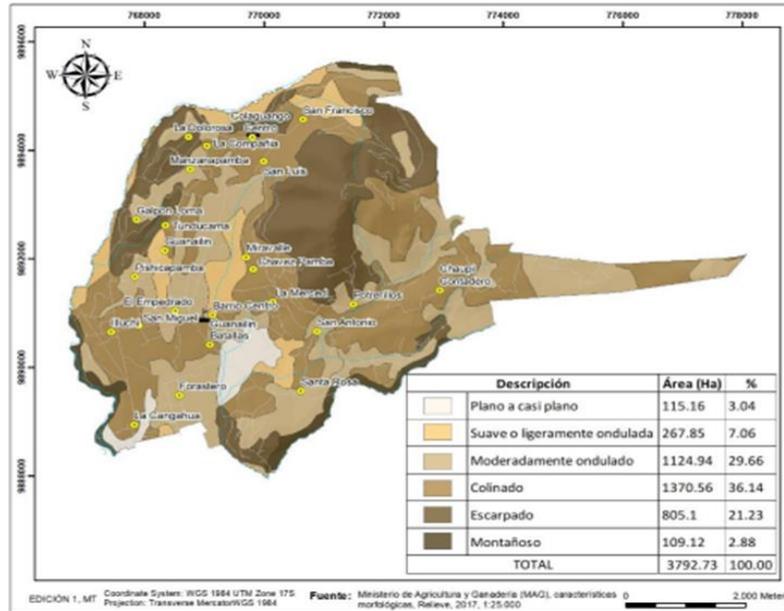
**H0:** La evaluación de las características fisicoquímicas y microbiológicas de la leche no permite establecer un protocolo que mejore la calidad en unidades pequeñas y medianas de producción láctea.

**H1:** La evaluación de las características fisicoquímicas y microbiológicas de la leche permite establecer un protocolo para mejorar la calidad en unidades pequeñas y medianas de producción láctea.

## **9. METODOLOGÍA**

### **9.1 Ubicación de la investigación y periodo de estudio**

La investigación se realizó en la provincia de Cotopaxi parroquia rural Belisario Quevedo, que pertenece al cantón de Latacunga, la misma se ubica en las coordenadas geográficas 00 56, 19, de latitud y 780 35, 49 longitud oeste. Se extiende por una superficie de topografía irregular y montañosa, la superficie es de 3792,73 Ha o 37,927 km<sup>2</sup> que corresponde al 0.61 % del área de la provincia de Cotopaxi (Figura 3).



**Figura 4.** Mapa de la parroquia Belisario Quevedo.

**Fuente:** (53)

La recolección de los datos y proceso de muestreo comprendió el periodo entre el mes de abril y agosto del 2023.

Se llevó a cabo un seguimiento exhaustivo de los productores de la parroquia Belisario Quevedo que aceptaron colaborar con el proyecto de investigación, particularmente se trabajó con un centro de acopio de la parroquia el mismo que pidió su confidencialidad. La entidad cuenta con 13 barrios asociados de los 20 de la parroquia (Figura 4) y aceptó participar en la investigación, aunque se identificaron otros centros de acopio, los mismos decidieron no formar parte del proyecto.

Tras la localización de los productores, se llevó a cabo una división en zonas, esta clasificación se realizó en base a los recorridos que realiza el tanque recolector de leche, es así que se los clasifica en tres sectores distintos. En total, se contabilizaron 222 productores en el área de estudio.

Zonas	Lugar	Productores
1	Culaguango Centro	41
	San Francisco	11
	San Luis	9
	La Dolorosa	9
2	Culaguango Bajo	16
	La Compañía	19
	Amaya Pamba	4
	Santan	16
3	Manzana Pamba	42
	Galpon Loma	27
	Tunducama	10
	Pishica Pamba	7
	Guanailin	11
		222

**Figura 5.** Zonas distribuidas de productores del área de estudio.

## 9.2 Recolección de muestras de leche

El muestreo se desarrolló siguiendo lo establecido en la Norma Oficial Ecuatoriana NTE INEN 1500 -2017 (55). En todos los casos se recolectaron 100 ml de leche en recipientes estériles de polipropileno. Posteriormente, las muestras se conservaron a una temperatura de 3-5 °C, para garantizar su integridad durante el transporte. La secuencia del muestreo se describe en los ítems siguientes:

### 9.2.1. Muestreo control

Se llevó a cabo un muestreo control en las zonas previamente distribuidas con la colaboración del centro de acopio. Para asegurar la representatividad de las muestras, las investigadoras acompañaron a los tanqueros de recolección a cada una de las zonas de estudio. La zona 1 contaba con 70 productores, la zona 2 con 55 y la zona 3 con 97, distribuidos según la ubicación de sus respectivos barrios (Figura 3). De esta manera, se obtuvo una muestra homogénea que abarcó las diferentes áreas geográficas y productores dentro del área de estudio.

### **9.2.2. Segundo Muestreo**

El segundo muestreo se llevó a cabo 7 días posteriores al primero una vez que se contó con el resultado del muestreo control, el cual permitió identificar a la zona 3 como la de mayores problemas en cuanto a la calidad de la leche, siendo la misma el objeto de estudio en las siguientes fases de la investigación.

Esta zona está conformada por los barrios Manzana Pamba, Galpón Loma, Pishica Pamba, Tunducama y Guanailin. En este segundo muestreo, se recolectaron muestras homogéneas de leche, representativas de cada uno de los barrios, para realizar un análisis focalizado de los problemas encontrados en la parroquia, analizando en este segundo muestreo un total de 5 muestras procedentes una de cada barrio.

### **9.2.3. Tercer Muestreo**

El tercer muestreo se realizó a los 14 días posteriores al control. Los resultados de laboratorio del segundo muestreo permitieron identificar a los barrios Manzana Pamba; Galpón Loma y Tunducama como los más afectados. Estos barrios sumaban un total de 79 productores, de los cuales 38 productores de los barrios mencionados aceptaron participar activamente en el proyecto y colaborar en la recolección de muestras , de la misma manera permitieron la aplicación de una lista de chequeo la cual se basa en un adaptado de la Guía de buenas prácticas pecuarias de producción de leche de AGROCALIDAD en donde cada parámetro fue valorado en una puntuación de 0 como calificación al incumplimiento total y máximo 5 con cumplimiento máximo.

En el día 17 posterior al control, se procedió a dar seguimiento detallado a cada uno de los productores, con la finalidad de puntuar en la lista el cumplimiento o incumplimiento de los parámetros detallados centrándose en el proceso de ordeño, almacenamiento de la leche y el cumplimiento de las normas de bioseguridad e higiene que cada uno de los productores aplicaba.

### **9.2.4. Último muestreo**

El último muestreo se realizó 28 días posteriores al control, es decir 7 días después de la socialización y aplicación de los protocolos, para los barrios Manzana Pamba; Galpón Loma y Tunducama que aceptaron participar en el proyecto, se siguieron los mismos protocolos de

recolección de muestras y transporte de las mismas al laboratorio, este muestreo tuvo como finalidad conocer los cambios positivos que se dieron al instaurar los protocolos en cada uno de los productores, pues durante los 7 días que no se realizó el muestreo post socialización se realizaba una visita diaria al ordeño de la tarde para constatar el cumplimiento y aplicación del protocolo.

### **9.3 Análisis composicional de la leche**

El análisis fisicoquímico de la leche se realizó en las instalaciones del centro de acopio, el mismo que se ubica en la parroquia Belisario Quevedo y cuenta con el analizador de leche EKOMILK-120, el centro de acopio permitió el acceso y la disponibilidad a los equipos necesarios (anexo 4).

#### **9.3.1 Análisis físico químicos cuantitativos**

La metodología de uso del equipo EKOMILK-120 implica los siguientes pasos:

- 1. Preparación del Equipo:** Nos aseguramos que el equipo esté correctamente instalado y conectado a una fuente de alimentación.
- 2. Calibración:** Antes de comenzar las mediciones, se procedió a calibrar el equipo utilizando 5 ml de agua destilada para garantizar la precisión de los resultados.
- 3. Preparación de Muestras:** Se tomó 5 ml de la leche de la muestra y se homogeneizó en un vaso de precipitación.
- 4. Análisis:** Se coloca la muestra bajo el microprocesador para que el equipo succione la leche, se espera 120 segundos y se interpreta los resultados que salen en pantalla.

#### **9.3.2 Análisis de las variables cualitativas de la leche**

##### **9.3.2.1 Acidez titulable**

- 1. Preparación de reactivos:** Se prepara una solución de hidróxido de sodio (NaOH) de concentración conocida (0.1 N) siguiendo las instrucciones del fabricante. Asimismo, se utilizó fenolftaleína como indicador ácido-base.

**2. Preparación de la muestra:** Se toma una muestra de leche de 10 ml y se deposita en un matraz Erlenmeyer limpio y seco, asegurando que la muestra sea representativa del lote en consideración.

**3. Titulación:** Se añade dos gotas de fenolftaleína a la muestra de leche en el matraz. A continuación, se comenzó a agregar de manera lenta y constante la solución de hidróxido de sodio (NaOH) desde una bureta, mientras se agitaba continuamente la muestra. La adición se detuvo cuando se produjo un cambio de color en la muestra, pasando de incoloro a un ligero tono rosado persistente por más de 30 segundos. Este cambio de color indica que se ha alcanzado el punto final de la titulación.

**4. Registro de datos:** Se registra el volumen de solución de hidróxido de sodio (NaOH) utilizado para alcanzar el punto final de la titulación, tomando la lectura directamente de la bureta.

#### **9.4 Análisis microbiológicos de la leche**

El análisis microbiológico fue realizado en el Laboratorio Veterinario San Francisco, ubicado en el cantón Salcedo, bajo la supervisión de la Lic. María Lema. A continuación, se detalla la metodología empleada:

##### **9.4.1 Células somáticas (CCS/ml)**

Las células somáticas, como los leucocitos, son un indicador de la respuesta inmune del animal y pueden aumentar en presencia de infecciones mamarias. La metodología empleada para su determinación fue la siguiente:

**1. Preparación de la muestra:** Se calentó la muestra de leche a baño maría a una temperatura de 38 grados Celsius durante 5 minutos, luego se mezcló para asegurar su homogeneidad. Se tomó una porción de la muestra con una micropipeta calibrada en 10 microlitros.

**2. Preparación de los portaobjetos:** Se utilizaron portaobjetos de microscopio limpios y secos. Se trazaron 3 círculos de 11.28 milímetros de diámetro en cada portaobjetos utilizando un marcador indeleble.

**3. Aplicación de la muestra en los portaobjetos:** La micropipeta se colocó verticalmente sobre el portaobjetos y se vertió la muestra de leche en el centro de cada círculo trazado.

Posteriormente, se distribuyó la muestra uniformemente en toda el área del círculo utilizando un capilar sellado y se dejó secar.

**4. Tinción de las células:** Se realizó la tinción utilizando el método de Diff-Quick para mejorar la visualización y el contraste de las células somáticas. Primero, se aplicó el fijador (metanol) sobre el portaobjetos durante 15 segundos, luego se lavó con agua destilada. A continuación, se aplicó la solución tamponada de Eosina durante 15 segundos, se realizó otro lavado con agua destilada y, por último, se aplicó la solución tamponada de colorantes de Tiazina compuesta por Azul de Metileno y Azure A. Después de un lavado cuidadoso, se dejó secar para su posterior lectura.

**5. Observación y conteo:** El portaobjetos se colocó en el microscopio utilizando una magnificación adecuada y se aplicó aceite de inmersión para una lectura y conteo precisos. La observación comenzó con el objetivo de menor magnificación y se fue incrementando gradualmente hasta alcanzar el objetivo de 100X.

**6. Lectura de las células somáticas:** Se procedió a mover la platina del microscopio en un recorrido desde un extremo del campo hacia el otro, evitando realizar la lectura en el mismo campo varias veces.

**7. Conteo de células somáticas:** Se utilizó una cámara de Neubauer para obtener el factor único de franja. Donde se enfoca en uno de los 5 cuadros que miden 0.2 mm y que contienen 16 cuadros más pequeños de 0.05 mm cada uno. Se calculó el factor único de franja usando la fórmula:

$$\text{FUF} = 10.000 / (11.28 \times D)$$

$$\text{FUF}: 10.000 / (11.28 \times 0.2\text{mm})$$

$$\text{FUF}: 10.000 / 2.256$$

$$\text{FUF}: 4432.62$$

Donde D es la medida de los cuadrados.

El número total de células somáticas se multiplicó por el factor único de franja para obtener el número de células somáticas por mililitro.

#### **9.4.2 Bacterias aerobias mesófilas (UFC/ml)**

Se utilizó el método de siembra Plate Count Agar (PCA) Ref. BK144HA, con el fin de determinar el número de bacterias aerobias mesófilas presentes en las muestras de leche. Se procedió a inocular placas por duplicado con 1 ml de cada muestra, incluyendo sus diluciones 10-4, 10-5 y 10-6. Luego, las placas fueron incubadas a una temperatura controlada de  $30\text{ °C} \pm 2^\circ$  durante un periodo de 2 a 5 días.

Al culminar el tiempo de incubación, se realizaron los cálculos necesarios para expresar los resultados en unidades formadoras de colonia por mililitro de leche (UFC/mL) en las placas de Petri. Todo este proceso se llevó a cabo siguiendo las indicaciones establecidas en la Norma Ecuatoriana NTE INEN 1529-5:2006 (60).

#### **9.4.3 Recuento de coliformes totales (UFC/ml)**

Para la determinación de coliformes totales se empleó el método de recuento por vaciado de placa mediante siembra en Agar MacConkey (Biokar: BM18008 – BK050HA) y Blood Agar N°2 (032353020) por duplicado para la determinación de coliformes totales. Las muestras se incubaron posteriormente a temperaturas de  $37\text{ °C}$  y  $44\text{ °C}$  durante un período de 72 horas.

Para asegurar la esterilidad, se llevó a cabo un control mediante incubación durante 48 horas a temperaturas de  $30\text{-}35\text{ °C}$  y  $20\text{-}25\text{ °C}$ . Conforme a la metodología estándar recomendada por Bioagar (61), se verificó que no hubo crecimiento en los controles, asegurando la fiabilidad de los resultados obtenidos.

#### **9.4.4 Recuento de coliformes fecales (UFC/ml)**

El método empleado fue el mismo para el recuento de coliformes totales mediante vaciado de placa, la siembra se realizó Eosin Methylene Blue Agar (EMB/Levine) BK056HA usando la metodología estándar sugerida por Biogar (62).

#### **9.5 Detección de antibióticos**

Se seleccionaron los antibióticos a cuantificar a través de una revisión bibliográfica en diversas normativas, incluyendo el Codex Alimentarius (63), la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), así como las Normas INEN. A partir de esta revisión, se pudieron identificar los antibióticos más comúnmente administrados al ganado, tales como los betalactámicos, sulfonamidas y tetraciclinas. Con el propósito de detectar la

presencia de estos antibióticos en la leche cruda, se procedió a aplicar un kit específico denominado BioEasy 3 in 1 BTS - YRM1026.

1. Para realizar el análisis, se procedió a encender la incubadora (Shenzhen MiniT-N) mientras se preparaba la muestra de leche.
2. Se tomó un micropocillo del kit y se añadieron 200  $\mu$ l de muestra de leche, mezclando adecuadamente con el reactivo mediante 5-10 veces de succión.
3. Se colocó el micropocillo en la incubadora y se dejó incubar durante 3 minutos a una temperatura de 40 grados Celsius.
4. Una vez transcurridos los 3 minutos de incubación, se sumerge una tira de prueba en el micropocillo y se incuba nuevamente durante 6 minutos a 40 grados Celsius.
5. Finalmente, se retira la tira reactiva del micropocillo y se observa visualmente el resultado con ayuda de la tabla de interpretación proporcionada por el fabricante

#### **9.6 Plan de mejora de la calidad de leche para pequeños y medianos productores**

Con los 38 productores descritos anteriormente, los que aceptaron participar en el proyecto de investigación se procedió a la aplicación de una lista de control la cual se basó en una adaptación de la Guía de buenas prácticas pecuarias para la producción de leche, de AGROCALIDAD en donde cada parámetro fue valorado en una puntuación de 0 como calificación al incumplimiento total y máximo 5 con cumplimiento máximo.

Cabe resaltar que para la calificación de la lista de chequeo se procedió a realizar visitas al predio de cada productor, estas visitas se dieron en el día 17 posterior al control, con la finalidad de puntuar en la lista el cumplimiento o incumplimiento de los parámetros detallados centrándose en el proceso de ordeño, almacenamiento de la leche y el cumplimiento de las normas de bioseguridad e higiene que cada uno de los productores aplicaba.

Los datos que se obtuvieron en la lista de chequeo nos permitieron identificar los principales problemas con los que se enfrentan los propietarios día a día para así establecer un protocolo que les resulte de utilidad, sea aplicable a todos los casos y se adapte a la realidad de la zona.

Después de haber analizado las listas de chequeo y realizado el protocolo en el día 21 post control se procedió a la socialización y entrega de la infografía que contiene el protocolo el cual

tuvo como finalidad mejorar las buenas prácticas de ordeño y almacenamiento de la leche, centrándose en la higiene que se debe manejar previa al ordeño.

De los días 22 a 27 de se realizó una visita diaria al predio de cada productor para constatar la aplicación y cumplimiento de los protocolos, apoyando e incentivando a los productores a realizar higiene previa al ordeño. Para así el día 28 comprobar la mejora de la calidad microbiológica de la leche mediante los exámenes pertinentes de laboratorio.

**Tabla 5.** Lista de control para los productores

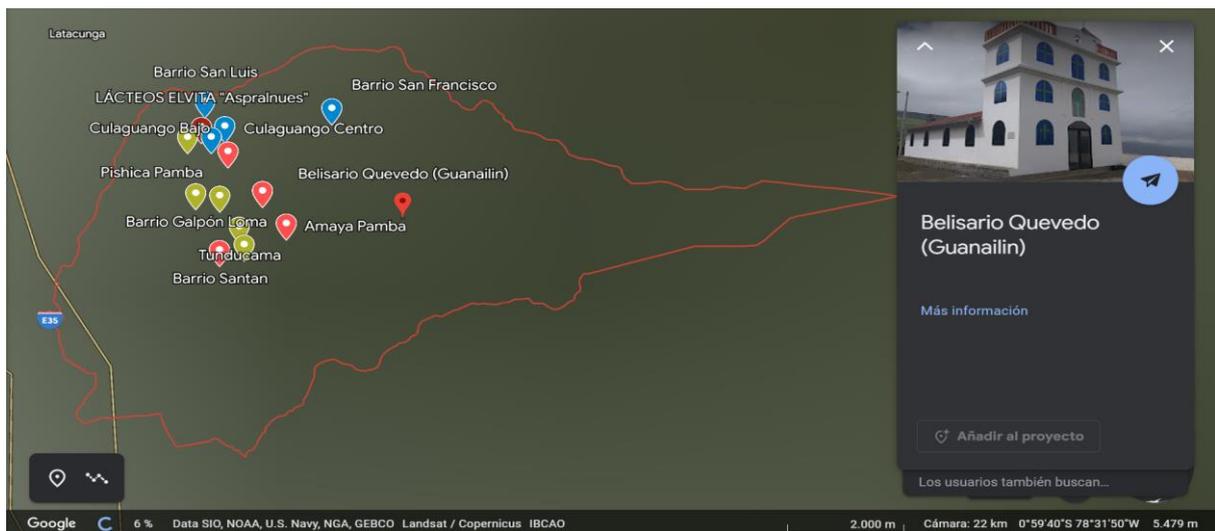
<b>Check List</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Criterios</b>	<b>Puntos</b>
<b>Ubicación de la Unidad Productiva</b>	Lugares libres de fuentes de contaminación que sean fuente de riesgo o peligro para los productos, animales y trabajadores.	
<b>De la infraestructura</b>	Condiciones que permitan el bienestar animal, la higiene y bioseguridad, minimice la contaminación, mantenimiento y limpieza adecuada; que exista una protección eficaz contra el acceso y proliferación de plagas y enfermedades	
<b>De las Instalaciones, Equipos y Utensilios</b>	Higiene y desinfección apropiada de todos los equipos y utensilios; superficie y materiales que estén en contacto con los animales y sus productos no sean tóxicos. Instalaciones que faciliten el manejo de los animales (corrales, mangas, bretes, etc.).	
<b>De las Vías Internas</b>	El estacionamiento de vehículos deberá estar ubicado a una distancia prudencial de los animales.	
<b>De los Cercos</b>	Cercos externos e internos en buen estado delimitar claramente los potreros e impedir el paso de animales entre potreros.	
<b>De los Corrales y Sala de Espera de los Animales</b>	Disponer de agua de fácil acceso para los animales, una manga para facilitar el manejo de la entrada y salida de los bovinos. Sistema o diseño que permitan una fácil limpieza de acumulaciones de estiércol, lodo y sustancias o desechos orgánicos que puedan contaminar el ambiente, para evitar la presencia de moscas u otros insectos y roedores.	
<b>Del Ordeño Manual</b>	Realizarse en un sitio que cuente como mínimo con un piso, una cubierta y con una fuente de agua de calidad para la limpieza. Contar con insumos para la limpieza y desinfección. Además, los recipientes (baldes) donde se recogerá la leche deben ser de material inerte excepto plásticos, no tóxicos, resistentes a la corrosión por detergentes ácidos y alcalinos, deben estar limpios y desinfectados previo uso.	
<b>De los Tanques de Almacenamiento</b>	Tanques lisos y que permitan la fácil limpieza de las superficies. Deben estar equipados con agitadores para: mantener la leche homogeneizada.	
<b>De la Higiene del Personal</b>	Las personas encargadas del ordeño deberán llevar ropa limpia y específica para el trabajo a realizar (botas de caucho, guantes, overol, gorro). Las manos del ordeñador deberán estar debidamente limpias y no tener heridas, se debe mantener las uñas cortas, no se debe utilizar anillos u objetos metálicos. Debe lavarse las manos antes del ordeño.	
<b>De la Higiene de las Instalaciones:</b>	Es importante que cada establecimiento asegure un cumplimiento de las labores de limpieza y desinfección, para lo cual deberá mantenerse Procedimientos Operacionales Estandarizados - (POE) de Limpieza y Desinfección.	

## 10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 10.1 Análisis descriptivo

#### 10.1.1 Zona de estudio

El centro de acopio desempeñó un papel fundamental al colaborar en la construcción de las rutas de movilización dentro de la parroquia y facilitar el contacto con los propietarios de las unidades productoras (Figura 6). Su apoyo fue crucial para establecer una red de transporte eficiente que permitiera el traslado de la leche de manera segura y oportuna desde las unidades productoras hasta el centro de acopio.

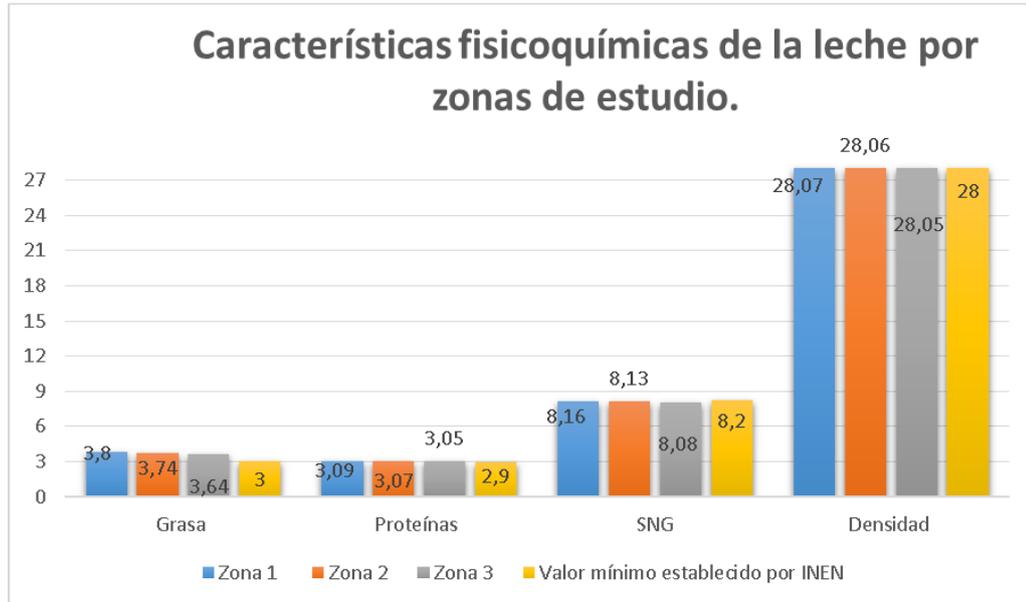


**Figura 6.** Localización por zonas de los barrios asociados al proyecto en Google Earth

**Fuente:** (65)

#### 10.1.2 Muestreo base

Los resultados del análisis físico químicos de la leche revelaron que, la zona 1 cuenta con las mejores características en la composición de la leche con 3,80% de grasa; 8,16 % de SNG; 1,0287 g/cm<sup>3</sup> de densidad, 3,09% de proteínas, sin agua añadida y un PH de 6,74, mientras que la zona 3 cuenta con características inferiores en comparación con las demás zonas en estudio, siendo su composición de: 3,64% de grasa; 8,08 de SNG; 1,0285 g/cm<sup>3</sup> de densidad; 3,05 de proteínas; única muestra con agua agregada (0,37); PH de 6,64. Cabe mencionar que para todas las muestras los valores se encuentran dentro del rango establecido por el INEN 9:2015 (Fig 7).



**Figura 7.** Análisis composicional de la leche de las zonas de estudio

En el análisis microbiológico del muestreo base (Tabla 5), evidencia que la zona 1 y 2 no presentan ningún parámetro fuera de lo establecido para una leche de calidad, sin embargo, en la zona 3 el conteo de bacterias aerobias de 1'600.000 UFC/ml; así como el recuento de coliformes totales de 11.000 UFC/ml y coliformes fecales 100 UFC/ml, demuestran un exceso de los valores permitidos en la normativa ecuatoriana INEN 9:2015, categorizándose como leche de mala calidad. Aspectos que pueden relacionarse a deficiencias en las prácticas de higiene y limpieza, específicamente en las fases de: recolección de la leche (ordeño); conservación (centros de acopio); o transformación (industria), por lo cual la investigación se enfocó en la zona 3 para los siguientes muestreos y acciones correctivas.

**Tabla 5.** Características microbiológicas de la leche por zonas de estudio.

Zonas	CCs/ml	Bacterias Aerobias Mesófilas (UFC/ml)	Recuento de coliformes totales (UFC/ml)	Recuento de coliformes fecales (UFC/ml)
1	123.297	410000	6400	0
	Normal	Aceptable	Aceptable	Aceptable
2	35460	350000	10000	0
	Normal	Aceptable	Aceptable	Aceptable
3	39893	1600000	11000	100
	Normal	Mala calidad	Mala calidad	Mala calidad

### 10.1.3 Segundo muestreo, caracterización del problema por barrios de la zona 3

El segundo muestreo realizado en la zona problema, se distribuyó en los barrios Manzana Pamba; Galpón Loma; Tunducama; Pishica Pamba y Guanailin (Tabla 6), pudiéndose observar que dentro de la composición de la leche que se maneja en esta zona todas las muestras se encuentran dentro de los valores establecidos en la normativa ecuatoriana, sin embargo según su categorización de calidad (Baja, Media y Alta), el barrio Manzana Pamba tiene una leche de calidad media con valores de grasa de 3,56%, SNG 8,02%, una densidad de 1,0283 proteínas 3,02% sin agua agregada, un PH de 6,62 y acidez titulable de 0,15. El barrio Galpón loma se encuentra dentro de la misma categoría (calidad media) con valores de grasa de 3,61%, SNG 8,1%, una densidad de 1.0286 proteínas 3,04% , con agua agregada, un PH de 6,71 y acidez titulable de 0,13.

**Tabla 6.** Parámetros composicionales de la leche en los barrios de zona 3.

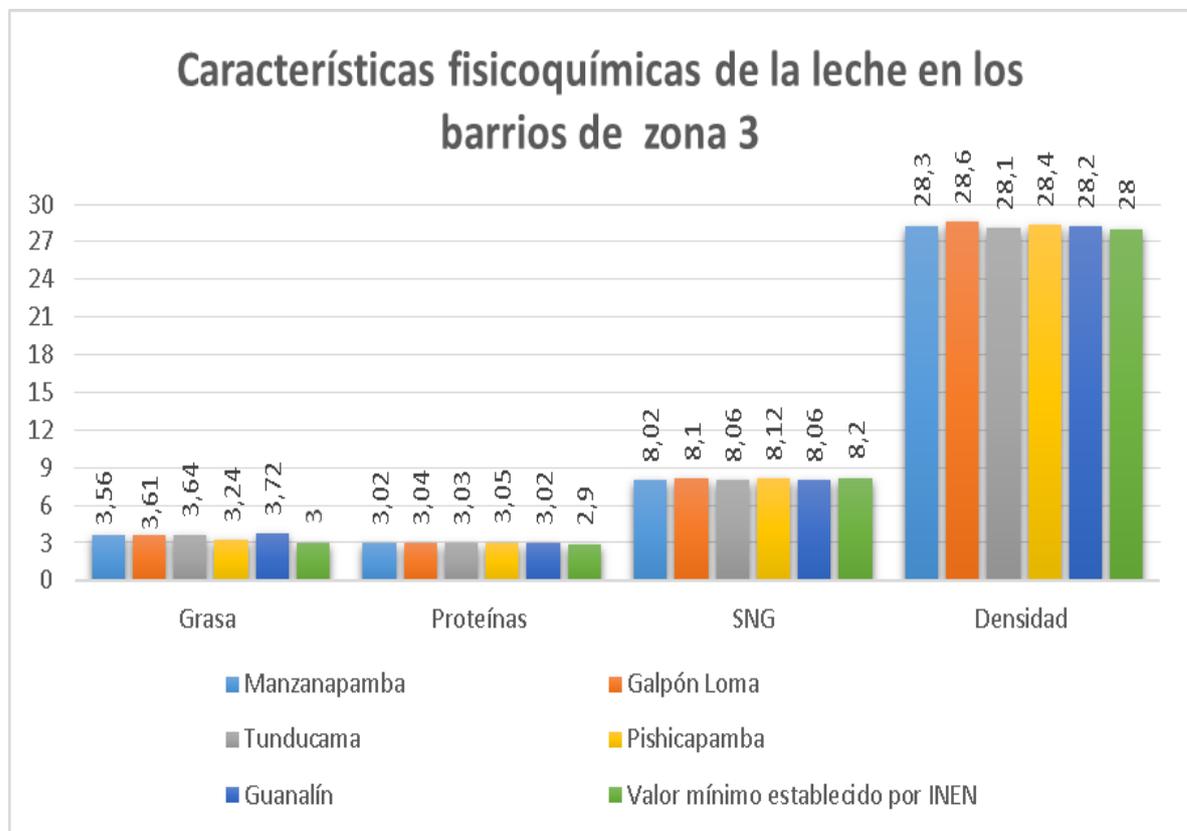
Zona 3	Características cuantitativas					Características cualitativas	
	Grasa	Sólidos no Grasos	Densidad	Proteínas	Agua agregada	pH	Acidez titulable
Manzana Pamba	3,56	8,02	1,0283	3,02	0	6,62	0,15
	<b>CM</b>	<b>CB</b>		<b>CM</b>			
Galpón Loma	3,61	8,1	1,0286	3,04	0,11	6,71	0,13
	<b>CM</b>	<b>CB</b>		<b>CM</b>			
Tunducama	3,64	8,06	1,0281	3,03	0,31	6,68	0,14
	<b>CM</b>	<b>CB</b>		<b>CM</b>			
Pishica Pamba	3,24	8,12	1,0284	3,05	0	6,75	0,16
	<b>CM</b>	<b>CB</b>		<b>CM</b>			
Guanailin	3,72	8,06	1,0282	3,02	0	6,8	0,14
	<b>CA</b>	<b>CB</b>		<b>CM</b>			

CB: Calidad baja; CM: Calidad media, CA: Calidad alta

El barrio Tunducama se maneja con la misma calidad media, valores similares a los descritos con anterioridad, sin embargo, fue el barrio con más agua agregada de todos con 0,31%. Pishica Pamba es el barrio con mayor porcentaje de SNG y proteína con 8,12% y 3,05% respectivamente. En el barrio Guanailin tiene el porcentaje más alto de grasa con 3,72% dentro de todos los barrios de la muestra entrando en la categoría de calidad alta, sin embargo, sus otros valores se encuentran en calidad media.

Algunos autores detallan que el porcentaje de grasa de la leche es un factor relacionado estrechamente a la nutrición y raza, otros factores importantes a considerar son la época del año, la calidad del pasto que el animal consume (65).

En la figura 8 se puede apreciar el análisis comparativo entre las variables fisicoquímicas de la leche en los barrios estudiados, en comparación al valor mínimo establecido por la normativa ecuatoriana INEN, encontrando que todos los valores están dentro del rango de normalidad.



**Figura 8.** Gráfica de barras comparativa del análisis fisicoquímico de la zona 3

Dentro del análisis microbiológico los barrios Manzana Pamba, Galpón Loma y Tunducama presentan valores alarmantes en el recuento de coliformes fecales, siendo el barrio Tunducama el más afectado con coliformes fecales de 600 UFC/ml y coliformes totales de 11000 UFC/ml, excediendo los valores establecidos en la normativa ecuatoriana, sin embargo las CCS se encuentra dentro de los valores establecidos lo cual evidencia que la problemática no se centra en posibles infecciones a nivel de la ubre de los animales en producción, en situaciones donde no hay infección mamaria los valores normales de recuento de células somáticas (CCS) oscilan entre 200,000 y 300,000 células/mL. Por otro lado, recuentos superiores a 800,000 células/mL suelen estar asociados con procesos inflamatorios persistentes.

Aunque el CCS no se encuentra actualmente incluido en el Reglamento para el Control de Calidad de la Leche (RPCL) en Ecuador (71), para este estudio se estableció un límite de 400,000 células/l, un valor estandarizado en varios países del mundo, especialmente en la Unión Europea y Brasil, y asociado con hatos que cumplen con Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), y como se observa en la tabla 7 no se exceden estos valores.

**Tabla 7.** Características microbiológicas de la leche en los barrios de zona 3.

<b>Zona 3</b>	<b>CCs/ml</b>	<b>Bacterias Aerobias Mesófilas (UFC/ml)</b>	<b>Recuento de coliformes totales (UFC/ml)</b>	<b>Recuento de coliformes fecales (UFC/ml)</b>
<b>Manzana Pamba</b>	44.326	460000	9300	200
	Normal	Aceptable	Aceptable	Mala calidad
<b>Galpón Loma</b>	26595	1300000	6400	10
	Normal	Aceptable	Aceptable	Mala calidad
<b>Tunducama</b>	13297	1200000	11000	600
	Normal	Aceptable	Mala calidad	Mala calidad
<b>Pishica Pamba</b>	17328	230000	5200	0
	Normal	Aceptable	Aceptable	Aceptable
<b>Guanailin</b>	29310	780000	3100	0
	Normal	Aceptable	Aceptable	Aceptable

En la comparación de los resultados microbiológicos entre los barrios y la normalidad de los valores establecidos, se resalta el recuento de coliformes fecales, por ello se decidió contactarse a los productores de cada barrio, para platicarles de la situación y ofrecerles un protocolo para mejorar la calidad de la leche, contando con la participación de 38 productores de 97, con estos se desarrolló la siguiente fase de la investigación.

#### 10.1.4 Muestreo con los productores asociados al proyecto

Tras el análisis focalizado de los problemas encontrados en la parroquia se procedió a realizar el último muestreo con los productores que aceptaron formar parte de proyecto para implementar un plan de mejoramiento del aseo durante ordeño, cabe destacar que este protocolo estuvo enfocado en mejorar las características microbiológicas de la leche, ya que los valores físico químicos se encontraban dentro de los rangos normales determinados en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 9:2012.

En investigaciones previas, se detalla que la composición de la leche y por lo tanto los parámetros físico químicos fluctúan considerablemente a lo largo de los 300 días productivos de los animales, a este factor de variación se añade las características individuales, la alimentación, el estado sanitario y la edad de cada de cada animal productivo (17).

Sin embargo, los resultados obtenidos después de analizar cada parámetro muestran que los datos obtenidos se encuentran dentro del rango normal (Tabla 8, anexo 5), con una calidad media en comparación con la categorización de la leche según Agrocalidad en 2016.

Para el tercer muestreo se consideraron los 38 productores que decidieron trabajar con el proyecto, obteniendo un porcentaje de 3,58% de grasa, respecto a este porcentaje se notó un leve aumento en comparación a los anteriores muestreos. Al respecto Fienco (34) en su trabajo "Análisis de la higiene en el procedimiento de ordeño y garantía de la excelencia en la leche cruda proveniente de los puntos de recolección en las localidades de El Chaupi y El Pedregal", observó que los valores de grasa en la leche cruda del área de estudio no son inferiores al 3,0%. Sin embargo, menciona que la variación de resultados en el parámetro de grasa se debe al estado, calidad y cantidad de pasto suministrado, pues indica que la alimentación con pasto seco disminuye la secreción de saliva, afectado así el pH ruminal, disminuyendo a cifras < 6, provocando una reducción en la síntesis de grasa láctea en la urbe.

Por otro lado, se indica que al proporcionar altos niveles de forraje en la dieta de vacas lecheras, se estimula el contenido de grasa en la leche mediante el incremento en la producción de ácido acético, necesario para la síntesis de grasa en la leche (48).

En cuestión de la concentración promedio de proteína el promedio fue de  $3,04 \pm 0,2\%$ , dentro del rango normal, con calidad media, según la categorización de la leche Agrocalidad en 2016

y la norma INEN, 2015, donde se fija un 2,9% como el valor mínimo que debe tener la leche cruda de vaca para que pueda ser comercializada.

En el Ecuador la norma establece que como porcentaje mínimo de sólidos no grasos se debe considerar 8,2% (44). En esta investigación el contenido promedio de SNG fue de  $8,07 \pm 0,2\%$ , lo que indica valores inferiores a los establecidos en las normativas ecuatoriales para leche de calidad. En consecuencia, y según lo declara la categorización de la leche Agrocalidad en 2016, se clasifica como leche de baja calidad.

Al comparar estos resultados con otros estudios realizados en la provincia del Azuay por Chacón (44), se observa que la leche en la provincia de Azuay cumple con el valor mínimo establecido en la normal, brindando mayores detalles se especifica que en la parroquia Guel la leche tiene un porcentaje aproximado de 10,02% de SNG, por otro lado, el valor mínimo obtenido en la provincia lo tiene la Parroquia Jima con un porcentaje de SNG de 9,04%.

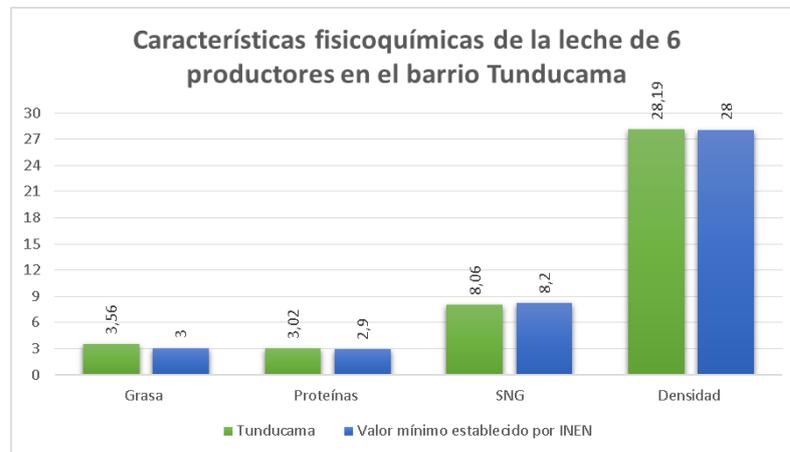
La importancia de tener un valor aceptable en sólidos no grasos recae en los productos derivados de la leche pues dependiendo del producto estos le brindan mayor una mayor cremosidad, volumen, consistencia, entre otras cualidades (52).

La concentración promedio en cuanto a la densidad de la leche en la parroquia Belisario Quevedo tuvo como promedio  $1,02846 \pm 0,05\%$ , encontrándose dentro del rango normal comprendido entre 1,029 a 1,033 g/ml a 15 °C, y a 20°C debe oscilar entre 1,028-1,032. La densidad de la leche está ligada a la cantidad de SNG, ST y cantidad de agua que contiene la leche.

La norma NTE INEN 9:2012 define que la densidad relativa de la leche está comprendida entre 1,029 a 1,033 g/ml a 15 °C, considerando que por cada grado de temperatura habrá una variación en la densidad de aproximadamente  $s 0.0002$  g/ml.

Al comparar estos resultados con otras normativas internacionales, se obtiene que en Italia se maneja un rango de 1.029 a 1.034 a una temperatura de 15 ° C. Por otro lado, en Austria se trabaja con una densidad de 1.029 y 1.033 y en países del oriente como Japón entre 1.028-1.034, en Portugal se trabaja en un rango de 1.028-1.036 y en México no se aceptan leches con densidad menor a 1.029. De igual forma en España, la normativa para Centrales Lecheras es de un valor mínimo de 1.030. Ya que se habla que al tener valores por debajo de los normales probablemente nos encontremos con un indicativo de adulteración en la leche Inga.

Las figuras 9, 10 y 11 muestran las características fisicoquímicas de la leche específicamente en los barrios con alteraciones detectadas en la calidad de la leche, destacando que los barrios Mnazanapamba y Galpón Loma tienen el mismo valor en % de grasa siendo de 3,59, Galpón Loma con 3,06% de proteína lo cual es el valor más alto entre las muestras. En cuanto a sólidos no grasos Tunducama con 8,06%, y densidad el barrio Galpón Loma.



**Figura 9.** Características fisicoquímicas del barrio Tunducama

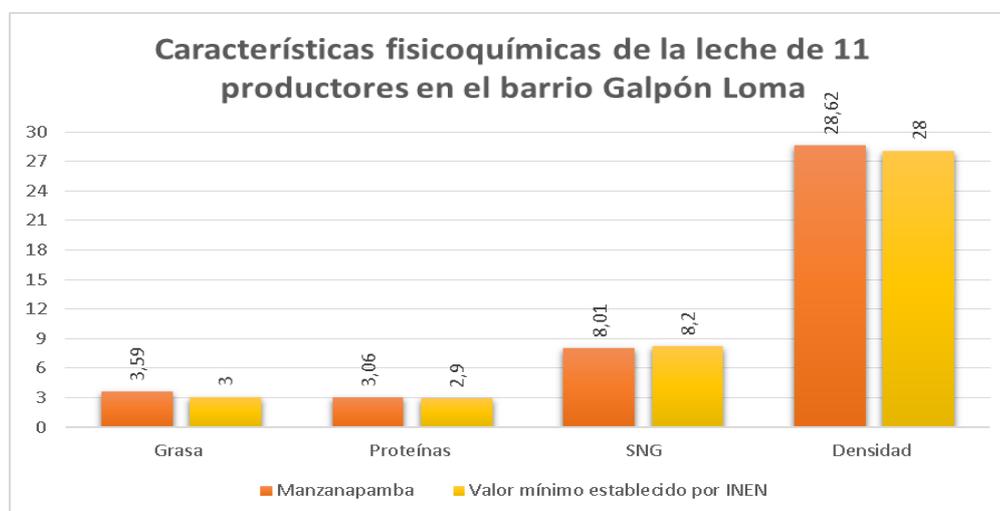
Un estudio realizado en la Asociación de pequeños productores agropecuarios San Miguel de Zhidmad ubicado en la provincia del Azuay y conformada por 5 barrios de la zona detalla que el promedio de grasa es aproximadamente de 3,68%, conformado por valores mínimos de 3,04% y valores máximos obtenidos de 3,9%. En relación con los valores obtenidos en el barrio Tunducama, estos resultan en promedio inferiores, esto puede estar influenciado con la calidad y suministro de alimentación que se les brinda a los animales así como la raza de cada animal que conformaron la muestra del barrio (70).



**Figura 10.** Características fisicoquímicas del barrio Manzanapamba

Por otro lado al realizar la comparación de sólidos no grasos obtenidos en el barrio Tunducama, versus datos obtenidos por Camajarma en muestras leche de la asociación de pequeños productores agropecuarios San Miguel de Zhidmad, son bastantes diferentes pues el promedio total de la asociación es de 8.71% valor que supera lo establecido por las normativas y lo obtenido en el barrio Tunducama (44,70).

Al analizar los datos obtenidos en los tres gráficos que se presentan notamos que los barrios Tunducama, Manzanapamba y Galpón Loma cuentan con datos bastante aproximados, pues no hay una variación significativa en los parámetro estudiados esto se puede deber a la raza con la que la mayoría de propietarios trabaja en la zona, en donde se notó predominancia de Holstein y raza criolla, por otro lado el pasto cultivado en la zona puede ser un factor importante en los datos obtenidos en los diferentes barrios (70).



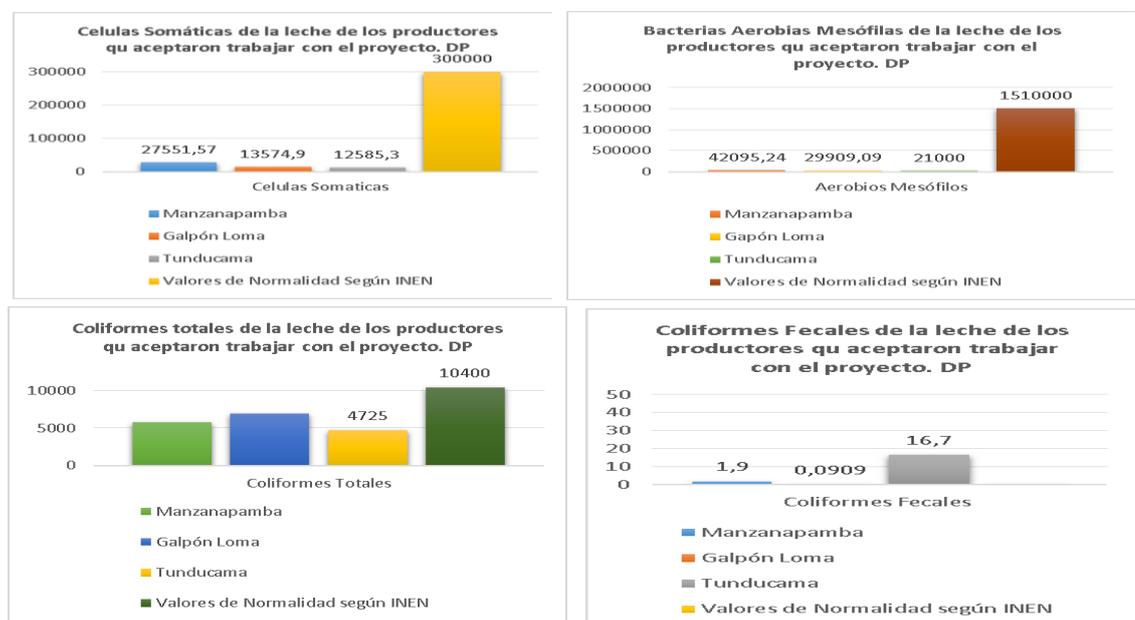
**Figura 11.** Características fisicoquímicas del barrio Galpón Loma.

Los resultados obtenidos en referencia a grasa, densidad, proteína, se encuentran dentro del rango determinado por la NTE INEN 2015. No sucede lo mismo con el valor obtenido en sólidos no grasos en donde la norma indica que el valor mínimo aceptado es de 8,20 y el valor promedio obtenido en el presente estudio fue de 8,03 lo que se sitúa por debajo de la norma es importante destacar que este valor puede verse afectado por varios factores pues los sólidos no grasos hacen referencia elementos como proteínas, lactosa, minerales y vitaminas, exceptuando el contenido de agua y lípidos. Por lo tanto, el valor de proteínas se encuentra dentro del rango normal, identificando que los valores disminuidos pueden encontrarse en la lactosa, contenido de minerales o vitaminas, en donde la alimentación y nutrición del animal juega un papel fundamental en estos valores (44).

### 10.1.5 Análisis microbiológico de la leche

Dentro del análisis microbiológico descrito en la tabla 9 (anexo 6), se puede observar que el recuento de células somáticas cumple con lo estipulado para su comercio, estos resultados se han mantenido durante todos los muestreos, siendo un indicador de buena salud de la urbe. La mastitis es una de las causas que ejerce un impacto sumamente perjudicial en la composición y características físico-químicas de la leche, la cual conlleva al aumento del recuento de células somáticas (CS).

El incremento en el conteo de CS tiene repercute negativamente en la composición de la leche, la actividad enzimática, así como en otro aspecto como el tiempo de coagulación, la productividad y calidad de los productos lácteos derivados. Niveles elevados de bacterias y CS también influyen de manera significativa en los procesos de producción de leche pasteurizada y queso, lo que resulta en una vida útil más corta para estos productos y una reducción en su aceptación por parte del consumidor. Esto se debe a la disminución de componentes clave como lactosa, caseína, grasa y la concentración proteica en la leche. El recuento de bacterias mesófilas aerobias también se mantiene bajo en este muestreo en todos los productores que participaron. La figura 12 muestra el recuento de coliformes fecales en todos los barrios muestreados, particularmente en Manzanapamba la media es de 10 UFC/ml, en Galpón Loma de 3,64 UFC/ml siendo el más bajo, mientras que Tunducama con 34,2 UFC/ ml es la zona con más problemas de higiene durante el ordeño y almacenamiento para su transporte y venta.



**Figura 12.** Características microbiológicas de la leche con los productores asociados.

### **10.1.6 Detección de residuos de antibióticos**

En el presente estudio, se analizaron un total de 84 muestras de leche cruda utilizando el Kit BioEasy 3 in 1 BTS – YRM1026 con el propósito de detectar la presencia de residuos de antibióticos, análisis realizados de acuerdo con los límites máximos de residuos de medicamentos veterinarios establecidos por el Codex Alimentarius, que regula la normativa ecuatoriana en este ámbito (72).

Es satisfactorio destacar que en todas las muestras analizadas no se detectaron trazas de antibióticos, lo que representa el 100% de todas las muestras de leche cruda analizadas. Este resultado positivo se atribuye al hecho de que los productores que participaron en la investigación son miembros del centro de acopio, donde se establecen requisitos estrictos para la ausencia de residuos de medicamentos veterinarios en la leche. Aquellos productores que no cumplen con este requerimiento están sujetos a multas.

La adhesión de los productores a estos estándares de calidad es fundamental para garantizar la seguridad alimentaria y la inocuidad de la leche cruda destinada al consumo humano. Al mantener una estricta vigilancia sobre la ausencia de residuos de antibióticos en la leche, se contribuye a proteger la salud del consumidor y a cumplir con las regulaciones y normativas establecidas para la comercialización de productos lácteos.

En un estudio realizado en el cantón Naranjal, provincia del Guayas, se constató la existencia de restos de antibióticos (en concreto, betalactámicos y sulfonamidas) en el 19,4% de las muestras de leche cruda disponibles en el mercado. Por otro lado, en la Universidad del Azuay, se encontró que el 98,08% de las muestras de leche cruda estaban contaminadas con residuos de antibióticos.

## **10.2 Análisis correlacional**

Con el fin de llevar a cabo el análisis correlacional, se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk debido a que el tamaño de la muestra contenía menos de 50 datos, esta prueba se empleó para evaluar la normalidad de la distribución de los datos y, en consecuencia, determinar su significancia y con ello evaluar la eficacia del protocolo establecido con los productores que accedieron a participar en el seguimiento desde el momento del ordeño hasta la recepción de la leche. En la evaluación de Shapiro-Wilk la variable de células somáticas sigue una distribución con -1 grados de libertad, la variable de bacterias aerobia mesófilas es una distribución normal al igual

que las demás variables por lo que se evaluó la hipótesis alternativa con la prueba T para muestras apareadas. El valor p fue de 0.05 para todas las variables.

### **10.2.1 Implementación del Plan de mejora de la calidad de leche**

Después del análisis completo de los resultados y la implementación del “Check List” en las unidades productoras, se observó que el problema fundamental está orientado a las características microbiológicas ya que las fisicoquímicas no variaron durante toda la investigación, manteniéndose en un margen de normalidad regido por la normativa del Ecuador.

Por ello se implementó un plan de mejora de la calidad de leche para pequeños y medianos productores en el área de estudio, centrándose en el protocolo de buenas prácticas durante el ordeño, durante 7 días y se realizó un último muestreo para comprobar si la hipótesis planteada se aceptaba o se rechazaba, los resultados se muestran en las tablas 10 y 11, en relación al antes y después de la implementación de protocolo, respectivamente.

Los microorganismos indicadores de calidad higiénica más comúnmente empleados son las bacterias aerobias mesófilas y los coliformes totales de la leche, cuya presencia en niveles elevados indica una aplicación deficiente de las prácticas de higiene y limpieza, especialmente durante las etapas de recolección de la leche en el proceso de ordeño; conservación en los centros de acopio; e industrialización de la leche. La media de aerobias mesófilas en el barrio Tunducama fue de 23000 UFC/ml antes del protocolo, posteriormente se redujo a 21000 UFC/ml, en el caso del recuento de coliformes totales 5883 UFC/ml antes y después de 4725 UFC/ml mientras que las coliformes fecales fue de 34,2 y se redujo a 16.7 UFC/ml, este es el valor que más reducción tuvo en este barrio.

En el barrio Manzana pamba la media de CCs fue de 31049 UFC/ml reduciéndose a 27551 UFC/ml, el recuento de coliformes totales de 55000 a 42095 UFC/ml, el recuento de coliformes totales de 6079 UFC/ml a 5727 UFC/ml y recuento de coliformes fecales de 10 a 1,90 UFC/ml, siendo una reducción relevante en este barrio.

**Tabla 9.** Análisis correlacional de características microbiológicas antes del plan de mejora.

Barrio	Parámetro	Media	Mediana	DE	Mínimo	Máximo	Shapiro-Wilk	
							W	P
TUNDUCAMA	CCs/ml Bacterias	12405.0	12120.5	1934.9	10547	15890	0.887	0.305
	Aerobias Mesófilas (UFC/ml)	23200.0	22100.0	7694.2	15000	35000	0.939	0.647
	Recuento de coliformes totales (UFC/ml)	5883.3	5150.0	2733.8	3000	9800	0.901	0.379
	Recuento de coliformes fecales (UFC/ml)	34.2	27.5	36.9	0	90	0.887	0.305
MANZANAPAMBA	CCs/ml Bacterias	31049.8	24510	14175.8	12900	67500	0.918	0.078
	Aerobias Mesófilas (UFC/ml)	55000.0	53000	34793.7	13000	150000	0.906	0.046
	Recuento de coliformes totales (UFC/ml)	6709.5	7020	1583.0	4020	9600	0.970	0.730
	Recuento de coliformes fecales (UFC/ml)	10.0	0	16.4	0	65	0.675	<.001
GALPON LOMA	CCs/ml Bacterias	16664.09	13297	10255.59	10456	45630	0.617	<.001
	Aerobias Mesófilas (UFC/ml)	31181.82	29000	10390.56	17000	48000	0.951	0.651
	Recuento de coliformes totales (UFC/ml)	8606.36	8700	1191.66	6700	9900	0.883	0.115
	Recuento de coliformes fecales (UFC/ml)	3.64	0	6.74	0	20	0.619	<.001

En Galpón Loma el recuento de CS fue de 16664 células/mL antes del protocolo lo cual se redujo a 13574 células/mL, las bacterias mesófilas de 31181 a 29909 UFC/ml, las coliformes totales de 8606 a 6959 UFC/ml, el recuento de coliformes fecales de 3,64 a 0,09, este dato es el que más se reduce en todos los muestreos.

**Tabla 10.** Análisis correlacional de características microbiológicas después del plan de mejora.

Barrio	Parámetro	Media	Mediana	DE	Mínimo	Máximo	W
TUNDUCAMA	CCs/ml	12585.3	12460.00	2056.6	10376	15800	0.937
	Bacterias Aerobias Mesófilas (UFC/ml)	21000.0	20500.00	9143.3	10000	35000	0.966
	Recuento de coliformes totales (UFC/ml)	4725.0	4565.00	2591.4	1200	8520	0.996
	Recuento de coliformes fecales (UFC/ml)	16.7	5.00	27.3	0	70	0.711
MANZANAPAMBA	CCs/ml	27551.57	23870	12347.41	11470	57840	0.890
	Bacterias Aerobias Mesófilas (UFC/ml)	42095.24	49000	21440.39	15000	94000	0.914
	Recuento de coliformes totales (UFC/ml)	5727.05	5780	1659.96	3280	8910	0.957
	Recuento de coliformes fecales (UFC/ml)	1.90	0	5.12	0	20	0.434
GALPON LOMA	CCs/ml	13.574.909	12090	7318.02	9156	35330	0.507
	Bacterias Aerobias Mesófilas (UFC/ml)	29.909.091	29000	9554.63	18000	45000	0.925
	Recuento de coliformes totales (UFC/ml)	6.959.091	6700	1377.44	4700	8800	0.938
	Recuento de coliformes fecales (UFC/ml)	0.909	0	3.02	0	10	0.345

Las coliformes totales y fecales se agrupan dentro de las Enterobacteriaceae, son bacterias gramnegativas que tienen la capacidad de fermentar la lactosa cuando se encuentran presentes en cantidades mayores a 1000000 UFC/ml, esto sugiere la existencia de prácticas deficientes de higiene durante el procesamiento de la leche, especialmente en el momento del ordeño (73). El análisis estadístico de los datos mediante la prueba de T de Student para muestras apareadas, permitió para cada variable descrita evaluar si la diferencia es significativa entre los valores recogidos antes y después de aplicar el protocolo de mejoramiento (anexo 6, tablas 11-14). Lo cual arrojó un valor del valor  $p < .001$ , rechazando la hipótesis nula al no existir diferencia significativa estadísticamente en el antes y después de establecer el protocolo, ya que la H1 tenía que ser un valor superior a 0. Esto puede asociarse al incumplimiento de los productores, el tiempo de implementación relativamente corto y el poco interés de los productores en emplear diferentes acciones en el ordeño.

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

### **11.1 Impacto Social**

La inocuidad de los alimentos se basa en instaurar normas y estándares para asegurar la seguridad alimentaria, en el caso de la leche dicha seguridad recae en controlar los procesos por los que pasa el biológico teniendo en cuenta a los productores, transportistas, procesadores y comerciantes hasta llegar a su consumidor final. La calidad de la leche en los pequeños productores se ve afectada en su mayoría por el desconocimiento de la importancia que tiene la higiene en los procesos de ordeño y almacenamiento. El trabajo de investigación contribuye de manera directa a los ciudadanos del cantón Latacunga y a los pequeños productores de leche de la parroquia Belisario Quevedo, puesto que, al conocer la baja calidad de la leche producida en los barrios de la parroquia, esto les permitió mejorar sus procesos de ordeño, almacenamientos e higiene de utensilio, esto se logró gracias al protocolo de mejora presentados a cada productor.

### **11.2 Impactos Económicos**

Se sabe que, según información entregada por el INEC en el año 2021, la producción lechera en el Ecuador fue de 5.699.046 litros. En donde la provincia de Cotopaxi concentra el 11% de esta producción. El proyecto de investigación contribuye de manera favorable a los pequeños productores de la zona, pues en el país el estado es el encargado de legislar y controlar la calidad del biológico instaurando una política que permita la mejora de la calidad de la leche cruda según el precio. Es así que una leche de mayor calidad recibirá mayor rédito económico que una leche deficiente.

### **11.3 Impacto Técnico**

Como Médicos Veterinarios, de calidad y calidez estamos comprometidos a resguardar y encontrarnos vigilantes de la salud alimentaria, y por ende la salud humana al asegurarnos de controlar la comercialización y producción de alimentos de origen animal que resulten inocuos al consumidor.

Es por ello la importancia de destacar el papel de los futuros profesionales en temas de calidad alimentaria e incita a los estudiantes y profesionales de esta área a estar capacitados y dispuestos a actuar en temas de control de calidad alimentaria.

## 12. CONCLUSIONES

- Los análisis fisicoquímicos en todas las muestras de leche de las parroquias en estudio, se encuentran dentro del rango aceptable establecido en la normativa nacional, para los parámetros de grasa, proteína, lactosa y densidad.
- El análisis microbiológico de la leche cruda en el área de estudio reveló la presencia de bacterias en diferentes niveles, aunque la mayoría de las muestras cumplen con los estándares aceptables, se identificaron muestras con recuentos bacterianos elevados en los barrios Manzana Pamba, Galpón Loma y Tunducama, lo que sugiere la necesidad de implementar prácticas de higiene y manejo más rigurosas en la cadena de producción de leche.
- El plan de mejora de la calidad de leche incluyó la capacitación en buenas prácticas de higiene, implementación de protocolos de control de calidad, así como la necesidad de fortalecimiento de la infraestructura y equipamiento en las instalaciones de producción, y la adopción de tecnologías adecuadas para el manejo de la leche cruda, que permita disminuir la presencia de materia fecal encontrada en la leche.

### 13. RECOMENDACIONES

- Implementar un programa de monitoreo regular y continuo de las características físico-químicas y microbiológicas de la leche en diferentes etapas de la producción, desde la recepción hasta el almacenamiento. Esto permitirá detectar cualquier variación en la calidad y tomar medidas inmediatas para abordar problemas potenciales.
- Impartir capacitaciones regulares a los productores sobre las mejores prácticas de ordeño higiénico y manejo de la leche. Enfocarse en la importancia de la higiene personal, limpieza y desinfección de equipos, así como el uso adecuado de utensilios de ordeño. Esto ayudará a reducir la introducción de contaminantes durante el proceso.
- Asegurarse de que se siga rigurosamente el protocolo de ordeño establecido, incluyendo la limpieza y desinfección de las ubres antes del ordeño, el uso de paños limpios y desinfectados para secar las ubres, y la aplicación adecuada de los métodos de ordeño. Esto minimizará el riesgo de contaminación cruzada.
- Fomentar la conciencia y el compromiso de todos los involucrados en el proceso de producción de leche respecto a la importancia de mantener altos estándares de higiene y calidad. La participación activa de los productores, trabajadores y otros colaboradores es fundamental para lograr la implementación exitosa de los controles y protocolos.
- Mantener un registro detallado de los resultados de los controles y análisis realizados. Esto permitirá identificar tendencias y patrones a lo largo del tiempo, lo que facilitará la toma de decisiones informadas y la identificación de áreas de mejora continua.

## 14. BIBLIOGRAFÍA

1. “Ecuador se Nutre de Leche” y el sector lácteo se fortalece con apoyo del Gobierno Nacional – Ministerio de Agricultura y Ganadería [Internet]. Gob.ec. [citado el 29 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/ecuador-se-nutre-de-leche-y-el-sector-lacteo-se-fortalece-con-apoyo-del-gobierno-nacional/>
2. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua [Internet]. Gob.ec. [citado el 29 de abril de 2023]. Disponible en: [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac-2021/Principales%20resultados-ESPAC\\_2021.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2021/Principales%20resultados-ESPAC_2021.pdf)
3. Los GD, González Cu R, Molina Sánchez B, Coca Vázquez R. Primer Foro sobre Ganadería Lechera de la Zona Alta de Veracruz 2010 [Internet]. Www.uv.mx. [citado el 22 de mayo de 2023]. Disponible en: [https://www.uv.mx/apps/agronomia/foro\\_lechero/Bienvenida\\_files/CALIDADDELA\\_LECHECRUDA.pdf](https://www.uv.mx/apps/agronomia/foro_lechero/Bienvenida_files/CALIDADDELA_LECHECRUDA.pdf)
4. Contero Callay RE, Requelme N, Cachipiendo C, Acurio D. Calidad de la leche cruda y sistema de pago por calidad en el Ecuador. granja [Internet]. 2021 [citado el 18 de mayo de 2023];33(1):31–43. Disponible en: <https://lagranja.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/33.2021.03>
5. Agricultores de Ventanas y BanEcuador unen esfuerzos en el fomento productivo del país [Internet]. BanEcuador. 2021 [citado el 29 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.banecuador.fin.ec/2021/09/22/agricultores-de-ventanas-y-banecuador-unen-esfuerzos-en-el-fomento-productivo-del-pais/>
6. Guachi G, Fabricio N. Caracterización de Sistemas de Producción Bovina intensiva en el Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi [tesis de grado]. Ecuador, Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi UTC.; 2020. [citado el 29 de abril de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/7013>
7. Barrera V, Lizbeth P. Estimación de los valores económicos para la producción y caracteres funcionales en el ganado lechero de la asociación Aspranues de la parroquia de Belisario Quevedo para el establecimiento de los objetivos de mejoramiento genético. Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC); 2021.[citado el 29 de abril de 2023].Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/9787>

8. Zambrano Rodríguez DV, Pinargote Macías JA, García Paredes RI. Caracterización técnica y productiva del sistema bovino lechero de las ganaderías asociadas del cantón Bolívar de la provincia de Manabí-Ecuador. FAVE Secc Cienc Vet [Internet]. 2022 [citado el 30 de abril de 2023];21:e0004. Disponible en: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2362-55892022000100005](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2362-55892022000100005).
9. RAW MILK. REQUIREMENTS. LECHE CRUDA. REQUISITOS [Internet]. Gob.ec. [citado el 30 de abril de 2023]. Disponible en: [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_009\\_6r.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_009_6r.pdf)
10. Guamán A, Manuela T. Evaluación de la calidad microbiológica en función de la norma Inen 2395 en yogures artesanales expandido en la feria de la Plaza Jesús Camañero parroquia matriz del Cantón Alausí. Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC).; 2022.[citado el 29 de abril de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8863>
11. Bonifaz García, Nancy, Requelme Narcisa de Jesús . Buenas prácticas de Ordeño y la Calidad higiénica de la Leche en el Ecuador. La Granja. Revista de Ciencias de la Vida [en línea]. 2011, 14(2), 45-57[fecha de Consulta 28 de Mayo de 2023]. ISSN: 1390-3799. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=476047398005>
12. Muñoz Alvarez ÁE, Ormaza Andrade JE, Castillo Ortega Y. Buenas prácticas en emprendimientos lácteos, desde la economía social y solidaria en Biblián-Ecuador. Telos [Internet]. 2022;24(1):40–61. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.36390/telos241.04>
13. Fernández Fernández E, Martínez Hernández JA, Martínez Suárez V, Moreno Villares JM, Collado Yurrita LR, Hernández Cabria M, et al. Consensus document: nutritional and metabolic importance of cow's milk. Nutr Hosp [Internet]. Asturias, España. Revista de Nutrición Hospitalaria 2014;31(1):92–101. Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v31n1/09revision09.pdf>
14. Magariños H. PRODUCCIÓN HIGIÉNICA DE LA LECHE CRUDA [Internet]. Servicios Incorporados S.A P, editor. 2001 [cited 2023 May 19]. Available from: <http://portal.oas.org/LinkClick.aspx?fileticket=wlyuTwR3IEc%3D>
15. Cunningham AI. Optimización de rendimiento y aseguramiento de inocuidad en la industria quesería: una guía para la pequeña y mediana empresa. [Internet] Saltillo,

- Coahuila, México. Organización de los Estados Americanos ; cooperación alemana para el Desarrollo; 2000. [cited 2023 May 19]. Available from: <https://es.scribd.com/document/404315475/Optimizacion-del-rendimiento-y-Aseguramiento-de-Inocuidad-en-la-Industria-de-Queseria-pdf#>
16. Agudelo Gómez D. A, , Bedoya Mejía O. Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. Revista Lasallista de Investigación [Internet]. 2005;2(1):38-42. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69520107>
  17. Cadena SMC. Evaluación de la calidad de la leche cruda para fincas proveedoras de una planta pasteurizadora y la realización de encuestas a ganaderos y/o administradores en el Valle de Ubaté [Internet]. [Bogotá]: Universidad de La Salle; 2002. Disponible en: [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1488&context=ing\\_alimentos](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1488&context=ing_alimentos)
  18. Food and Agriculture Organization of the United Nations. El sector lechero mundial: Datos. [Internet]. FAO;2016. Disponible en: <http://www.dairydeclaration.org/Portals/153/FAO-Global-Facts-SPANISH-F.PDF?v=1>
  19. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2020-2029. [Internet]. París: OECD Publishing-, 2020.[revisado 2020 Oct 13; citado 2023 Jun 02]. Disponible en: <https://doi.org/10.1787/a0848ac0-es>
  20. International Dairy Federation. Informe sobre la situación de los productos lácteos en el mundo: Lanzamiento de la edición 2022. [Internet]. IDM; 2022. [Consultado 02 Jun 2023]. Disponible en: <https://international-dairy.com/news/home/2022-edition-of-the-world-dairy-situation-report-launched/>
  21. Revelli G., Sbodio O., Tercero E. Estudio y Evolución de La Calidad de Leche Cruda En Tambos de La Zona Noroeste de Santa Fe y Sur de Santiago Del Estero. RIA [Internet]. Argentina ; 2011[Consultado 02 Jun 2023]; 37 :128–139. Disponible en: <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/6403>

22. Bahramian, Behnam, et al. "Residuos de antibióticos en la leche cruda y pasteurizada en Irán: una revisión sistemática y un metanálisis". *AIMS Agricultura y Alimentación* [Internet]. 2022 [Consultado 02 Jun 2023]; vol. 7, nº 3, pág. 500-519. Disponible en: [10.3390/foods11213351](https://doi.org/10.3390/foods11213351)
23. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca MAGAP Socializa Acuerdo 394 Sobre la Calidad y Normativa de la Leche. [Internet]. 2011. [Consultado el 02 de Junio de 2023]. Disponible en línea: <https://www.agricultura.gob.ec/magap-socializa-acuerdo-394-sobre-la-calidad-y-normativa-de-la-leche/>
24. INEC-ESPAC Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC. [Internet]. 2021. [Consultado el 05 de junio de 2023]. Disponible en línea: [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac-2021/Principalesresultados-ESPAC\\_2021.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2021/Principalesresultados-ESPAC_2021.pdf)
25. Puga-Torres B, Aragón Vásquez E, Ron L, Álvarez V, Bonilla S, Guzmán A, et al. Milk quality parameters of raw milk in Ecuador between 2010 and 2020: A systematic literature review and meta-analysis. *Foods* [Internet]. 2022; [Consultado 02 Jun 2023] 11(21):3351. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/foods11213351>
26. Corporación Financiera Nacional. Ficha Sectorial: Leche y sus derivados. [Internet]. Junio de 2022. [Consultado el 05 de junio de 2023]. Disponible en línea: <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2022/fichas-sectoriales-2-trimestre/Ficha-Sectorial-Leche-y-derivados.pdf>
27. Centro de la Industria láctea del Ecuador. El sector lácteo ecuatoriano se reactiva con miras positivas para el 2022. [Internet]. 2021. [Consultado el 05 de junio de 2023]. Disponible en línea: <https://www.cil-ecuador.org/post/el-sector-1%C3%A1lcteo-ecuadoriano-se-reactiva-con-miras-positivas-para-el-2022>
28. Slorach SA, Vice Director General. Enfoques integrados para la gestión de inocuidad de los alimentos a lo largo de toda la cadena alimentaria [Internet]. *Adiveter*; 2002. [citado el 6 de junio de 2023]. Disponible en: [https://www.adiveter.com/ftp\\_public/articulo1086.pdf](https://www.adiveter.com/ftp_public/articulo1086.pdf)

29. Aguilera-Becerra A. M, Urbano-Cáceres E. X, , Jaimes-Bernal CP Bacterias patógenas en leche cruda: problema de salud pública e inocuidad alimentaria. Ciencia y Agricultura [Internet]. 2014;11(2):83-93. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=560058659011>
30. Máttar S, Calderón A, Sotelo D, Sierra M, Tordecilla G. Detección de Antibióticos en Leches: Un Problema de Salud Pública Detecting antibiotics in milk: a public health problem [Internet]. Scielos; 2009. [citado el 6 de junio de 2023]. 11 (4): 579-590. Disponible en: <https://www.scielosp.org/pdf/rsap/2009.v11n4/579-590>
31. FAO. Producción y productos lácteos: Peligros para la salud. [Internet]. FAO. [citado el 6 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.fao.org/dairy-production-products/products/peligros-para-la-salud/es/>
32. Ares J . Calidad de los quesos: fundamentos y aspectos generales. Anales de la Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental [Internet]. 2002 [citado el 30 de junio de 2023];(15):133–60. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7454986>
33. Valle T. Evaluación de la calidad de la leche cruda e implementación de un manual de calidad en el centro de acopio: asociación el panecillo, Tungurahua [Internet]. [Riobamba - Ecuador]: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de ciencias, Escuela de bioquímica y farmacia; 2015. [citado el 30 de junio de 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4621/1/56T00600%20UDCTFC.pdf>
34. Fienco D. Evaluación del proceso sanitario del ordeño y control de calidad de la leche cruda procedente de los centros de acopio de las parroquias El Chaupi y El Pedregal pertenecientes al Cantón Mejía que proveen a la empresa El Ordeño. Repositorio UCE. [Internet]. 2013 Sep [citado el 6 de julio de 2023]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/4363/1/T-UCE-0008-17.pdf>
35. Zambrano William José, de Pinho Marques Jr Antonio. Evaluación de la glándula mamaria y composición química de la leche en vacas primíparas mestizas lecheras en el parto, hasta el quinto mes de la lactación. Rev. Cient. (Maracaibo) [Internet]. 2008 Oct [citado 2023 Jul 06] ; 18( 5 ): 562-569. Disponible en:

- [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-22592008000500006&lng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592008000500006&lng=es).
36. Glantz M, Månsson HL, Stålhammar H, Bårström L-O, Fröjelin M, Knutsson A, et al. Effects of animal selection on milk composition and processability. *J Dairy Sci* [Internet]. 2009;92(9):4589–603. [citado 2023 Jul 06] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030209707866>
  37. Silva Pulido Roberto, Alzate Amelines Juliana, Reyes Manosalva Claudia. EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE ORDEÑO, LA CALIDAD HIGIÉNICA Y NUTRICIONAL DE LA LECHE, EN EL MUNICIPIO DE GRANADA, ANTIOQUIA - COLOMBIA. *rev.udcaactual.divulg.cient.* [Internet]. diciembre de 2014 [citado el 17 de julio de 2023]; 17(2): 467-475. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-42262014000200018&lng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262014000200018&lng=en).
  38. Avilés-Ruíz R., Valencia-Posadas M. Martínez-Jaime O., Angel-Sahagún et al. Evaluación de la Salud de la Ubre como Estimador de la Calidad de la Leche de Vacas en Hatos Familiares. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos* [Internet]. 2018; Vol. 3: 376-380. [citado el 6 de julio de 2023]. Disponible en: <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume3/4/5/62.pdf>
  39. Ávila Téllez S, Gutiérrez Chávez A. J, Sánchez Gómez J. I, , Canizal Jiménez E. Comparación del estado de salud de la ubre y la calidad sanitaria de la leche de vacas ordeñadas manual o mecánicamente. *Veterinaria México* [Internet]. 2002;33(4):387-394. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42333404>
  40. Casado, P., García, A. La Calidad Higiénica de la Leche. Hojas de Divulgación: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. [Internet]. España ;[Consultado 08 Jul 2023]; Núm. 14/83 HD. Disponible en: [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1983\\_14.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1983_14.pdf)
  41. Pascual O. La leche: principales riesgos asociados a su consumo [Internet]. El blog de IMF. IMF Smart Education; 2017 [citado el 15 de julio de 2023]. Disponible en: <https://blogs.imf-formacion.com/blog/corporativo/industria-alimentaria/leche-riesgos-consumo/>

42. Buste , M. López , G. Mejoramiento de la Calidad Higienico Sanitaria de la Leche de los Sistemas Bovinos del Cantón El Carmen. [Internet]. [Calceta- Ecuador]: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ; 2019. Disponible en: <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1130/1/TTAI20.pdf>
43. Ruiz-Cortés Tatiana, Orozco Stivenson, Rodríguez Luz Stefany, Idárraga Julián, Olivera Martha. FACTORES QUE AFECTAN EL RECUESTO DE UFC EN LA LECHE EN TANQUE EN HATOS LECHEROS DEL NORTE DE ANTIOQUIA-COLOMBIA. rev.udcaactual.divulg.cient. [Internet]. 2012 Junio [citado 2023 Julio 17] ; 15( 1 ): 147-155. Disponible en : [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-42262012000100016&lng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262012000100016&lng=en).
44. Chacón F. EVALUACIÓN DE LOS ANÁLISIS FÍSICOS-QUÍMICOS DE LA LECHE BOVINA [Internet]. [CUENCA]: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA; 2017. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13538/1/UPS-CT006912.pdf>
45. Jenkins TC, McGuire MA. Major advances in nutrition: impact on milk composition. J Dairy Sci [Internet]. 2006 [citado el 22 de julio de 2023];89(4):1302–10. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16537962/>
46. Górska-Warsewicz H, Rejman K, Laskowski W, Czeczotko M. Milk and dairy products and their nutritional contribution to the average Polish diet. Nutrients [Internet]. 2019 [citado el 20 de julio de 2023];11(8):1771. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/nu11081771>
47. García C. Montiel R. Borderas T. GRASA Y PROTEÍNA DE LA LECHE DE VACA: COMPONENTES, SÍNTESIS Y MODIFICACIÓN. [Internet]. Universidad de Cordoba. Arch. Zootec; 2014. [citado el 24 de julio de 2023]. 63(R): 85-105. Disponible en : <https://www.uco.es/ucopress/az/index.php/az/article/download/592/566>
48. Campabada, C. FACTORES QUE AFECTAN EL CONTENIDO DE SÓLIDOS DE LA LECHE. [Internet]. Centro de Investigaciones en Nutrición Animal, Escuela de

- Zootecnia, Universidad de Costa Rica; 2011. [citado el 24 de julio de 2023]. Vol. 5 Núm. 1. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/nutrianimal/article/view/11103>
49. Prieto-Manrique E, Vargas-Sánchez JE, Angulo-Arizala J, Mahecha-Ledesma L. Grasa y ácidos grasos en leche de vacas pastoreando, en cuatro sistemas de producción. *Agron Mesoam* [Internet]. 2016;28(1):19. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v28n1/43748637002.pdf>
50. Angulo J, Mahecha L, Olivera M. Síntesis, composición y modificación de la grasa de la leche bovina: Un nutriente valioso para la salud humana. *Rev MVZ Córdoba* [Internet]. 2009 [cited 2023 Jul 25];14(3):1856–66. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-02682009000300010](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682009000300010)
51. López F, Sepúlveda J, Restrepo D. ENSAYO Y FUNCIONALIDAD DE UN SUSTITUYENTE DE SÓLIDOS NO GRASOS LÁCTEOS EN UNA MEZCLA PARA HELADO. *Revistas Unal*. [Internet]. 2011; Disponible en: [https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/25060/37089#:~:text=Los%20s%C3%B3lidos%20no%20grasos%20%C3%A1lcteos%20\(SNGL\)%2C%20est%C3%A1n%20compuestos%20por,f%C3%B3foro%2C%20magnesio%2C%20hierro.](https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/25060/37089#:~:text=Los%20s%C3%B3lidos%20no%20grasos%20%C3%A1lcteos%20(SNGL)%2C%20est%C3%A1n%20compuestos%20por,f%C3%B3foro%2C%20magnesio%2C%20hierro.)
52. Davoodi SH, Shahbazi R, Esmaeili S, Sohrabvandi S, Mortazavian A, Jazayeri S, et al. Health-related aspects of milk proteins. *Iran J Pharm Res*. 2016 Summer;15(3):573–91.
53. Espinosa SJ. GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE LA PARROQUIA RURAL DE BELISARIO QUEVEDO. 1936;
54. NTE INEN 9 Leche cruda Requisitos | Ecuador - Guía Oficial de Trámites y Servicios [Internet]. [citado 28 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.gob.ec/regulaciones/nte-inen-9-leche-cruda-requisitos>
55. Liquid Dairy Products Testing|PerkinElmer [Internet]. [citado 28 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.perkinelmer.com/category/liquid-dairy-products-testing>

56. Analizador ultrasónico de leche Ekomilk 120 | Bulteh 2000 [Internet]. [citado 28 de julio de 2023]. Disponible en: <https://bulteh.com/ekomilk-120-ultrasonic-milk-analyzer.html>
57. Contero Callay RE, Requelme N, Cachipuendo C, Acurio D. Calidad de la leche cruda y sistema de pago por calidad en el Ecuador. Granja [Internet]. 2021 [cited 2023 Jul 29];33(1):31–43. Available from: <https://lagranja.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/33.2021.03>
58. Luigi T, Rojas L, Valbuena O. Evaluación de la calidad higiénico-sanitaria de leche cruda y pasteurizada expendida en el estado Carabobo, Venezuela. Salus [Internet]. 2013 [cited 2023 Jul 29];17(1):25–33. Available from: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-71382013000100006](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-71382013000100006)
59. Fernando. Plate Count Agar (PCA) | Aerobios mesófilos [Internet]. Bioser. [citado 28 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.bioser.com/productos/plate-count-agar-pca-129p/>
60. Fernando. MacConkey Agar | Enterobacterias [Internet]. Bioser. [citado 28 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.bioser.com/productos/macconkey-agar-77p/>
61. Fernando. Tryptone-Soy Agar (Blood Agar Base) [Internet]. Bioser. [citado 28 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.bioser.com/productos/tryptone-soy-agar-blood-agar-base-60p/>
62. fernando. Eosin Methylene Blue Agar (EMB/Levine) | Enterobacterias [Internet]. Bioser. [citado 28 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.bioser.com/productos/eosin-methylene-blue-agar-emb-81p/>
63. Producción y productos lácteos: Codex Alimentarius [Internet]. Fao.org. [cited 2023 Jul 29]. Available from: <https://www.fao.org/dairy-production-products/products/codex-alimentarius/es/>
64. Milk Antibiotic Rapid Test Kits [Internet]. Bioeasy. [citado 28 de julio de 2023]. Disponible en: [http://en.bioeasy.com/?page\\_id=1148](http://en.bioeasy.com/?page_id=1148)
65. Mapa de Belisario Quevedo en Cotopaxi en Latacunga en Belisario Quevedo en Ecuador - imagen de satélite / imagen satelital, coordenadas GPS [Internet]. [citado 28 de julio de 2023]. Disponible en: <https://mapasamerica.dices.net/ecuador/mapa.php?nombre=Belisario-Quevedo&id=6483>

66. Martínez-Vasallo A, Ribot-Enríquez A, Villoch-Cambas A, Montes de Oca N, Remón-Díaz D, Ponce-Ceballo P. Calidad e inocuidad de la leche cruda en las condiciones actuales de Cuba. *Rev Salud Anim.* abril de 2017;39(1):51-61.
67. Elizabeth ARN. UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA. 2016;
68. NTE INEN 9 Leche cruda Requisitos | Ecuador - Guía Oficial de Trámites y Servicios [Internet]. [citado 28 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.gob.ec/regulaciones/n-te-inen-9-leche-cruda-requisitos>
69. Salguero A, De la Torre D, Puga-Torres B. Calidad de leche cruda de pequeños productores de los cantones Cayambe y Pedro Moncayo, Ecuador, mediante análisis fisicoquímicos y ensayos cualitativos. *Rev Investig Vet Peru* [Internet]. 2023 [cited 2023 Jul 29];34(1):e24611. Available from: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172023000100006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172023000100006&script=sci_arttext)
70. Corte C, Alexandra M. “Determinación de la calidad físico-química de la leche cruda bovina”.
71. Torres C. El espacio productivo de la Cuenca Lechera Central Argentina y sus paradigmas históricos de desarrollo. *Eutopía Rev Desarro Económico Territ.* 21 de diciembre de 2021;(20):32-51.
72. Calidad de leche en sistemas de ordeño manual de la Sierra Norte del Ecuador. *Rev Investig Vet Perú* [Internet]. julio de 2021 [citado 28 de julio de 2023];32(4). Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1609-91172021000400011&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1609-91172021000400011&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
73. Calidad de leches crudas en empresas [Internet]. [citado 28 de julio de 2023]. Disponible en: <http://vip.ucaldas.edu.co/vetzootec/index.php/site-map/articles/91-coleccion-articulos-espanol/104-calidad-de-leches-crudas-en-empresas>
74. Calidad bacteriológica de la leche cruda bovina almacenada en el centro de acopio Mocha. Tungurahua. Ecuador [Internet]. [citado 28 de julio de 2023]. Disponible en: [https://www.redalyc.org/journal/6538/653868341011/html/#redalyc\\_653868341011\\_ref38](https://www.redalyc.org/journal/6538/653868341011/html/#redalyc_653868341011_ref38)

75. The jamovi project (2022). *jamovi*. (Version 2.3) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>.
76. R Core Team (2021). *R: A Language and environment for statistical computing*. (Version 4.1) [Computer software]. Retrieved from <https://cran.r-project.org>. (R packages retrieved from MRAN snapshot 2022-01-01).

## 15. ANEXOS

### Anexo 1. Hoja de vida de los autores del proyecto

#### HOJA DE VIDA

##### 1. DATOS PERSONALES

**Nombre:** Escobar Alarcón Emma Salomé

**Ciudad:** Ambato

**Fecha de nacimiento:** 7 de septiembre del 2000

**Cédula de identidad:** 1804894127

**Edad:** 22 años                      **Género:** Femenino

**Nacionalidad:** ecuatoriana

**Dirección domiciliaria:** Ambato, Rafael Darquea y Fernando Suarez

**Teléfono:** 0987732262

**Correo electrónico:** [emma.escobar4127@utc.edu.ec](mailto:emma.escobar4127@utc.edu.ec)



**Tipo de sangre:** B+

**Estado civil:** Soltera

##### 2. INSTRUCCIÓN FORMAL

Nivel de instrucción	Nombre de la institución educativa	Título obtenido	Numero de Senescyt	Lugar
Primer nivel	Unidad educativa "Los Sauces"	Básico superior		Ambato
Segundo nivel	Unidad Educativa "Santo Domingo de Guzmán"	Bachiller en Ciencias	05317888	Ambato

**DECLARACIÓN:** DECLARO QUE, todos los datos del formulario son verídicos, asumo la responsabilidad.

Escobar Alarcón Emma Salomé

**Anexo 2.** Hoja de vida de los autores del proyecto**HOJA DE VIDA****1. DATOS PERSONALES**

**Nombre:** Helen Rashel Garzón Aguirre  
**Ciudad:** Latacunga  
**Fecha de nacimiento:** 18 de noviembre de 1998.  
**Cédula de identidad:** 0502875388.  
**Edad:** 24 años                      **Género:** Femenino  
**Nacionalidad:** ecuatoriana  
**Dirección domiciliaria:** Latacunga  
**Teléfono:** 0961587124  
**Correo electrónico:** helengarzon98@gmail.com

**2. INSTRUCCIÓN FORMAL**

<b>Nivel de instrucción</b>	<b>Nombre de la institución educativa</b>	<b>Título obtenido</b>	<b>Numero de Senescyt</b>	<b>Lugar</b>
Primer nivel	Escuela fiscal "Once de Noviembre"	Básico superior		Latacunga-Cotopaxi
Segundo nivel	Unidad Educativa "Primero de Abril"			Latacunga-Cotopaxi

**DECLARACIÓN:** DECLARO QUE, todos los datos del formulario son verídicos, asumo la responsabilidad.

Helen Rashel Garzón Aguirre

**Anexo 3.** Hoja de vida del tutor del proyecto**HOJA DE VIDA****1. DATOS PERSONALES****Apellidos:** Chacón Marcheco**Nombres:** Edilberto**Estado Civil:** Casado**Cédula De Identidad:** 1756985691**Lugar Y Fecha De Nacimiento:** Holguín / Cuba. 21 De  
Noviembre De 1974.**Dirección Domiciliaria:** Latacunga**Teléfono Convencional:** N/D      **Teléfono Celular:** N/D**Correo Electrónico:** [Edilberto.Chacon@Utc.Edu.Ec](mailto:Edilberto.Chacon@Utc.Edu.Ec)**En Caso De Emergencia Contactarse Con:** N/D**2. ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS**

<b>Nivel</b>	<b>Título Obtenido</b>	<b>Fecha De Registro En El Senescyt</b>	<b>Código Del Registro Senescyt</b>
<b>TERCER</b>	Doctor en Medicina Veterinaria	17/06/2015	8815 R- 15-25382
<b>CUARTO</b>	Doctor en Ciencias Veterinarias, PhD	18/06/2015	8815 R-15- 25628

**3. HISTORIAL PROFESIONAL**

Facultad Académica En La Que Labora: Ciencias Agropecuarias Y Recursos Naturales

Carrera A La Que Pertenece: Medicina Veterinaria

Área Del Conocimiento En La Cual Se Desempeña: Veterinaria.

Período Académico De Ingreso A La Utc: Octubre 2015 – Marzo 2016.

## Anexo 4. Imágenes

**Anexo 4.1.** Proceso de recolección de leche por parte de los productores del barrio Tunducama.



**Anexo 4.2.** Almacenamiento de leche en el barrio Manzanapamba Parroquia Belisario Quevedo.



**Anexo 4.3.** Medidor de leche usado para el análisis de las muestras. Ekomilk 120.



**Anexo 4.4.** Kit Trisensor Bioeasy usado para detección de antibióticos en las respectivas muestras.



**Anexo 4.5.** Medición de densidad de la leche mediante lactodensímetro.



**Anexo 4.6.** Acidez titulable en muestras de leche.



**Anexo 4.7.** Contaje de células somáticas presentes en muestras de leche.



**Anexo 4.8.** Transporte de muestras al laboratorio para los respectivos análisis microbiológicos.



## Anexo 5.

Tabla 8. Características fisicoquímicas de la leche con los productores asociados

Barrio	ID	Características cuantitativas					Características cualitativas	
		Grasa	Sólidos no Grasos	Densidad	Proteínas	Agua agregada	pH	Acidez titulable
Tunducama	#T1	3,71	8,04	28,02	3,01	0	6,64	0,15
	#T2	3,64	8,06	28,07	3,04	0	6,72	0,15
	#T3	3,46	8,03	28	3,02	0	6,66	0,14
	#T4	3,57	8,07	27,98	3	0	6,78	0,16
	#T5	3,76	8,09	28,36	3,01	0	6,57	0,13
	#T6	3,23	8,07	28,71	3,06	0,09	6,49	0,14
Manzanapamba	#M1	3,69	8,05	28,16	3,03	0	6,78	0,15
	#M2	3,66	8,03	28,31	2,96	0	6,75	0,16
	#M3	3,48	8,02	28,73	3,04	0	6,45	0,16
	#M4	3,69	8,07	28,51	3,07	0	6,65	0,15
	#M5	3,47	8,04	28,48	3,12	0,07	6,58	0,15
	#M6	3,62	8,02	28,17	3	0	6,62	0,15
	#M7	3,64	8,01	28,65	3,01	0	6,76	0,16
	#M8	3,72	8,03	28,25	3,04	0	6,74	0,14
	#M9	3,67	8,01	28	3,07	0	6,45	0,13
	#M10	3,48	8,03	28,39	3,08	0,1	6,75	0,15
	#M11	3,56	8,04	28,53	3,02	0	6,63	0,15
	#M12	3,48	8	28,64	3,01	0	6,67	0,16
	#M13	3,61	8,01	28,71	3	0	6,7	0,14
	#M14	3,54	8,03	28,65	3,05	0	6,53	0,14
	#M15	3,43	8,05	28,46	3,02	0	6,49	0,13
	#M16	3,63	8,02	28,62	3,01	0	6,82	0,13
	#M17	3,56	8,01	28,39	3,07	0	6,69	0,14
	#M18	3,67	8,03	28,67	3	0	6,65	0,15
	#M19	3,49	8,04	28,82	3,08	0	6,59	0,15
	#M20	3,68	8,01	28,69	3,05	0	6,47	0,16
	#M21	3,54	8,03	28,71	3,02	0	6,59	0,13
Galpon Loma	#GL1	3,65	8	28,68	3	0	6,57	0,14
	#GL2	3,56	8,02	28,72	3,09	0	6,49	0,14
	#GL3	3,45	8,01	28,67	3,02	0	6,62	0,15
	#GL4	3,72	7,89	28,75	3,07	0	6,75	0,15
	#GL5	3,65	8,05	28,47	3,13	0	6,84	0,16
	#GL6	3,54	8,02	28,58	3,09	0	6,65	0,15
	#GL7	3,62	8,01	28,52	3,12	0	6,72	0,14
	#GL8	3,51	8,04	28,67	3	0	6,59	0,14
	#GL9	3,67	8,03	28,64	3,08	0	6,63	0,15
	#GL10	3,59	8	28,72	3,05	0	6,81	0,14

## Anexo 6.

Tabla 9. Características microbiológicas de la leche con los productores asociados

Barrio	ID	CCs/ml	Bacterias Aerobias Mesófilas (UFC/ml)	Recuento de coliformes totales (UFC/ml)	Recuento de coliformes fecales (UFC/ml)
Tunducama	#T1	12568	35000	9800	90
	#T2	11673	23000	5000	10
	#T3	10876	15000	3600	0
	#T4	15890	16000	3000	60
	#T5	12876	29000	5300	0
	#T6	10547	21200	8600	45
Manzanapamba	#M1	40.896	22000	7300	0
	#M2	32000	83000	9300	30
	#M3	54300	57000	7200	20
	#M4	32900	24000	5040	0
	#M5	24000	150000	6100	0
	#M6	32400	40000	6000	10
	#M7	21670	22000	4020	0
	#M8	45630	25000	5600	0
	#M9	23090	100000	5060	10
	#M10	67500	53000	9600	25
	#M11	15890	43000	7080	10
	#M12	24000	76000	6040	0
	#M13	15630	13000	7070	65
	#M14	12900	18000	7020	10
	#M15	34890	30000	7500	0
	#M16	42870	37000	5400	0
	#M17	24000	98000	6300	0
	#M18	15630	94000	8050	0
	#M19	24510	63000	4060	30
	#M20	45670	54000	8090	0
	#M21	21670	53000	9070	0
Galpon Loma	#GL1	45630	29000	8700	10
	#GL2	23090	43000	8070	20
	#GL3	12760	37000	6700	0
	#GL4	13297	48000	9900	0
	#GL5	10456	23000	8900	0
	#GL6	11210	17000	7700	0
	#GL7	11300	19000	8700	0
	#GL8	13900	23000	9800	0
	#GL9	16700	42000	9700	0
	#GL10	14090	34000	6700	0

## Anexo 7.

**Tabla 11.** Prueba T de Student para muestras Apareadas en Contaje de células somáticas

			Estadístico	gl	P	Diferencia de medias	EE de la diferencia	Intervalo de Confianza al 95%	
Antes CCS/ml	Después Antes CCS/ml	T de Student						Inferior	Superior
			4.52	37.0	<.001	2799	619	1755	Inf

Nota.  $H_a \mu_{\text{Medida 1}} - \mu_{\text{Medida 2}} > 0$

**Tabla 12.** Prueba T de Student para muestras Apareadas en bacterias mesófilas aerobias

			estadístico	Gl	P	Diferencia de medias	EE de la diferencia	Intervalo de Confianza al 95%	
Antes	Después	T de Student						Inferior	Superior
			3.54	37.0	<.001	7847	2218	4105	Inf

Nota.  $H_a \mu_{\text{Medida 1}} - \mu_{\text{Medida 2}} > 0$

**Tabla 13.** Prueba T de Student para muestras apareadas coliformes totales.

			Estadístico	gl	p	Diferencia de medias	EE de la diferencia	Intervalo de Confianza al 95%	
Antes	Después	T de Student						Inferior	Superior
			5.89	37.0	<.001	1203	204	858	Inf

Nota.  $H_a \mu_{\text{Medida 1}} - \mu_{\text{Medida 2}} > 0$

**Tabla 14.** Prueba T de Student para muestras apareadas coliformes fecales.

			estadístico	gl	P	Diferencia de medias	EE de la diferencia	Intervalo de Confianza al 95%	
Antes	Después	T de Student						Inferior	Superior
			3.81	37.0	<.001	8.03	2.10	4.48	Inf

Nota.  $H_a \mu_{\text{Medida 1}} - \mu_{\text{Medida 2}} > 0$

## Anexo 8. Aval del Traductor



UNIVERSIDAD  
TÉCNICA DE  
COTOPAXI



CENTRO  
DE IDIOMAS

### *AVAL DE TRADUCCIÓN*

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA LECHE EN LA PARROQUIA BELISARIO QUEVEDO, CANTÓN LATACUNGA”** presentado por: **Escobar Alarcón Emma Salomé y Garzón Aguirre Helen Rashel**, egresadas de la Carrera de: **Medicina Veterinaria**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a las peticionarias hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, agosto del 2023

Atentamente,

**TANIA  
ELIZABETH  
ALVEAR  
JIMENEZ**

Firmado  
digitalmente por  
TANIA ELIZABETH  
ALVEAR JIMENEZ  
Fecha: 2023.08.18  
08:06:21 -05'00'



**CENTRO  
DE IDIOMAS**

**Tania Elizabeth Alvear**  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC**  
**CI:050323176**