



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MEDICO VETERINARIO**

**ESTUDIO DE INESTABILIDAD DE LA LECHE NO ÁCIDA
(LINA) Y ÁCIDA (SILA) Y SU CARACTERIZACIÓN
BACTERIANA EN LA HACIENDA DON LUCHO**

AUTOR

SANTIAGO ALEJANDRO MOTOCHÉ SARANGO

TUTOR

Dr. FABRIZIO JAVIER ARCOS ALCÍVAR MSc.

GUAYAQUIL - ECUADOR

2026



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

CARRERA MEDICINA VETERINARIA

APROBACIÓN DEL TUTOR

El suscrito, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **“ESTUDIO DE INESTABILIDAD DE LA LECHE NO ÁCIDA (LINA) Y ÁCIDA (SILA) Y SU CARACTERIZACIÓN BACTERIANA EN LA HACIENDA DON LUCHO”**, realizado por el estudiante **MOTOCHE SARANGO SANTIAGO ALEJANDRO**; con cédula de identidad N° **1720406741** de la carrera **MEDICINA VETERINARIA**, Unidad Académica **Guayaquil**, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

El estudiante presenta certificado de haber culminado exitosamente su trabajo de campo en la **HACIENDA DON LUCHO**.

Atentamente,

Dr. FABRIZIO JAVIER ARCOS ALCÍVAR MSc.

Guayaquil, 04 de febrero del 2026



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “**ESTUDIO DE INESTABILIDAD DE LA LECHE NO ÁCIDA (LINA) Y ÁCIDA (SILA) Y SU CARACTERIZACIÓN BACTERIANA EN LA HACIENDA DON LUCHO**”, realizado por la estudiante **MOTOCHÉ SARANGO SANTIAGO ALEJANDRO** el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Dr. Klever Cevallos Cevallos, MSc.
PRESIDENTE

Dra. Ivonne España García, MSc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Mvz. Washington Yoong Juffo, MSc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Dr. Fabrizio Arcos Alcivar, MSc.
EXAMINADOR SUPLENTE

Guayaquil, 06 de abril del 2026

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres: Lidia y Efrén; a mis hermanas: Haidy y Jaky; a mis hermanos Alfredo y Carlos, quienes siempre estuvieron presentes como mis guías en este camino, dándome fortaleza y compañía en mis momentos más difíciles, permitiéndome alcanzar este gran importante objetivo.

A Estrellita, Kitty y Toby, quienes, más que mascotas, fueron una fuente constante de apoyo emocional; su lealtad, sensibilidad y presencia incondicional me recordaron el profundo vínculo humano-animal que inspira y da sentido a la medicina veterinaria.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios principalmente por darme la oportunidad de estar aquí, gracias al doctor Henry Soto por darme la apertura para cumplir con mi tesis, al doctor Fabrizio Arcos por darme la orientación en mi trabajo de titulación, a mis padres por patrocinar mi carrera universitaria.

AUTORIZACIÓN DE AUTORÍA INTELECTUAL

Yo **MOTOCHE SARANGO SANTIAGO ALEJANDRO**, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre “**ESTUDIO DE INESTABILIDAD DE LA LECHE NO ÁCIDA (LINA) Y ÁCIDA (SILA) Y SU CARACTERIZACIÓN BACTERIANA EN LA HACIENDA DON LUCHO**” para optar el título de **MÉDICO VETERINARIO**, por la presente autorizo a la **UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 04 de febrero del 2026

MOTOCHE SARANGO SANTIAGO ALEJANDRO

C.I. 1720406741

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo analizar la inestabilidad de la leche no ácida (LINA) y ácida (SILA), así como su caracterización bacteriana en la hacienda Don Lucho, ubicada en Cerecita, provincia del Guayas. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con alcance descriptivo y diseño no experimental. Se recolectaron 48 muestras de leche cruda directamente del tanque de enfriamiento durante tres meses, las cuales fueron evaluadas mediante pruebas fisicoquímicas (pH, acidez titulable en grados Dornic y prueba de alcohol al 75%) y análisis microbiológicos para determinar recuentos de bacterias mesófilas, coliformes y termodúricas. Los resultados mostraron una frecuencia de 70,83% de leche normal y 29,17% de SILA, sin registrarse casos de LINA. La prueba de alcohol presentó asociación con SILA (OR=4,13) y el pH ácido (<6,6) se identificó como el principal factor predisponente ($p < 0,001$; OR=2001). En cuanto a la caracterización bacteriana, los recuentos de mesófilos, coliformes y termodúricos se mantuvieron en rangos bajos a moderados, sin diferencias significativas entre muestras SILA y leche normal. Se concluye que la inestabilidad tipo SILA en el predio evaluado se relacionó principalmente con alteraciones fisicoquímicas, especialmente con la acidificación de la leche, más que con un incremento significativo de la carga bacteriana.

Palabras clave: *leche cruda, SILA, LINA, prueba de alcohol, bacterias mesófilas.*

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze non-acid unstable milk (LINA) and acid unstable milk (SILA), as well as their bacterial characterization in Don Lucho farm, located in Cerecita, Guayas province. The research followed a quantitative approach, with a descriptive scope and a non-experimental design. A total of 48 raw milk samples were collected directly from the cooling tank over a three-month period. Physicochemical tests were performed, including pH measurement, titratable acidity (Dornic degrees), and the 75% alcohol test, along with microbiological analyses to determine counts of mesophilic bacteria, coliforms, and thermophilic bacteria. The results showed that 70.83% of the samples were classified as normal milk and 29.17% as SILA, while no cases of LINA were recorded. The alcohol test was associated with SILA (OR = 4.13), and acidic pH (<6.6) was identified as the main predisposing factor ($p < 0.001$; OR = 2001). Regarding bacterial characterization, mesophilic, coliform, and thermophilic counts remained within low to moderate ranges, with no statistically significant differences between SILA and normal milk samples. It is concluded that SILA in the evaluated farm was mainly related to physicochemical alterations, particularly milk acidification, rather than to a significant increase in bacterial load.

Keywords: *raw milk, SILA, LINA, alcohol test, mesophilic bacteria.*

ÍNDICE GENERAL

1.	INTRODUCCIÓN.....	13
1.1	Antecedentes del problema.....	13
1.2	Planteamiento del problema.....	15
1.3	Justificación de la investigación	15
1.4	Delimitación de la investigación	17
1.5	Formulación del problema	17
1.6	Objetivo general	17
1.7	Objetivos específicos	18
1.8	Idea a defender	18
2.	MARCO TEÓRICO.....	19
2.1	Estado del arte	19
2.2	Bases científicas y teóricas de la temática.....	21
2.2.1	Leche	21
2.2.2	Composición fisicoquímica de la leche	21
2.2.3	Calidad de la leche	22
2.2.4	Composición de la leche: agua y proteínas	22
2.2.5	Factores que afectan la calidad de la leche: SILA y LINA.....	22
2.2.6	Evaluación de la calidad de la leche	23
2.2.7	Infección intramamaria subclínica.....	25
2.3	Marco legal.....	26
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	30
3.1	Enfoque de la investigación.....	30
3.1.1	Alcance de la investigación.....	30
3.1.2	Diseño de la investigación	30
3.2	Metodología.....	31
3.2.1	Variables	31

3.2.2	Matriz de operacionalización de variables	32
3.3	Recolección de datos	33
3.3.1	Recursos.....	33
3.3.2	Métodos y técnicas	34
3.3.3	Población y muestra	35
4.	RESULTADOS	36
4.1	Determinación de la frecuencia de SILA y LINA en un predio lechero de la ganadería de la hacienda Don Lucho	36
4.2	Caracterización de la presencia bacteriana que presenta la leche del tanque de la hacienda.....	37
4.2.1	Descripción estadística individual de bacterias halladas en el tanque de la hacienda Don Lucho.....	38
4.3	Evaluación de los factores predisponentes en la inestabilidad de la leche	41
5.	DISCUSIÓN.....	45
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
6.1	Conclusiones.....	47
6.2	Recomendaciones	48
	REFERENCIAS	49
	ANEXOS	53

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables dependientes	32
Tabla 2. Variables independientes.....	32
Tabla 3. Frecuencia de presentación de LECHE NORMAL y SILA en la ganadería de la hacienda Don Lucho.....	36
Tabla 4. Recuento bacteriano presente en la leche del tanque de enfriamiento	37
Tabla 5. Estadísticos descriptivos de bacterias mesófilas (UFC/mL) en muestras clasificadas como SILA y LECHE NORMAL	38
Tabla 6. Estadísticos descriptivos de bacterias coliformes (UFC/mL) en muestras clasificadas como SILA y LECHE NORMAL	39
Tabla 7. Estadísticos descriptivos de bacterias Termodúricos (UFC/mL) en muestras clasificadas como SILA y LECHE NORMAL	40
Tabla 8. Parámetros observados de T° del tanque para Xi-Cuadrado	41
Tabla 9. Parámetros esperados de T° del tanque para Xi-Cuadrado...	42
Tabla 10. Parámetros calculados de T° del tanque para Xi-Cuadrado	42
Tabla 11. Probabilidad Exacta de Fisher pH del tanque	43
Tabla 12. Prueba de Odds Ratio para el Ph del tanque	44

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Recolección de muestra de leche.....	53
Anexo 2. Materiales para la toma de muestra.	53
Anexo 3. Sala de tanques de recolección.....	54
Anexo 4. Toma de Ph de la leche directamente del tanque.....	54
Anexo 5. Procesamiento de muestras prueba de alcohol.....	55
Anexo 6. Procesamiento de muestra prueba de cultivo.....	55
Anexo 7. Procesamiento de muestra prueba de grados Dormic.	56
Anexo 8. Resultado de prueba de cultivos.	56

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del problema

La leche es uno de los alimentos de importancia vital para la dieta de miles de personas; de igual manera, su producción es muy importante. En el Ecuador, la producción de leche se lleva a cabo en las zonas rurales del país, en donde los productores pequeños y medianos se encargan de contribuir al suministro de leche cruda. Tal como lo indica Faye et al. (2019), la calidad de la leche muchas de las veces es un desafío constante, ocasionado por diversos factores, como lo es, la inestabilidad de la leche, que se la clasifica en leche no ácida inestable (LINA) y leche ácida inestable (SILA).

En Ecuador, a pesar de tener gran importancia la industria lechera, se observa la falta de más estudios específicos sobre la frecuencia y características de LINA y SILA en predios lecheros. El Ministerio de Agricultura y Ganadería en el 2021, señaló que muchos productores no cuentan con la infraestructura adecuada para el manejo y almacenamiento de la leche, debido a motivos de inestabilidad del producto. A medida que el país busca mejorar la calidad de sus productos lácteos, es fundamental comprender los factores microbiológicos que influyen en la inestabilidad de la leche.

La leche de vaca es un alimento de alto valor nutritivo y de consumo generalizado a nivel mundial, utilizada como materia prima para la elaboración de una amplia variedad de productos lácteos. Debido a su elevado contenido de nutrientes y agua, constituye un excelente medio de crecimiento para diversas bacterias, tanto beneficiosas como patógenas y alterantes, que influyen significativamente en la calidad, seguridad y vida útil de los productos derivados. Entre estas destacan las bacterias psicrótróficas, como *Pseudomonas spp.* y las bacterias termodúricas formadoras de esporas, como *Bacillus spp.* y *Paenibacillus spp.* Las primeras proliferan en la leche cruda durante el almacenamiento en frío, mientras que las segundas son capaces de resistir tratamientos térmicos y causar defectos en productos como el queso según lo indicado por Ouamba, (2022)

La leche no ácida inestable (LINA) es un problema que se caracteriza por su incapacidad para coagular bajo condiciones normales de pH, como ocurre durante

la prueba de coagulación con alcohol. Esta inestabilidad se asocia principalmente con la presencia de bacterias psicrótroficas, condiciones inadecuadas de manejo y almacenamiento, así como deficiencias en el control de la alimentación del ganado Buchanan et al. (2017).

La leche ácida inestable (SILA) es un conjunto de alteraciones de diferentes naturaleza y amplitud en sus componentes. Tal como lo indican Zárate et al. (2017), una de ella se asocia con una baja en el pH ocasionado por la actividad de microorganismos que producen ácido láctico, lo que puede resultar de la contaminación microbiológica, siendo causado por las malas prácticas de higiene en el ordeño y manejo de la leche.

Para comprender las propiedades físico químicas de la leche se debe de tener en cuenta lo citado por Cardozo y Gonnet (2009) que hace referencia a que estas dependerán de la concentración, tamaño y distribución de las partículas que conforman ese sistema coloidal, como lo es, la densidad de la leche; esta se refiere a la relación que existe entre masa y volumen, las cuales deben de estar entre 1.027 a 1.035 gramos por cm^3 , cuando la grasa se incrementa la densidad baja por el contrario, cuando las proteínas, la lactosa o las sales minerales se elevan la densidad. Otra propiedad es la ebullición, esta es más elevada que el agua 100.2 °C, y el punto de congelación esta por -0.53 °C a -0.55 °C, al congelarse los sólidos se separan y en el agua, la grasa va a la superficie y la proteína junto con los minerales se queda en la parte inferior. Otro es el pH, que señala concentración de hidrogeniones y la leche recién ordeñada debe estar entre 6,4 – 6,7.

Según lo indicado por Zanelal et al. (2006), la prueba de alcohol es muy utilizada por las industrias lácteas para evaluar la calidad de la leche en los predios lecheros, y en muchas ocasiones las pruebas positivas conllevan a descartar la leche porque se la considera no aptas para el procesamiento, ni para el consumo. En cambio, en el caso de la pérdida de la estabilidad proteica láctea sin acidez, no se debe asociar a la contaminación bacteriana. Para establecer un caso de leche acida e inestable (SILA), la prueba de alcohol será positiva y la acidez titulable debe ser inferior a 13 °Dormic. En cuanto la leche inestable no acida (LINA), la acidez titulable será inferior o igual a 18 °Dormic, con la mayoría de las muestras del rango de acidez titulable normal (14 a 18 °Dormic).

1.2 Planteamiento del problema

En Ecuador la industria de la producción de leche representa uno de los pilares fundamentales del sector agropecuario, siendo una fuente vital de ingresos para miles de familias, principalmente en la región de la Sierra y otras áreas de producción dispersas en la Amazonía y Costa. La calidad de la leche producida en el país enfrenta diversos desafíos, entre ellos la inestabilidad de la leche: inestabilidad no ácida (LINA) e inestabilidad ácida (SILA), teniendo implicaciones específicas para la cadena de producción y para la calidad final del producto.

La inestabilidad de la leche es la condición en donde hay una pérdida en la homogeneidad, lo que es problemas de coagulación o separación. En el caso de la leche no ácida (LINA), la leche presenta una inestabilidad sin que se observe una caída significativa del pH o un aumento notable en la acidez, siendo un fenómeno que resulta particularmente problemático para los productores y las plantas procesadoras.

La inestabilidad ácida (SILA) es cuando la leche presenta una acidificación debido a la actividad bacteriana que produce ácido láctico, este es indicativo de una alta carga microbiana y se asocia con prácticas deficientes de higiene y de manejo en la recolección y almacenamiento de la leche.

El problema de la inestabilidad de la leche, tanto LINA como SILA, afecta a la calidad del producto y, en muchos casos, reduce la vida útil de la leche y de los productos derivados. La leche que presenta inestabilidad no ácida a menudo es rechazada por las plantas procesadoras debido a su tendencia a coagular durante el procesamiento, lo cual limita su aprovechamiento y genera pérdidas para los productores.

1.3 Justificación de la investigación

Según lo indicado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (2021), en el Ecuador se cuenta con una industria lechera significativa que contribuye a la economía nacional, generando ingresos y empleos para numerosos pequeños y medianos productores. Sin embargo, la calidad de la leche ecuatoriana se enfrenta

a desafíos críticos, entre ellos la inestabilidad de la leche: no ácida (LINA) y ácida (SILA), siendo un fenómeno que afecta no solo la estabilidad del producto, y a la aceptación en el mercado.

Estudios previos han demostrado que la leche que presenta inestabilidad no ácida o ácida tiene mayores probabilidades de ser rechazada por las plantas procesadoras debido a su tendencia a coagularse de manera prematura o a presentar características organolépticas no deseadas, según lo que nos indica Faye et al. (2019). Este rechazo genera una disminución en los ingresos de los pequeños productores, quienes representan una parte considerable del sector lácteo en Ecuador, indicado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, (2021).

Según Rao et al. (2019) la inestabilidad de la leche también plantea riesgos importantes. La leche ácida (SILA), está asociada a una alta carga microbiana, causado por las prácticas de higiene ineficientes y de almacenamiento a temperaturas no óptimas. La proliferación de microorganismos patógenos, como *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, en leche mal manejada aumenta el riesgo de enfermedades transmitidas por alimentos.

De acuerdo con lo indicado por Zárate et al. (2017), la leche con inestabilidad también puede contener altos niveles de enzimas degradantes, producidas por bacterias psicrótrofas, que afectan su composición y la calidad sensorial de los productos derivados. La caracterización microbiológica de LINA y SILA ayudará a identificar los principales microorganismos responsables de estos problemas, facilitando el diseño de intervenciones para mejorar el producto.

Estudios como los de Santos y Fonseca (2020), indican que la inestabilidad no ácida puede estar relacionada con desequilibrios en la alimentación del ganado, mastitis subclínica, y niveles altos de minerales en la leche. En el Ecuador, muchos de los productores sufren de limitaciones en infraestructura para almacenamiento y refrigeración de la leche, especialmente en zonas rurales, lo cual aumenta la probabilidad de que la leche sufra alteraciones que afecten su estabilidad. Esto fue indicado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, (2021).

El desarrollo de este estudio proporcionará información relevante, que podrá ser utilizada tanto por los productores como por las industrias procesadoras. Además, los resultados contribuirán a mejorar las prácticas de manejo en los predios lecheros, a reducir la carga microbiana en la leche y a minimizar los riesgos asociados con productos de baja estabilidad. Esto, a su vez, impactará positivamente en la competitividad del sector lechero, permitiendo que la leche producida en el país cumpla con los estándares de calidad e inocuidad requeridos para su comercialización.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** El trabajo se realizó en la Hacienda “DON LUCHO”, ubicada en el recinto Cerecita, del cantón progreso, Provincia del Guayas.
- **Tiempo:** La recolección de muestras de leche cruda y sus análisis laboratoriales se llevaron a cabo durante un periodo de tres meses durante el año 2025.
- **Población:** La población de estudio abarcó las vacas de la hacienda destinadas para la producción de leche y se tomó una muestra representativa directa de los tanques.

1.5 Formulación del problema

¿Cuál es la frecuencia de inestabilidad de la leche no ácida (LINA) y ácida (SILA), y cuál es la caracterización microbiológica en cada caso?

1.6 Objetivo general

Analizar la inestabilidad e incidencia de la leche no acida (LINA) y acida (SILA), obteniendo la frecuencia y su caracterización de acuerdo con las propiedades microbiológicas.

1.7 Objetivos específicos

- Determinar la frecuencia de SILA y LINA en un predio lechero de la ganadería de la hacienda Don Lucho.
- Caracterizar la presencia bacteriana que presenta la leche del tanque de la hacienda.
- Evaluar cuáles son los factores predisponentes en la inestabilidad de la leche.

1.8 Idea a defender

La inestabilidad de la leche, tanto no ácida (LINA) como ácida (SILA), es un fenómeno multifactorial que tiene implicaciones directas en la calidad del producto final, por lo que su caracterización microbiológica y fisicoquímica es esencial para mejorar las prácticas en los predios lecheros y garantizar la seguridad alimentaria.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

La inestabilidad de la leche se refiere a la pérdida de los equilibrios que mantienen las micelas de caseína en suspensión, lo que puede manifestarse como la formación de grumos o sedimentos. Este fenómeno puede deberse a múltiples factores, incluyendo cambios en la composición química de la leche, actividad enzimática y la presencia de microorganismos, distinguir entre la inestabilidad ácida, comúnmente asociada a la fermentación láctica y la disminución del pH, y la inestabilidad no ácida, donde la leche presenta coagulación sin una reducción significativa del pH.

Diversos estudios han identificado múltiples factores que contribuyen a la inestabilidad de la leche. Entre ellos se encuentran la raza del ganado, el polimorfismo genético de la caseína, la composición de la leche, el pH, el equilibrio mineral y los tratamientos térmicos aplicados. Hernández y Ponce (2005) señalaron que la raza bovina puede influir en la estabilidad de la leche, mientras que Guo et al. (1998) destacaron la importancia del equilibrio mineral y el pH en la estabilidad de las micelas de caseína.

La LINA se caracteriza por la coagulación de la leche sin una disminución notable del pH. Este tipo de inestabilidad ha sido asociado a procesos fisicoquímicos en las micelas de caseína y no necesariamente a la actividad proteolítica. Venkatachalam et al. (1993) sugirieron que la desestabilización coloidal de las micelas de caseína puede ser inducida por factores distintos a la acidez, como cambios en la composición mineral o interacciones proteína-proteína.

Estudios han indicado que la alimentación y el manejo del ganado pueden influir en la aparición de LINA, dietas con bajo contenido de materia seca y alto contenido de fibra cruda se han correlacionado con una mayor incidencia de inestabilidad en la leche. Esto sugiere que la nutrición animal desempeña un papel crucial en la estabilidad de la leche producida.

La SILA se produce cuando la leche experimenta una disminución del pH, generalmente debido a la fermentación de lactosa por bacterias ácido-lácticas, lo que resulta en la producción de ácido láctico. Esta acidificación provoca la desestabilización de las micelas de caseína, llevando a la coagulación de la leche.

La SILA no solo afecta la textura y apariencia de la leche, sino que también tiene implicaciones en la seguridad alimentaria. La disminución del pH inhibe el crecimiento de patógenos, pero una fermentación descontrolada puede llevar a la producción de compuestos indeseables y afectar la calidad sensorial de los productos lácteos.

La caracterización microbiológica de la leche inestable implica la identificación y cuantificación de los microorganismos presentes, así como la evaluación de su actividad metabólica. En el caso de la LINA, aunque la leche puede presentar un recuento bacteriano bajo y una acidez titulable normal, puede ser positiva a la prueba de alcohol, indicando una inestabilidad que no está relacionada con la actividad microbiana.

La SILA, es la proliferación de bacterias ácido-lácticas. Estas bacterias fermentan la lactosa, produciendo ácido láctico y disminuyendo el pH de la leche. La identificación de estas bacterias se realiza mediante técnicas microbiológicas tradicionales, como el cultivo en medios selectivos, y métodos moleculares, como la reacción en cadena de la polimerasa (PCR).

Investigaciones más recientes han profundizado en la comprensión de los factores que contribuyen a la inestabilidad de la leche. Barchiesi-Ferrari et al. (2007) realizaron un estudio en rebaños lecheros a pastoreo, encontrando que la inestabilidad de la leche no solo se debe a la actividad proteolítica, sino también a procesos fisicoquímicos en la micela de caseína. Además, observaron que la alimentación y la estacionalidad pueden influir en la estabilidad de la leche, sugiriendo que las condiciones climáticas y el manejo nutricional son factores determinantes.

El estudio de Zanela et al. (2006) quienes investigaron la inestabilidad de la leche en relación con la composición de la dieta y la estacionalidad. Encontraron que dietas con alto contenido de fibra cruda y bajo contenido de materia seca se

asociaban con una mayor incidencia de inestabilidad, especialmente durante el verano. Estos hallazgos resaltan la importancia de una alimentación equilibrada y adaptada.

2.2 Bases científicas y teóricas de la temática

2.2.1 Leche

La leche es un alimento altamente nutritivo, compuesto principalmente por agua, grasas, proteínas, lactosa, minerales y vitaminas. Su calidad higiénico-sanitaria es fundamental para garantizar su inocuidad y su idoneidad para procesos de industrialización Chaves et al. (2020).

Según Fox y McSweeney (2015), La leche es una secreción biológica originada en las glándulas mamarias de los mamíferos, cuya función fundamental consiste en proporcionar nutrición a las crías durante sus etapas iniciales de desarrollo. En el ámbito zootécnico y agroindustrial, la leche bovina constituye una materia prima de gran relevancia para la elaboración de productos alimenticios, debido a su elevado valor nutricional y a su amplia aplicabilidad en la industria alimentaria. Su ingesta representa una fuente significativa de proteínas de alto valor biológico, lípidos, vitaminas y minerales esenciales para el bienestar humano.

2.2.2 Composición fisicoquímica de la leche

La composición fisicoquímica de la leche presenta una notable complejidad, sujeta a variaciones determinadas por múltiples factores como la especie animal, la raza, el régimen alimenticio, el estado sanitario del animal y las condiciones de manejo en la finca, entre otros. De manera general, la leche está constituida principalmente por agua (aproximadamente 87%), además de grasa, proteínas (especialmente caseínas y proteínas del suero), lactosa, minerales y vitaminas, según lo indicado por Tamime, (2009).

2.2.3 Calidad de la leche

La calidad de la leche se determina mediante un conjunto de propiedades fisicoquímicas, microbiológicas, sensoriales y sanitarias que permiten evaluar su aptitud para el consumo y procesamiento industrial. Para ser considerada de alta calidad, la leche debe presentar una composición nutricional equilibrada, una baja carga microbiana, ausencia de residuos y contaminantes, y estar libre de cualquier tipo de adulteración. Factores como el manejo adecuado del ordeño, las condiciones higiénicas durante la recolección, el estado sanitario del ganado y la eficacia en la cadena de frío tienen una incidencia directa sobre la calidad final del producto. Tal como lo indica Ortolani et al. (2010) la aplicación de pruebas específicas facilita la evaluación de parámetros críticos como la estabilidad de las proteínas, el nivel de acidez, la detección de contaminantes y la cuantificación de la carga bacteriana, lo que permite garantizar la calidad integral de la leche.

2.2.4 Composición de la leche: agua y proteínas

La leche se caracteriza por una composición fisicoquímica en la que el agua representa aproximadamente el 87% del volumen total, lo que le otorga su fluidez distintiva y actúa como medio de transporte para los componentes sólidos disueltos. Dentro de estos sólidos, las proteínas constituyen cerca del 3,2%, predominando dos fracciones principales: las caseínas (80%) y las proteínas del suero (20%), entre las que destacan la beta-lactoglobulina y la alfa-lactoalbúmina. Las caseínas desempeñan un papel esencial en la estabilidad coloidal del sistema lácteo, además de ser determinantes en su comportamiento durante los procesos tecnológicos como la pasteurización y la transformación en productos como el queso. La concentración y el perfil proteico pueden verse influenciados por diversos factores de origen genético, nutricional y fisiológico inherentes al animal productor Fox y McSweeney (2015).

2.2.5 Factores que afectan la calidad de la leche: SILA y LINA

Uno de los problemas que afectan la calidad de la leche cruda es la inestabilidad térmica, la cual puede presentarse en leches ácidas y no ácidas,

clasificándose en leche inestable no ácida (LINA) y leche inestable levemente ácida (SILA).

Según el estudio de Silva et al. (2012), la SILA se caracteriza por la coagulación o floculación de la leche bajo condiciones de baja acidez (pH inferior a 6,4), lo cual suele evidenciarse mediante pruebas como el alcohol. Esta reacción se relaciona comúnmente con procesos de fermentación bacteriana o con contaminación microbiológica que alteran el equilibrio del medio.

Por su parte Lacerda et al. (2020), la LINA se manifiesta como un estado de inestabilidad en la leche sin que está presente niveles elevados de acidez. Su diagnóstico sugiere interrupciones en la estructura proteica o en la relación entre calcio y fósforo, vinculadas generalmente al estrés térmico, deficiencias nutricionales o infecciones subclínicas en el animal. Estos factores constituyen alertas relevantes para el control sanitario y tecnológico de la materia prima.

2.2.6 Evaluación de la calidad de la leche

La calidad de la leche se determina mediante diversos parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que permiten valorar su aptitud para el consumo y para procesos tecnológicos.

2.2.6.1 pH titulable

El pH titulable de la leche corresponde al nivel de acidez obtenido mediante valoración con una solución de hidróxido de sodio. Este indicador refleja la acumulación de ácidos orgánicos, siendo útil para detectar posibles procesos fermentativos no deseados. Una leche fresca y en condiciones óptimas exhibe un pH en el rango de 6.6 a 6.8 Chacón-Villalobos et al. (2016).

2.2.6.2 Prueba de alcohol

La prueba de alcohol al 75% se emplea para detectar la coagulabilidad de la leche, asociada con fenómenos de inestabilidad proteica. En la leche ácida

inestable (SILA), la floculación se produce como consecuencia de una acidez elevada. En cambio, en la leche no ácida inestable (LINA), la formación de flóculos ocurre en ausencia de acidez, lo cual se relaciona con alteraciones nutricionales, estrés térmico o procesos infecciosos subclínicos Silva et al. (2012).

2.2.6.3 Evaluación bacteriológica

El análisis microbiológico contempla la identificación de microorganismos patógenos, tanto Gram positivos como Gram negativos frecuentemente asociados a infecciones intramamarias o deficiencias higiénicas. Además, se realizan recuentos de coliformes, bacterias mesófilas y termodúricas, las cuales sirven como indicadores de fallos en las prácticas sanitarias o en el tratamiento térmico aplicado a la leche Tiwari et al. (2020).

2.2.6.3.1 Bacterias coliformes

Los coliformes constituyen un grupo de bacterias Gram negativas, entre ellas *Escherichia coli*, que funcionan como indicadores sensibles de contaminación fecal o de deficiencias higiénicas en los equipos utilizados durante el ordeño y almacenamiento de la leche. La detección de coliformes en concentraciones elevadas representa un alto riesgo sanitario, pues evidencia condiciones desfavorables en el manejo de la materia prima Tiwari et al. (2020).

2.2.6.3.2 Bacterias mesófilos

Por su parte, los microorganismos mesófilos abarcan una amplia variedad de bacterias capaces de desarrollarse a temperaturas moderadas, generalmente entre 30 y 37 °C. Un recuento elevado de mesófilos puede estar asociado a prácticas deficientes de limpieza durante el proceso de ordeño, así como a fallos en la cadena de frío. Por ello, el recuento total de mesófilos se emplea comúnmente como un parámetro general en la evaluación microbiológica de la leche cruda Chacón-Villalobos et al. (2016).

2.2.6.3.3 Bacterias termo dúricas

En contraste, los microorganismos termo dúricos presentan resistencia a tratamientos térmicos moderados, como la pasteurización. Aunque no siempre son patógenos, su presencia en leche pasteurizada puede comprometer la vida útil del producto, además de evidenciar fallas en la sanitización de los equipos industriales utilizados en la producción. Estas bacterias son capaces de formar esporas o adaptarse a condiciones térmicas, lo que les permite sobrevivir a procesos de calentamiento y proliferar posteriormente, bajo condiciones favorables Silva et al. (2012).

2.2.7 Infección intramamaria subclínica

La infección intramamaria subclínica constituye una de las principales causas de deterioro en la calidad composicional y tecnológica de la leche. Esta forma de mastitis se caracteriza por la ausencia de signos clínicos evidentes, lo que dificulta su detección inmediata en campo. Sin embargo, induce alteraciones fisiológicas en el tejido mamario, comprometiendo la integridad de la glándula y la composición bioquímica de la leche producida. Esta condición se asocia comúnmente con un incremento en el recuento de células somáticas (RCS) y con una mayor propensión a fenómenos de inestabilidad proteica durante el procesamiento lácteo según Costa et al. (2019). Los agentes etiológicos más frecuentes incluyen *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus* y diversas bacterias de origen ambiental, las cuales actúan como reservorios en sistemas de producción con deficiencias sanitarias.

2.3 Marco legal

Constitución de la República del Ecuador

Art. 13.- Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales.

El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria.

Art. 32.- La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir. El Estado garantizará este derecho mediante políticas económicas, sociales, culturales, educativas y ambientales; y el acceso permanente, oportuno y sin exclusión a programas, acciones y servicios de promoción y atención integral de salud, salud sexual y salud reproductiva. La prestación de los servicios de salud se regirá por los principios de equidad, universalidad, solidaridad, interculturalidad, calidad, eficiencia, eficacia, precaución y bioética, con enfoque de género y generacional.

Art. 52.- Las personas tienen derecho a disponer de bienes y servicios de óptima calidad y a elegirlos con libertad, así como a una información precisa y no engañosa sobre su contenido y características. La ley establecerá los mecanismos de control de calidad y los procedimientos de defensa de los consumidores; y las sanciones por vulneración de estos derechos, la reparación e indemnización por deficiencias, daños o mala calidad de bienes y servicios, y por la interrupción de los servicios públicos que no fuera ocasionada por caso fortuito o fuerza mayor.

Art. 54.- Las personas o entidades que presten servicios públicos o que produzcan o comercialicen bienes de consumo, serán responsables civil y penalmente por la deficiente prestación del servicio, por la calidad defectuosa del producto, o cuando sus condiciones no estén de acuerdo con la publicidad efectuada o con la descripción que incorpore. Las personas serán responsables por

la mala práctica en el ejercicio de su profesión, arte u oficio, en especial aquella que ponga en riesgo la integridad o la vida de las personas.

Art. 226.- Las instituciones del Estado, sus organismos, dependencias, las servidoras o servidores públicos y las personas que actúen en virtud de una potestad estatal ejercerán solamente las competencias y facultades que les sean atribuidas en la Constitución y la ley. Tendrán el deber de coordinar acciones para el cumplimiento de sus fines y hacer efectivo el goce y ejercicio de los derechos reconocidos en la Constitución.

Art. 281.- La soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiados de forma permanente.

Art. 335.- El Estado regulará, controlará e intervendrá, cuando sea necesario, en los intercambios y transacciones económicas; y sancionará la explotación, usura, acaparamiento, simulación, intermediación especulativa de los bienes y servicios, así como toda forma de perjuicio a los derechos económicos y a los bienes públicos y colectivos. El Estado definirá una política de precios orientada a proteger la producción nacional, establecerá los mecanismos de sanción para evitar cualquier práctica de monopolio y oligopolio privados, o de abuso de posición de dominio en el mercado y otras prácticas de competencia desleal.

Ley Orgánica de Salud

Art. 129.- El cumplimiento de las normas de vigilancia y control sanitario es obligatorio para todas las instituciones, organismos y establecimientos públicos y privados que realicen actividades de producción, importación, exportación, almacenamiento, transporte, distribución, comercialización y expendio de productos de uso y consumo humano. La observancia de las normas de vigilancia y control sanitario se aplican también a los servicios de salud públicos y privados, con y sin fines de lucro, autónomos, comunitarios y de las empresas privadas de salud y medicina prepagada.

Art. 131.- El cumplimiento de las normas de buenas prácticas de manufactura, almacenamiento, distribución, dispensación y farmacia, será controlado y certificado por la autoridad sanitaria nacional.

Art. 132.- Las actividades de vigilancia y control sanitario incluyen las de control de calidad, inocuidad y seguridad de los productos procesados de uso y consumo humano, así como la verificación del cumplimiento de los requisitos técnicos y sanitarios en los establecimientos dedicados a la producción, almacenamiento, distribución, comercialización, importación y exportación de los productos señalados.

Art. 135.- Compete al organismo correspondiente de la autoridad sanitaria nacional autorizar la importación de todo producto inscrito en el registro sanitario, incluyendo muestras médicas y aquellos destinados a consumo interno procedentes de zonas francas.

No se autorizará la importación de productos, ni aún con fines promocionales, si previamente no tienen el registro sanitario nacional, salvo las excepciones determinadas en esta Ley. Exceptúense de esta disposición, los productos sujetos al procedimiento de homologación, de acuerdo con la norma que expida la autoridad competente.

Art. 137.- Están sujetos a la obtención de notificación sanitaria previamente a su comercialización, los alimentos procesados, aditivos alimentarios, cosméticos, productos higiénicos, productos nutracéuticos, productos homeopáticos, plaguicidas para uso doméstico e industrial, y otros productos de uso y consumo humano definidos por la Autoridad Sanitaria Nacional, fabricados en el territorio nacional o en el exterior, para su importación, comercialización y expendio. Están sujetos a la obtención de registro sanitario los medicamentos en general en la forma prevista en esta Ley, productos biológicos, productos naturales procesados de uso medicinal, productos dentales, dispositivos médicos y reactivos bioquímicos de diagnóstico, fabricados en el territorio nacional o en el exterior, para su importación, comercialización, dispensación y expendio. Las donaciones de productos señalados en los incisos anteriores se someterán a los requisitos establecidos en el reglamento que para el efecto dicte la autoridad competente.

Art. 138.- La Autoridad Sanitaria Nacional, a través de su entidad competente otorgará, suspenderá, cancelará o reinscribirá, la notificación sanitaria o el registro sanitario correspondiente, previo el cumplimiento de los trámites requisitos y plazos señalados en esta Ley y sus reglamentos, de acuerdo a las directrices y normas emitidas por la entidad competente de la autoridad sanitaria nacional, la cual fijará el pago de un importe para la inscripción y reinscripción de dicha notificación o registro sanitario. Cuando se hubiere otorgado certificado de buenas prácticas o uno rigurosamente superior, no será exigible, notificación o registro sanitario, ni permiso de funcionamiento, excepto cuando se trate de aquellos productos señalados en el inciso segundo del artículo anterior.

Art. 141.- La notificación o registro sanitario correspondientes y el certificado de buenas prácticas o el rigurosamente superior, serán suspendidos o cancelados por la autoridad sanitaria nacional a través de la entidad competente, en cualquier tiempo si se comprobare que el producto o su fabricante no cumplen con los requisitos y condiciones establecidos en esta Ley y sus reglamentos, o cuando el producto pudiere provocar perjuicio a la salud, y se aplicarán las demás sanciones señaladas en esta Ley.

Cuando se trate de certificados de buenas prácticas o rigurosamente superiores, además, se dispondrá la inmovilización de los bienes y productos. En todos los casos, el titular de la notificación, registro sanitario, certificado de buenas prácticas o las personas naturales o jurídicas responsables, deberá resarcir plenamente cualquier daño que se produjere a terceros.

Art. 142.- La entidad competente de la autoridad sanitaria nacional realizará periódicamente inspecciones a los establecimientos y controles posregistro de todos los productos sujetos a notificación o registro sanitario, a fin de verificar que se mantengan las condiciones que permitieron su otorgamiento, mediante toma de muestras para análisis de control de calidad e inocuidad, sea en los lugares de fabricación, almacenamiento, transporte, distribución o expendio. Si se detectare que algún establecimiento usa un número de notificación o registro no asignado para el producto, o distinto al que corresponda, la entidad competente de la autoridad sanitaria nacional suspenderá la comercialización de los productos, sin perjuicio de las sanciones de ley.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Enfoque de la investigación

La investigación adopta un enfoque cuantitativo, sustentado en la recopilación y el análisis de datos numéricos asociados a parámetros fisicoquímicos como el pH, la prueba de alcohol y la prueba bacteriológica en donde se presencia bacterias como coliformes, mesófilos y termo dúricos, permitiendo valorar objetivamente la estabilidad de la leche ácida (SILA) y no ácida (LINA).

3.1.1 Alcance de la investigación

El alcance de la investigación es descriptivo, ya que se pretende caracterizar las propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas de muestras de leche cruda clasificadas como inestables ácidas (SILA) e inestables no ácidas (LINA), recolectadas del tanque frío de la hacienda DON LUCHO.

3.1.2 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es de tipo no experimental, ya que no se manipularon deliberadamente las variables, sino que se observaron, se recolectaron y se analizaron tal como se presentaron en el entorno natural del predio lechero.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1 Variable independiente

Evaluación de inestabilidad

- Condición corporal
- Grupos de producción

3.2.1.2 Variable dependiente

- Presencia de bacterias mesófilas
- Presencia de bacterias coliformes
- Presencia de bacterias termo dúricas
- Prevalencia de LINA
- Prevalencia de SILA
- Resultado de acidez titulable (°Dornic)
- Resultado de la prueba de alcohol

3.2.2 Matriz de operacionalización de variables

Tabla 1. Variables dependientes

Variables	Tipo	Nivel de medida	Descripción
Prevalencia de LINA	Cuantitativo	Ordinal	En base a los diferentes métodos para establecer inestabilidad proteica de la leche sin acidez, dar la información en base al tipo de muestreo por predio, tanque e individual.
Prevalencia de SILA	Cuantitativo	Ordinal	En base a los diferentes métodos para establecer inestabilidad proteica de la leche con acidez, dar la información en base al tipo de muestreo por predio, tanque e individual.
Titulación de acidez	Cuantitativo	Ordinal	Se confirmará y se medirá la acidez con la prueba de fenolftalina, basado en la cantidad de hidróxido de sodio que necesita la muestra para equilibrar el pH, en la cual se dará en grados Dornic.
Precipitación por alcohol	Cualitativa	Nominal	La leche aglutinaría con la presencia de alcohol, a mayor % la precipitación mejor estabilidad de la caseína.
Presencia de mesófilos	Cualitativa	Nominal	Las bacterias mesófilas son bacterias ambientales que crecen en la leche por mal proceso de enfriamiento y/o baja higiene.
Presencia de coliformes	Cualitativa	Nominal	Presentes en materia fecal, en el ambiente del predio lechero, deficiencia en la rutina de ordeño, mala higiene en el equipo y tal vez mastitis por coliformes.
Presencia de termo dúricos	Cualitativa	Nominal	Las bacterias termo dúricas son bacterias que resisten temperaturas de pasteurización, asociadas a biofilm y piedra de leche en las líneas de ordeño.

Elaborado por: Motoche, 2026.

Tabla 2. Variables independientes

Variables	Tipo	Nivel de medida	Descripción
Temperatura del tanque	Cuantitativa	Ordinal	Se medirá en grados Celsius (°C) mediante termómetro digital directamente en el tanque de almacenamiento al momento del muestreo.
pH de la leche	Cuantitativa	Ordinal	Se determinará mediante pH-metro calibrado, registrando el valor numérico del pH de cada muestra de leche fresca al momento del análisis.

Elaborado por: Motoche, 2026.

3.3 Recolección de datos

3.3.1 Recursos

- Recursos materiales:
 - Guantes
 - Mandil
 - Marcadores
 - Etiquetas
 - Envases estériles
 - Tubos de ensayos
 - Hielera portátil
 - Geles refrigerantes
 - Cámara fotográfica
 - Medidor de pH
- Recursos bibliográficos:
 - Sitios web
 - Tesis
 - Libros
 - Artículos de investigación
 - Fichas técnicas
- Recursos humanos:
 - Director de tesis: Dr. Fabrizio Javier Arcos Alcívar, MSc., docente UAE.
 - Docente estadístico: MVZ. Verónica Macías Castro, MSc, docente UAE.
 - Investigador: Santiago Alejandro Motoche Sarango.
- Recursos económicos:

Estos fueron autogestionados por el autor de esta investigación.

3.3.2 Métodos y técnicas

Para dar cumplimiento a los objetivos establecidos, se recurrió a la observación directa en campo, al muestreo aleatorio y al procesamiento de las muestras mediante técnicas de laboratorio especializadas.

Las muestras de leche cruda fueron recolectadas directamente del tanque frío, siguiendo protocolos higiénicos estandarizados para garantizar la representatividad y evitar contaminaciones externas. El análisis fisicoquímico se realizó en laboratorio mediante procedimientos técnicos específicos, tales como:

- Medición del pH, Se utilizó Medidor de pH / temperatura portátil YY-1033, con el dispositivo se miden los niveles de pH tanto del tanque como de las muestras recolectadas, se categorizó en temperaturas $\leq 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $> 4\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Determinación de la acidez titulable mediante valoración con hidróxido de sodio (NaOH), Se realizó utilizando hidróxido de sodio 1N, Fenolftaleína, Agua destilada y leche cruda, se utiliza una bureta llenadora de hidróxido de sodio en un soporte universal, en dos vasos de precipitación se coloca 20ml de leche cruda, 20ml de agua destilada y 1 ml de fenolftaleína, mezclamos todo y se abre la llave de la bureta, gota a gota hasta que la leche cambie a color rosa, observamos cuanto hidróxido de sodio se utilizó de la bureta y se transforma lo que marca multiplicando (x10) y ese será los $^{\circ}\text{Dornic}$
- Evaluación de la estabilidad proteica a través de pruebas de alcohol, se realizó utilizando alcohol al (75%) y leche cruda, se utiliza 1 ml de leche cruda y 1 ml de alcohol al (75%), mezclamos y observamos si la leche reacciona
 - Positivo: Leche con grumos
 - Negativo: Leche sin grumos
- Para la caracterización bacteriológica, se llevaron a cabo cultivos en medios selectivos destinados a la presencia de bacterias mesófilas, coliformes y

termo dúricas utilizando técnicas de cultivos diferenciales, con el fin de establecer la carga bacteriana.

Se utilizó cultivos en agares sangre y agares MacConkey, con las muestras de leche se tomó y se cultivó, se pasó a una incubadora de laboratorio x48 horas a una temperatura de 40 grados centígrados, y se hizo el recuento tanto de Mesófilos, Termodúricos y Coliformes

3.3.3 Población y muestra

La población de este estudio estuvo conformada por las todas las muestras de leche cruda provenientes del tanque frío de la hacienda “DON LUCHO” ubicada en el recinto Cerecita, del cantón progreso, Provincia del Guayas.

La muestra estuvo conformada por **(48 muestras)** de leche cruda recolectadas de los tanques de almacenamiento, las cuales fueron sometidas a análisis fisicoquímicos para la determinación de inestabilidad (LINA y SILA) y caracterización bacteriológica.

3.3.4 Análisis estadístico

En la presente investigación se realizó el análisis descriptivo de los datos en tablas, se fundamenta en la aplicación del método científico bajo un enfoque cuantitativo y cualitativo, integrando estrategias descriptivas y correlacionales orientadas al análisis objetivo de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos.

4. RESULTADOS

4.1 Determinación de la frecuencia de SILA y LINA en un predio lechero de la ganadería de la hacienda Don Lucho

En la tabla 3 se observa la frecuencia de la leche inestable no ácida y leche ácida en la ganadería de la hacienda Don Lucho. Del total de 48 muestras de leche analizadas, 34 correspondieron a LECHE NORMAL, lo que representa una frecuencia relativa del 70,83 %, mientras que 14 muestras fueron clasificadas como SILA, equivalente al 29,17 %, y por último se evidenció que las muestras de LINA representan una frecuencia relativa de 0%. Al ver los resultados se logra evidenciar una mayor predominancia de LECHE NORMAL, en comparación con la SILA y LINA lo que indica que la mayoría de los casos de inestabilidad detectados no estuvieron asociados a procesos de acidificación de la leche.

Tabla 3. Frecuencia de presentación de LECHE NORMAL y SILA en la ganadería de la hacienda Don Lucho

Resultado	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
SILA	14	29,17%
LINA	0	0%
Leche normal	34	70,83%
Total	48	100%

Elaborado por: Motoche, 2026.

4.2 Caracterización de la presencia bacteriana que presenta la leche del tanque de la hacienda

En la tabla 4 se observa la caracterización del recuento bacteriano en la leche del tanque de enfriamiento. El recuento de bacterias mesófilas mostró valores mínimos de $1,8 \times 10^2$ UFC/mL (180 UFC/mL) y máximos de $2,9 \times 10^3$ UFC/mL (2900 UFC/mL), con un promedio de 1526 UFC/mL y una desviación estándar de 1001,56, evidenciando una variabilidad moderada en las muestras analizadas. En cuanto a las bacterias termodúricas, se registraron valores mínimos de $1,5 \times 10^1$ UFC/mL (15 UFC/mL) y máximos de $2,4 \times 10^2$ UFC/mL (240 UFC/mL), con un promedio de 116,3 UFC/mL y una desviación estándar de 69,48, indicando una menor carga bacteriana en comparación con los mesófilos. Respecto a los coliformes, los recuentos oscilaron entre $1,0 \times 10^0$ UFC/mL (1 UFC/mL) y $2,4 \times 10^1$ UFC/mL (24 UFC/mL), con un promedio de 11,5 UFC/mL y una desviación estándar de 7,12; reflejando una baja presencia de este grupo bacteriano en la leche del tanque.

Tabla 4. Recuento bacteriano presente en la leche del tanque de enfriamiento

Tipo de bacteria	Mínimo (UFC/mL)	Máximo (UFC/mL)	Promedio (UFC/mL)	Desviación Estándar	Rango permisible INEN (UFC/mL)	Interpretación
Mesófilos	$1,8 \times 10^2$ = 180	$2,9 \times 10^3$ = 2900	1526	1001,56	$< 1,0 \times 10^5$ = 100000	Calidad higiénica aceptable
Termodúricos	$1,5 \times 10^1$ = 15	$2,4 \times 10^2$ = 240	116,3	69,48	$< 1,0 \times 10^2$ = 100	Indica buenas prácticas de higiene
Coliformes	$1,0 \times 10^0$ = 1	$2,4 \times 10^1$ = 24	11,5	7,12	No establecido	Evaluación complementaria de higiene

Elaborado por: Motoche, 2026.

4.2.1 Descripción estadística individual de bacterias halladas en el tanque de la hacienda Don Lucho

Los recuentos de bacterias mesófilas en las muestras clasificadas como SILA presentaron un promedio de 1331,4 UFC/mL, con una desviación estándar de 1024,7. En comparación, la leche normal mostró una media ligeramente mayor de 1606,2 UFC/mL y una desviación estándar de 996,2. Si bien la leche normal mostró un promedio ligeramente superior en comparación con SILA, la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis evidenció que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ($p = 0,576$), dado que el valor de p es mayor a 0,05. Esto indica que, desde el punto de vista microbiológico, la carga de bacterias mesófilas fue comparable entre las muestras SILA y leche normal, lo que sugiere heterogeneidad en la carga microbiana del tanque.

Tabla 5. Estadísticos descriptivos de bacterias mesófilas (UFC/mL) en muestras clasificadas como SILA y LECHE NORMAL

Mesófilos	Mínimo (UFC/mL)	Máximo (UFC/mL)	Promedio	Desviación Estándar	Valor P Kruskal - wallis
SILA	$1,8 \times 10^2 = 180$	$2,9 \times 10^3 = 2900$	1331,4	1024,7	0,576
LECHE NORMAL	$2,4 \times 10^2 = 240$	$2,9 \times 10^3 = 2900$	1606,2	996,2	

Elaborado por: Motoche, 2026.

En la tabla 6 se presentan los estadísticos descriptivos del conteo de bacterias coliformes (UFC/mL) en muestras clasificadas como SILA y leche normal, como parte del análisis de la presencia bacteriana en la leche del tanque de la hacienda. En las muestras SILA se registró un valor mínimo de 1 UFC/mL y un valor máximo de 23 UFC/mL, con un promedio de 9,7 UFC/mL y una desviación estándar de 6,9. Por su parte, la leche normal presentó un valor mínimo de 2 UFC/ml y un valor máximo de 24 UFC/mL, con un promedio de 12,2 UFC/mL y una desviación estándar de 7,2. A pesar de que la leche normal evidenció un promedio ligeramente superior, la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis determinó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ($p = 0,271$), debido a que el valor p fue mayor a 0,05. En consecuencia, los resultados indican que la presencia de coliformes en la leche del tanque es similar en muestras SILA y leche normal. Por lo tanto, la presencia de coliformes no se asoció de manera significativa con la clasificación de la leche como SILA o normal, lo que sugiere una adecuada higiene en el proceso de ordeño y manejo del tanque.

Tabla 6. Estadísticos descriptivos de bacterias coliformes (UFC/mL) en muestras clasificadas como SILA y LECHE NORMAL

Coliformes	Mínimo (UFC/mL)	Máximo (UFC/mL)	Promedio	Desviación Estándar	Valor P Kruskal - wallis
SILA	$1,0 \times 10^0 = 1$	$2,3 \times 10^1 = 23$	9,7	6,9	0,271
LECHE NORMAL	$2,0 \times 10^0 = 2$	$2,4 \times 10^1 = 24$	12,2	7,2	

Elaborado por: Motoche, 2026.

En la tabla 7 se presentan los estadísticos descriptivos correspondientes al conteo de bacterias termodúricas (UFC/mL) en muestras clasificadas como SILA y leche normal, las muestras SILA registraron un valor mínimo de 15 UFC/mL y un valor máximo de 230 UFC/mL, con un promedio de 98,2 UFC/mL y una desviación estándar de 67,7. En el caso de la leche normal, el valor mínimo fue de 20 UFC/mL y el máximo de 240 UFC/mL, con un promedio de 123,7 UFC/mL y una desviación estándar de 69,8. Aunque la leche normal presentó un promedio ligeramente superior, el análisis estadístico mediante ANOVA indicó que no existen diferencias significativas entre ambos grupos ($p = 0,252$), ya que el valor de p es mayor a 0,05. Por lo tanto, la presencia de bacterias termodúricas en la leche del tanque es similar en muestras SILA y leche normal, lo que puede estar relacionado con diferencias en la higiene del ordeño, limpieza del equipo o condiciones de almacenamiento.

Tabla 7. Estadísticos descriptivos de bacterias Termodúricos (UFC/mL) en muestras clasificadas como SILA y LECHE NORMAL

Termodúricos	Mínimo (UFC/mL)	Máximo (UFC/mL)	Promedio	Desviación Estándar	Valor P ANOVA
SILA	$1,5 \times 10^1 = 15$	$2,3 \times 10^2 = 230$	98,2	67,7	0,252
LECHE NORMAL	$2,0 \times 10^1 = 20$	$2,4 \times 10^2 = 240$	123,7	69,8	

Elaborado por: Motoche, 2026.

4.3 Evaluación de los factores predisponentes en la inestabilidad de la leche

Con el propósito de determinar la posible asociación entre la temperatura del tanque de almacenamiento y la inestabilidad de la leche, se realizó una prueba de Chi-cuadrado (χ^2), considerando como variable categórica la temperatura (≤ 4 °C y > 4 °C) y como variable de resultado la clasificación de las muestras en SILA y LECHE NORMAL. De las 48 muestras analizadas, 31 correspondieron a temperaturas ≤ 4 °C y 17 a temperaturas > 4 °C. En el grupo con temperatura ≤ 4 °C se registraron 10 muestras SILA y 21 LECHE NORMAL, mientras que en el grupo con temperatura > 4 °C se identificaron 4 muestras SILA y 13 LECHE NORMAL. La prueba de Chi-cuadrado evidenció un valor de $\chi^2 = 0,40$ con 1 grado de libertad (gl = 1), obteniéndose un valor de $p = 0,52$. Estos resultados indican que no existe una asociación estadísticamente significativa entre la temperatura del tanque y la presencia de inestabilidad de la leche (SILA/ LECHE NORMAL) en las muestras evaluadas ($p > 0,05$).

Tabla 8. Parámetros observados de T° del tanque para Xi-Cuadrado

Temperatura	Observado		Total
	SILA	LECHE NORMAL	
≤ 4 °C	10	21	31
> 4 °C	4	13	17
Total	14	34	48
%	0,29166667	0,70833333	1

Elaborado por: Motoche, 2026.

Tabla 9. Parámetros esperados de T° del tanque para Xi-Cuadrado

Esperado			
Temperatura	SILA	LECHE NORMAL	Total
≤ 4 °C	9,04	21,96	31,00
> 4 °C	4,96	12,04	17,00
Total	14,00	34,00	48,00

Elaborado por: Motoche, 2026.

Tabla 10. Parámetros calculados de T° del tanque para Xi-Cuadrado

Cálculo de Fórmula			
Temperatura	SILA	LECHE NORMAL	Xi- Cuadrado
≤ 4 °C	0,102	0,042	0,405
> 4 °C	0,185	0,076	
Total	0,287	0,118	

Elaborado por: Motoche, 2026.

En la tabla 11 se muestra que las 14 muestras con pH ácido ($< 6,6$) fueron clasificadas como SILA (100%), mientras que las 34 muestras con $\text{pH} \geq 6,6$ fueron clasificadas como LECHE NORMAL (100%). No se registraron casos cruzados entre categorías. Debido a la presencia de frecuencias esperadas menores a 5 y celdas con valor cero, se aplicó la prueba exacta de Fisher, obteniéndose un valor de $p < 0,001$. Este resultado indica que existe una asociación estadística altamente significativa entre el pH de la leche y el tipo de inestabilidad (SILA/ LECHE NORMAL), rechazándose la hipótesis nula., Desde el punto de vista biológico, los resultados confirman que la inestabilidad tipo SILA está directamente relacionada con procesos de acidificación de la leche, mientras que la LECHE NORMAL ocurre en muestras con pH dentro de rangos normales, lo que sugiere un origen fisicoquímico distinto al incremento de acidez. En consecuencia, el pH se identifica como un factor determinante en la clasificación de la inestabilidad de la leche dentro del presente estudio.

Tabla 11. Probabilidad Exacta de Fisher pH del tanque

Ph	SILA	LECHE NORMAL	Total	Valor P
< 6.6 (Ácido)	14	0	14	
≥ 6.8 (No Acido)	0	34	34	0.00
Total	14	34	48	

Elaborado por: Motoche, 2026.

Para estimar la magnitud de la asociación entre el pH ácido ($< 6,6$) y la presencia de inestabilidad tipo SILA, se calculó el Odds Ratio (OR). Debido a la presencia de celdas con valor cero, se aplicó la corrección de Haldane-Anscombe (adición de 0,5 a cada celda), obteniéndose un $OR = 2001$. Lo que nos indica este resultado es que las muestras con pH ácido ($< 6,6$) presentan aproximadamente 2000 veces más probabilidades de clasificarse como SILA en comparación con aquellas con $pH \geq 6,6$. El valor elevado del OR refleja una asociación extremadamente fuerte entre la acidificación de la leche y la inestabilidad tipo SILA. El pH se identifica no solo como un factor estadísticamente significativo ($p < 0,001$), sino también como un factor de riesgo determinante en la aparición de inestabilidad tipo SILA dentro del presente estudio.

Tabla 12. Prueba de Odds Ratio para el Ph del tanque

pH	SILA	LINA
< 6.6	14.5	0.5
≥ 6.6	0.5	34.5
OR	2001	

Elaborado por: Motoche, 2026.

5. DISCUSIÓN

La mayor frecuencia de leche inestable no ácida (LINA) observada coincide con lo descrito por Walstra, Wouters y Geurts (2006), quienes señalan la inestabilidad de la leche (LINA) es frecuente en predios lecheros y no siempre está relacionada con un aumento de la acidez. Los estudios indican que la (LINA) puede presentarse debido a cambios en la composición natural de la leche, como desequilibrios minerales, variaciones en las proteínas y condiciones fisiológicas del animal, aun cuando el manejo higiénico sea adecuado.

Desde el punto de vista productivo, la SILA se asocia comúnmente con alteraciones fisicoquímicas relacionadas con el equilibrio de sales minerales y proteínas, especialmente caseínas, más que con procesos infecciosos o acidificación avanzada según Walstra, Wouters y Geurt (2022), sus estudios recientes señalan que factores nutricionales, estrés térmico y desequilibrios metabólicos pueden favorecer la aparición de inestabilidad en la leche sin que exista incremento significativo de acidez; que coincide también con el estudio de Costa et al. (2021), esto podría explicar la presencia de SILA aun cuando la mayoría de parámetros microbiológicos se mantienen dentro de rangos bajos.

Según la INEN (2012) en comparación con los resultados obtenidos en este trabajo, dice que los recuentos de bacterias mesófilas obtenidos en la leche del tanque se encuentran dentro de rangos bajos a intermedios, similares a los reportados en otros estudios realizados en predios con adecuado manejo higiénico. Estos resultados indican que la carga bacteriana general no representa un problema grave de contaminación, lo cual coincide con lo establecido por la normativa ecuatoriana.

En relación con la prueba de alcohol, el Odds Ratio de 4,13 indica que las muestras positivas presentan aproximadamente cuatro veces mayor probabilidad de clasificarse como SILA, este hallazgo coincide con lo descrito en la literatura, donde la prueba de alcohol se considera un indicador indirecto de inestabilidad proteica y desequilibrio mineral según lo indicado por la FAO (2022). La reacción positiva refleja alteraciones en la estabilidad coloidal de las micelas de caseína, lo

que confirma su utilidad como prueba de campo para detectar leche inestable antes del procesamiento industrial.

Respecto al pH tituable en grados Dornic, el OR de 1,56 muestra una asociación positiva, aunque moderada. Sin embargo, cuando se analiza el pH directo (<6,6), la asociación se vuelve extremadamente fuerte ($p < 0,001$; OR = 2001). Este resultado confirma que la acidificación es un factor determinante en la clasificación de SILA. La disminución del pH provoca desestabilización de las caseínas al aproximarse al punto isoeléctrico, favoreciendo la coagulación (Walstra et al. 2022). Además, la acidificación suele relacionarse con fermentación bacteriana previa, lo que puede deberse a fallas en enfriamiento o tiempos prolongados de almacenamiento según lo que indicaron Quigley et al. 2023).

Según la normativa ecuatoriana establecida por el INEN, los recuentos de bacterias mesófilas aerobias constituyen un indicador fundamental de la calidad higiénica de la leche cruda, estableciéndose como límite permisible valores inferiores a $1,0 \times 10^5$ UFC/mL. En el presente estudio, los recuentos de bacterias mesófilas, coliformes y termodúricas no mostraron diferencias significativas entre muestras clasificadas como SILA y leche normal, manteniéndose en todos los casos dentro de rangos bajos en relación con los estándares normativos.

Estos resultados indican que la inestabilidad observada no está directamente asociada a una elevada carga microbiana. De acuerdo con la normativa, los bajos recuentos de bacterias mesófilas reflejan una adecuada calidad higiénico-sanitaria de la leche, mientras que los niveles reducidos de coliformes evidencian buenas prácticas de ordeño, manipulación y almacenamiento, al estar asociados comúnmente con contaminación ambiental o fecal. En este sentido, los valores promedio de coliformes obtenidos en el estudio refuerzan la idea de que el proceso productivo presenta condiciones higiénicas adecuadas.

En conjunto, estos hallazgos, sustentados en los criterios establecidos por la normativa ecuatoriana, sugieren que la inestabilidad tipo SILA en las muestras analizadas tiene un origen principalmente fisicoquímico, más que microbiológico.

El estudio de Murphy et al. (2022), en el caso de las bacterias termodúricas, su presencia moderada puede relacionarse con microorganismos resistentes al calor provenientes del ambiente o del equipo de ordeño. No obstante, al no existir diferencias significativas entre grupos, estos microorganismos no parecen ser el factor determinante en la aparición de SILA.

En conjunto, los resultados permiten afirmar que la inestabilidad tipo SILA en este estudio se asocia principalmente con cambios en el pH y estabilidad fisicoquímica, más que con incrementos significativos en la carga bacteriana o fallas en la temperatura del tanque. Esto sugiere un origen multifactorial donde intervienen aspectos metabólicos, nutricionales y de equilibrio mineral, más que problemas sanitarios severos.

Según el estudio de Costa et al. (2021, en relación con la temperatura del tanque, no se encontró asociación significativa con la inestabilidad ($p = 0,52$), aunque el enfriamiento rápido es esencial para limitar el crecimiento bacteriano, estudios recientes indican que la inestabilidad no ácida puede presentarse incluso bajo condiciones adecuadas de refrigeración cuando existen alteraciones minerales o metabólicas en la leche.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Se determinó que la frecuencia de leche normal predominó en la ganadería evaluada, representando el 70,83 % de las muestras, mientras que la inestabilidad tipo SILA alcanzó el 29,17 %, sin registrarse casos de LINA, evidenciando que la principal forma de inestabilidad presente en el predio corresponde a procesos asociados a acidificación.

En relación con la caracterización bacteriológica, los recuentos de bacterias mesófilas, coliformes y termodúricas se mantuvieron en rangos bajos y dentro de los límites permisibles establecidos por la normativa ecuatoriana INEN, sin presentar diferencias significativas entre muestras SILA y leche normal, lo que indica una adecuada calidad higiénico-sanitaria de la leche del tanque.

Respecto a los factores predisponentes, se estableció que el pH ácido ($< 6,6$) presentó una asociación altamente significativa con la presencia de SILA ($p < 0,001$; OR = 2001), identificándose como el principal factor determinante en la inestabilidad de la leche. En contraste, la temperatura del tanque no mostró asociación significativa ($p > 0,05$), descartándose como factor influyente en las condiciones evaluadas.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda mantener un monitoreo periódico de la frecuencia de SILA en el predio, con el fin de identificar si su presencia se mantiene constante o aumenta en determinadas épocas, lo que permitiría tomar medidas preventivas oportunas.

Se sugiere implementar el uso rutinario de la prueba de alcohol durante el control de calidad de la leche, debido a que permite detectar tempranamente muestras con mayor probabilidad de presentar inestabilidad fisicoquímica.

En relación con el pH, se recomienda realizar controles continuos del pH de la leche en el tanque, ya que se identificó como el principal factor asociado a la inestabilidad, por lo que su vigilancia puede contribuir a reducir la presentación de SILA.

Se aconseja reforzar las prácticas de higiene en ordeño, limpieza del equipo y manejo del tanque, a pesar de que no se observaron diferencias significativas en la carga microbiana, con el propósito de asegurar que los recuentos bacterianos se mantengan dentro de rangos aceptables.

Se recomienda desarrollar futuras investigaciones orientadas a evaluar otros factores fisicoquímicos asociados a la SILA, tales como el balance mineral (calcio, fósforo y magnesio), la alimentación del ganado y el estado metabólico de las vacas, debido a que estos elementos pueden influir en la estabilidad de la leche incluso cuando la temperatura del tanque se mantiene adecuada.

REFERENCIAS

- Barchiesi-Ferrari, C., Rocha, A., & Zanela, M. (2007). Factores que afectan la inestabilidad de la leche bajo manejo a pastoreo. *Revista Brasileña de Producción Animal*, 34(3), 45-53. <https://www.scielo.br/j/pab/a/s4QkkkYKCSTBhcCWcKvmFDx/>
- Buchanan, R., Gorris, L., Hayman, M., Jackson, T., & Whiting, R. (2017). A review of the microbiological quality of milk in dairy farming: A review. Obtenido de *Food Control*, 73, 177-183.: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.09.010>
- Cardozo, R., & Gonnet, V. (18 de Diciembre de 2009). Universidad de la República. Obtenido de Montevideo Uruguay: <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/19253/1/FV-28516.pdf>
- Costa, A., López-Villalobos, N., Sneddon, N., Shalloo, L. y Franzoi, M. (2021). Estabilidad de la leche y su relación con la composición y propiedades de procesamiento. *Revista de ciencia láctea*, 104(5), 5674–5686. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19876>
- Chacón-Villalobos, C., Vargas-Esquivel, P., & Solano-González, N. (2016). Determinación de la calidad composicional e higiénica de la leche cruda en hatos del Pacífico Central de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 27(1), 107-117. <https://doi.org/10.15517/am.v27i1.22283>
- Chaves, M., Ruiz, A., & Gutiérrez, R. (2020). Calidad de la leche cruda en sistemas lecheros del trópico alto. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 33(3), 231–240. <https://doi.org/10.17533/udea.rccp.v33n3a05>
- Codex Alimentarius Commission. (2011). Code of hygienic practice for milk and milk products (CAC/RCP 57-2004). FAO/WHO. https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/contenido/marco/Codex_Alimentarius/normativa/codex/rcp/CODEX_CAC_RCP_57.
- Constitución de la República del Ecuador. Constitución, Quito. Recuperado el 22 de junio de 2025, de https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf

- Costa, A., Ferrari, S., Guarino, M., & Barbari, M. (2019). Effect of subclinical mastitis on milk composition. *Italian Journal of Animal Science*, 18(1), 1-11. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2018.1542756>
- FAO. (2022). Guía de buenas prácticas en la producción lechera. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Faria, J., Fernandes, A., & Oliveira, C. (2014). Leite: qualidade e processamento. Eduem.
- Faye, B., Konuspayeva, G., Loiseau, G., & Ezoua, P. (2019). La calidad de la leche y su importancia en la cadena alimentaria: Un análisis global. Obtenido de *Revista de Ciencias Lecheras Internacional*, 24(1), 15-27: <https://doi.org/10.1016/j.ijds.2018.05.002>
- Fox, P., & McSweeney, P. (2015). *Dairy Chemistry and Biochemistry* (2nd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2800-2>
- Fox, P., & McSweeney, P. L. H. (2017). *Dairy chemistry and biochemistry* (2nd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2800-2>
- Guo, M., Fox, P., Flynn, A., & Kindstedt, P. (1998). Interactions between casein micelles and milk serum components: Influence on milk stability. *International Dairy Journal*, 8(4), 251-268. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(98\)00067-5](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(98)00067-5)
- Hernández, J. & Ponce, L. (2005). La raza como factor determinante en la estabilidad de la leche: un enfoque desde la genética bovina. *Revista Mexicana de Producción Animal*, 22(1), 87-95. <https://www.scielo.org.mx/>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2012). NTE INEN 9: Leche cruda. Requisitos. Quito, Ecuador.
- IDF (Federación Internacional de Lácteos). (2021). El estándar global para la calidad de la leche cruda [Estándar global para la calidad de la leche cruda]. Federación Internacional de Lácteos.
- Lacerda, I., Silva, L., & Santana, R. (2020). Inestabilidade da leite UHT não ácida: causas e prevenção. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, 75(3), 181–190.
- Ley Orgánica de Salud. Quito. Obtenido de <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2017/03/LEY-ORG%20NICA-DE-SALUD4.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2021). Situación de la producción de leche en Ecuador: Retos y oportunidades. Obtenido de Quito, Ecuador.

- Murphy, S. C., Martin, N. H., Barbano, D. M. y Wiedmann, M. (2022). Influencia de la calidad de la leche cruda en productos lácteos procesados: conocimiento actual y perspectivas futuras. *Revista de ciencia láctea*, 105 (3), 1830–1844. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21234>
- Ortolani, M., Yamazi, A., Bando, E., & Santos, M. (2010). *Qualidade do leite e controle de mastite*. Manole.
- Ouamba, A. (03 de Agosto de 2022). Farm management practices: Potential microbial sources that determine the microbiota of raw bovine milk. Obtenido de *Journal of Dairy Science*: <https://www.journalofdairyscience.org/action/showPdf?pii=S0022-0302%2822%2900396-4>
- Quigley, L., O'Sullivan, O. y Stanton, C. (2023). Ecología microbiana de la leche cruda y su impacto en la calidad de los productos lácteos. *Fronteras en Microbiología*, 14, 1182456. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1182456>
- Rao, S., Liu, X., & Wu, G. (2019). Contaminación microbiana en la leche y sus productos derivados: Un análisis de los riesgos y medidas preventivas. Obtenido de *Revista Internacional de Seguridad Alimentaria*, 17(3), 48-59: <https://doi.org/10.1016/j.foodsaf.2019.03.01>
- Ramírez, J., Gómez, M., & Pérez, L. (2019). Calidad microbiológica de la leche cruda en sistemas de producción lechera. *Revista de Ciencias Pecuarias*, 32(2), 145–152.
- Revista Brasileña de Salud y Producción Animal*. (19 de Diciembre de 2012). RBSPA. Obtenido de <https://periodicos.ufba.br/index.php/rbspa>
- Santos, P., & Fonseca, C. (2020). Nutrición y estabilidad de la leche: Impacto de la alimentación en la calidad del producto. Obtenido de *Revista de Nutrición Animal*, 12(4), 211-220: <https://doi.org/10.1016/j.rnutani.2020.07.004>
- Santos, J. E., Calderón, A., & Rodríguez, L. (2020). Factores asociados a la inestabilidad de la leche en predios lecheros. *Revista Latinoamericana de Producción Animal*, 27(1), 33–41.
- Silva, L., Brito, M., & Oliveira, C. (2012). Avaliação da instabilidade da leite UHT não ácida no Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41(3), 653–660.
- Tamime, A. (2009). *Milk Processing and Quality Management*. Wiley-Blackwell.

- Tiwari, J., Yadav, S., & Rai, R. (2020). Microbial quality of raw milk and milk products: challenges and perspectives. *Journal of Dairy Research*, 87(S1), 59–65. <https://doi.org/10.1017/S0022029920000510>
- Vásquez, R., & Rojas, C. (2018). Evaluación de la estabilidad de la leche cruda en sistemas lecheros tropicales. *Revista MVZ Córdoba*, 23(3), 6891–6899.
- Venkatachalam, M., Damodaran, S., & Rao, M. (1993). Mechanisms of milk instability in non-acidic conditions. *Journal of Dairy Science*, 76(12), 3755-3763. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77613-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77613-7)
- Walstra, P., Wouters, JTM y Geurts, TJ (2022). *Ciencia y tecnología láctea [Ciencia y tecnología de los lácteos]* (3.ª ed.). Prensa CRC.
- Zanelal, M. B., FischerII, V., RibeiroIII, M. E., Barbosall, R. S., MarquesII, L. T., JuniorIII, W. S., & Zanelall, C. (10 de Julio de 2006). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Obtenido de <https://www.scielo.br/j/pab/a/x45kPmHFJYbR3pGs3ndHzCG/?format=pdf&lang=pt>
- Zanela, M., Barchiesi-Ferrari, C., & Rocha, A. (2006). Estudio de la relación entre la dieta y la estabilidad de la leche en condiciones estacionales. *Revista Argentina de Producción Lechera*, 14(2), 129-140. <https://www.scielo.org.ar/>
- Zárate, C., Martínez, A., & López, P. (2017). Influencia de las bacterias psicrótrofas en la calidad de la leche y sus derivados. Obtenido de *Ciencia y Tecnología de Productos Lácteos*, 14(2), 30-45: <https://doi.org/10.1016/j.dst.2017.02.003>

ANEXOS

Anexo 1. Recolección de muestra de leche.



Anexo 2. Materiales para la toma de muestras.



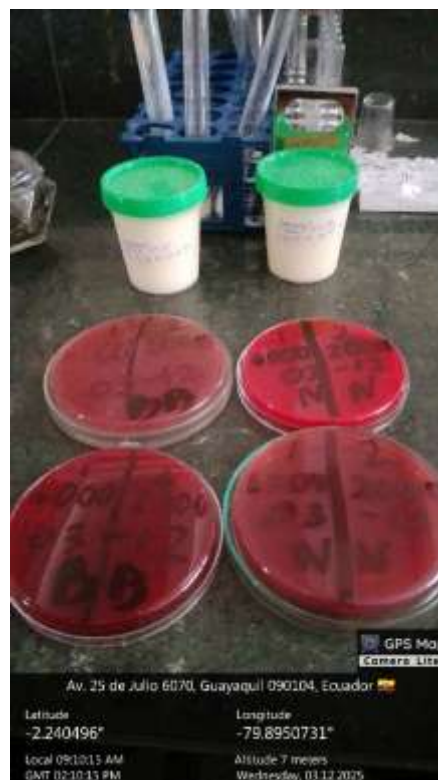
Anexo 3. Sala de tanques de recolección.



Anexo 4. Toma de Ph de la leche directamente del tanque.



Anexo 5. Procesamiento de muestras prueba de alcohol.



Anexo 6. Procesamiento de muestra prueba de cultivo.



Anexo 7. Procesamiento de muestra prueba de grados Dormic.



Anexo 8. Resultado de prueba de cultivo.