



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 MÉDICO VETERINARIO**

**ESTUDIO DE LA INESTABILIDAD Y PERFIL BACTERIANO
DE LA LECHE NO ÁCIDA (LINA) Y ÁCIDA (SILA) EN LA
HACIENDA MÉLIDA**

AUTORA

ESPINOZA GUALE SAMANTHA MAGDALENA

TUTOR

Dr. ARCOS ALCÍVAR FABRIZIO JAVIER, MSc.

GUAYAQUIL, ECUADOR

2026



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
CARRERA DE 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 LA INESTABILIDAD Y PERFIL BACTERIANO DE LA LECHE NO ÁCIDA (LINA) Y ÁCIDA (SILA) EN LA HACIENDA MÉLIDA.**, realizado por la estudiante **ESPINOZA GUALE SAMANTHA MAGDALENA**; con cédula de identidad **N° 0955190970** 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.

La estudiante presenta certificado de haber culminado exitosamente su trabajo de campo en la **HACIENDA GANADERA MÉLIDA.**

Atentamente,

Dr. Arcos Alcívar Fabrizio Javier, MSc.

Guayaquil, 16 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 LA INESTABILIDAD Y PERFIL BACTERIANO DE LA LECHE NO ÁCIDA (LINA) Y ÁCIDA (SILA) EN LA HACIENDA MÉLIDA.**”, realizado por la estudiante **ESPINOZA GUALE SAMANTHA MAGDALENA** el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. Julio Villacrés Matías, MSc.

PRESIDENTE

Mvz. Washington Yoong Kuffo, M.Sc.

EXAMINADOR PRINCIPAL

Mvz. Verónica Macías Castro, M.Sc.

EXAMINADOR PRINCIPAL

Mvz. Fabrizio Arcos Alcívar, M.Sc.

EXAMINADOR SUPLENTE

Guayaquil, 14 de Mayo del 2026

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios y mis padres Oscar Espinoza y Anita Guale, por ser mi guía constante, darme fortaleza en los momentos difíciles y permitirme alcanzar esta meta.

A mis hermanas Yuri, Brittany, Génesis y mi hermano Oscar por su compañía ya ayuda cuando la he necesitado y me impulsan a seguir adelante, a mis mascotas Lassie, Coco, Michelle, Donato, Blacky, Ringo, Groggu, Makany, Laica, Fifi, Mitzi, por brindarme alegría y compañía sincera en cada etapa de este camino.

.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi sincero agradecimiento a la Hacienda Mérida y sus administradores Ing. Ricardo, Ing. Christian e Ing. Ginger por el apoyo brindado y su aceptación para la realización del trabajo de campo en el área de ordeño y evaluación de la leche. De manera especial, agradezco de todo corazón al personal de ordeño, Lizardo, Ariel, Ronal, Jefferson, Arturo, Alejandro y Christian, y al personal del área de Quesería, Gonzalo, Víctor y Octavio cuya colaboración fueron fundamentales para el desarrollo de mis pruebas y con su ayuda la obtención de los resultados de esta investigación y la señora Edith por sus pláticas y sus comidas, Gracias a todos.

.

AUTORIZACIÓN DE AUTORÍA INTELECTUAL

Yo **ESPINOZA GUALE SAMANTHA MAGDALENA**, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre “**ESTUDIO DE LA INESTABILIDAD Y PERFIL BACTERIANO DE LA LECHE NO ÁCIDA (LINA) Y ÁCIDA (SILA) EN LA HACIENDA MÉLIDA.**” 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, 14 de Mayo del 2026

ESPINOZA GUALE SAMANTHA MAGDALENA

C.I. 0955190970

RESUMEN

El estudio tuvo como propósito analizar la inestabilidad y el perfil bacteriano de la leche no ácida (LINA) y ácida (SILA) producida en la hacienda Mérida, considerando que la inestabilidad láctea constituye una problemática relevante con implicaciones directas en la inocuidad alimentaria. Para ello, se recolectaron 72 muestras de leche cruda, organizadas en tres grupos productivos definidos por el volumen diario obtenido: alta producción entre 21-28 litros, producción media entre 16-20 litros y producción baja entre 13-15 litros. Las muestras fueron obtenidas directamente de bidones de 50 litros y posteriormente fueron sometidas a análisis de laboratorio que incluyeron la determinación de pH, la cuantificación de la acidez titulable y la prueba de alcohol, complementándose con estudios microbiológicos. Para este fin, se realizaron cultivos en medios selectivos y diferenciales, como agar sangre y agar MacConkey, orientados a identificar y cuantificar bacterias mesófilas, coliformes y termodúricas. Los resultados evidenciaron un predominio de leche inestable no ácida sin coagulabilidad de proteínas considerada como leche normal en los tres niveles productivos, con frecuencias del 74% en los grupos de alta y baja producción y 69% en el grupo medio, mientras que la leche inestable ácida se presentó con mayor proporción en la producción media (31%). Se detectaron mesófilos y coliformes en todas las muestras y termodúricos en casi todas (98,61%), aunque los recuentos fueron bajos indicando una adecuada carga microbiana e higiénica de la leche. La condición corporal fue óptima y no se halló relación significativa entre inestabilidad láctea y nivel productivo ($p=0,81$).

Palabras clave: *inestabilidad, leche, LINA, perfil bacteriano, SILA.*

ABSTRACT

The purpose of the study was to analyze the instability and bacterial profile of non-acidic milk (LINA) and acidic milk (SILA) produced on the Mélida farm, considering that milk instability is a significant problem with direct implications for food safety. To this end, 72 samples of raw milk were collected and organized into three production groups defined by daily volume obtained: high production between 21-28 liters, medium production between 16-20 liters, and low production between 13-15 liters. The samples were obtained directly from 50-liter drums and subsequently subjected to laboratory analysis, including pH determination, titratable acidity quantification, and alcohol testing, complemented by microbiological studies. For this purpose, cultures were grown on selective and differential media, such as blood agar and MacConkey agar, aimed at identifying and quantifying mesophilic, coliform, and thermotolerant bacteria. The results showed a predominance of unstable non-acidic milk without protein coagulability, considered normal milk in all three production levels, with frequencies of 74% in the high and low production groups and 69% in the intermediate group, while unstable acidic milk was more prevalent in medium production (31%). Mesophiles and coliforms were detected in all samples and thermotolerant bacteria in almost all (98.61%), although the counts were low, indicating an adequate microbial and hygienic load in the milk. Body condition was optimal and no significant relationship was found between milk instability and production level ($p=0.81$).

Key words: *instability, milk, LINA, bacterial profile, SILA.*

ÍNDICE GENERAL

1	INTRODUCCIÓN	13
1.1	Antecedentes del problema	13
1.2	Planteamiento y formulación del problema	15
1.2.1	Planteamiento del problema	15
1.3	Justificación de la investigación.....	16
1.4	Delimitación de la investigación.....	18
1.5	Formulación del problema	18
1.6	Objetivo General	18
1.7	Objetivo Específicos	18
1.8	Idea a defender.....	19
2	MARCO TEÓRICO	20
2.1	Estado del arte.....	20
2.2	Bases científicas y teóricas de la temática.....	21
2.2.1	Leche.....	21
2.2.2	Composición físico-química de la leche.....	22
2.2.3	Calidad de leche.....	22
2.2.4	Normalidad de la leche de acuerdo a la coagulabilidad de las proteínas.....	23
2.2.5	Composición de la leche	23
2.2.6	Factores que afectan la calidad de la leche	25
2.2.7	Evaluación de la calidad de la leche.....	26
2.2.8	Infección intramamaria subclínica.....	28
2.3	Marco legal	28
3	MATERIALES Y MÉTODOS	31
3.1	Enfoque de la investigación.....	31
3.1.1	Tipo y alcance de la investigación.	31
3.1.2	Diseño de investigación.	31
3.2	Metodología	31
3.2.1	Variables	31
3.2.2	Matriz de operacionalización de variables.....	32
3.2.3	Recolección de datos.....	34
3.2.4	Población y muestra.....	36
3.2.5	Análisis estadístico.....	37

4	RESULTADOS	38
4.1	Determinar la frecuencia de la leche inestable no acida (LINA) y ácida (SILA) en el predio lechero de la Hacienda Mérida.	38
4.2	Estudiar el perfil bacteriano de la leche cruda almacenada en los bidones de leche en la Hacienda Mérida.	41
4.3	Identificar los principales factores predisponentes que contribuyen a la inestabilidad de la leche cruda bovina en el sistema de producción de la Hacienda.....	44
5	DISCUSIÓN	46
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
6.1	Conclusiones	49
6.2	Recomendaciones	49
	BIBLIOGRAFÍA	51
	ANEXOS	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requisitos físicos-químicos de la leche cruda.....	22
Tabla 2: Operacionalización de las variables dependientes.	32
Tabla 3. Operacionalización de las variables independientes.....	33
Tabla 4: Frecuencia de la leche inestable ácida (SILA) en el predio lechero de la hacienda Mérida.	38
Tabla 5: Frecuencia de la leche inestable no ácida (LINA) en el predio lechero de la hacienda Mérida.	38
Tabla 6: Frecuencia de la leche normal en casos LINA de acuerdo a la coagulabilidad de las proteínas.....	39
Tabla 7: Frecuencia de la inestabilidad de la leche ácida mediante la prueba de alcohol.	39
Tabla 8: Frecuencia de la inestabilidad de la leche ácida mediante la prueba pH titulable Dornic.....	40
Tabla 9: Promedio del pH de la leche mediante las pruebas pH metro y prueba titulable de Dornic.....	40
Tabla 10: Frecuencia y recuento de UFC de bacterias termodúricas de la leche cruda almacenada en los bidones de leche en la Hacienda Mérida.....	41
Tabla 11: Frecuencia y recuento de UFC de bacterias mesófilas de la leche cruda almacenada en los bidones de leche en la Hacienda Mérida.....	42
Tabla 12: Frecuencia y recuento de UFC de bacterias mesófilas de la leche cruda almacenada en los bidones de leche en la Hacienda Mérida.....	43
Tabla 13: Casos de la inestabilidad de la leche ácida y leche normal de acuerdo al factor predisponente por grupo.	44
Tabla 14: Casos de la inestabilidad de la leche ácida y no ácida de acuerdo al factor predisponente por grupo.	44

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Análisis de pH en Hacienda Mérida.	58
Anexo 2: Medición de pH a grupo de producción alta	58
Anexo 3: Medición de pH grupo de producción media.	59
Anexo 4: Cultivo de muestras de leche en laboratorio.	59
Anexo 5: Incubadora con los respectivos cultivos agar sangre y agar MacConkey.	59
Anexo 6: Presencia de Crecimiento de bacterias en agar Sangre.....	59

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del problema

La estabilidad de las propiedades fisicoquímicas de la leche cruda resulta indispensable dentro de los modelos productivos destinados al procesamiento industrial. La denominada leche no ácida inestable, LINA, manifiesta floculación de proteínas sin variaciones del pH, mientras que la leche ácida inestable, SILA, surge por fermentaciones de origen microbiano. Evidencia científica señala que la LINA se relaciona con desbalances nutricionales, deficiencias minerales, estrés térmico y compuestos endógenos que modifican la estructura micelar sin acidificación (Barchiesi et al., 2007). Por el contrario, la SILA responde al crecimiento microbiano favorecido por prácticas higiénicas deficientes y sistemas de refrigeración ineficientes sostenidos operativos actuales.

Un estudio efectuado en sistemas lecheros de Santa Catarina, Brasil, demostró que la inestabilidad proteica de la leche, especialmente del tipo LINA, estuvo condicionada principalmente por la estrategia alimentaria del ganado más que por la infraestructura del ordeño. Los autores indicaron que raciones insuficientes y escasa disponibilidad de forraje durante estaciones secas aumentaron la presencia de leche inestable, evidenciando que los desequilibrios dietarios interfieren en la síntesis y organización de las proteínas lácteas (Barchiesi et al., 2007). Este planteamiento subraya que la nutrición incide no solo en la producción cuantitativa, sino también en la estabilidad fisicoquímica del producto lácteo obtenido.

En Ecuador, evaluaciones efectuadas en localidades como Mocha, provincia de Tungurahua, evidenciaron una elevada contaminación bacteriana en leche cruda, acentuada durante temporadas lluviosas, con recuentos de aerobios mesófilos próximos a $1,22 \times 10^8$ UFC/mL, superando ampliamente los límites fijados por la normativa nacional (Landi et al., 2021). Esta presión microbiana compromete la inocuidad del consumo humano y acelera reacciones fermentativas, favoreciendo el desarrollo de leche clasificada como SILA. En consecuencia, la situación no se restringe al pH, sino que integra una interacción compleja entre carga microbiana, condiciones sanitarias, manejo post ordeño y sistemas de almacenamiento influenciados por variabilidad climática regional persistente.

De forma adicional, Doménica & Fernanda (2020) desarrollaron una investigación en la región andina ecuatoriana donde demostraron que la estabilidad proteica de la leche se encontraba influenciada por la altitud del predio, el nivel de suplementación por animal y la concentración de potasio presente en el suelo. Dicha asociación refleja que las condiciones agroecológicas y el manejo del pastizal afectan directamente la fisiología bovina y la composición del producto lácteo, incrementando o disminuyendo la susceptibilidad a LINA. Asimismo, la carencia de vitaminas y minerales puede inducir desnaturalización proteica incluso sin fermentación microbiana ni reducción del pH en sistemas lecheros locales.

Estudios desarrollados en Ecuador han evidenciado que la leche distribuida en mercados locales presenta deficiencias significativas en su calidad microbiológica, reflejadas en altos recuentos de coliformes y mesófilos totales, superando los límites establecidos por la Norma Técnica INEN 9:2015 (Zambrano et al., 2021). Aunque los parámetros fisicoquímicos como densidad y porcentaje de grasa permanecen dentro de rangos aceptables, la elevada carga bacteriana combinada con prácticas inadecuadas durante el ordeño y transporte aumenta la susceptibilidad a inestabilidad, particularmente del tipo SILA. Esto indica que la evaluación requiere un monitoreo microbiológico integral que abarque desde el predio hasta los centros de acopio lecheros.

Investigaciones actuales señalan que la inestabilidad ácida de la leche puede derivarse de la acción de enzimas bacterianas, tales como proteasas y lipasas, generadas por géneros como *Pseudomonas*, las cuales degradan caseínas y lípidos sin que se registre un descenso notable del pH (Ruth, 2010). Esta degradación enzimática produce coagulaciones, modificaciones en el sabor y pérdida de funcionalidad en procesos industriales como pasteurización y producción de quesos. Por consiguiente, el análisis de leche inestable requiere no solo la detección de los microorganismos implicados, sino también la evaluación de sus efectos bioquímicos sobre los componentes lácteos, subrayando la necesidad de controles microbiológicos y ajustes nutricionales preventivos.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

La inestabilidad de la leche representa un problema complejo que afecta tanto su desempeño tecnológico como su seguridad alimentaria. Se identifican principalmente dos tipos: leche no ácida (LINA) y leche ácida (SILA). La LINA se manifiesta mediante coagulación al realizar la prueba de alcohol, aun cuando el pH se mantiene dentro de valores normales, mientras que la SILA se asocia al aumento de acidez generado por la proliferación de microorganismos productores de ácido láctico. Estas alteraciones repercuten negativamente en la industria láctea, interfiriendo en procesos de pasteurización y fabricación de quesos, provocando coágulos, acumulación de residuos en equipos y pérdidas económicas significativas (Martins et al., 2024).

Según Pinheiro et al., (2022), en zonas cálidas de Latinoamérica, la alimentación del ganado ejerce un papel determinante en la aparición de LINA. Estudios con vacas que recibieron ensilaje de caña y maíz evidenciaron que la leche de los animales alimentados con caña presentaba mayor incidencia de inestabilidad, especialmente cuando la prueba de alcohol arrojaba valores elevados. Este régimen nutricional altera la organización de las proteínas, incrementa la fragilidad de los micelos y modifica la composición de la leche, aumentando calcio y glucosa mientras disminuye lactosa y potasio, lo que indica que deficiencias energéticas y desequilibrios dietéticos afectan directamente la estabilidad física del lácteo sin necesariamente modificar su pH.

En el noreste semiárido de Brasil, se observó un fenómeno comparable, donde el estrés térmico, la escasez de agua y una alimentación deficiente se asociaron estrechamente con la aparición de LINA. Esta inestabilidad presentó variaciones estacionales y mostró correlación con cambios en parámetros como la conductividad eléctrica, sugiriendo alteraciones en la composición mineral y en la conformación de las proteínas lácteas frente a condiciones ambientales adversas. Estos resultados evidencian que la estabilidad fisicoquímica de la leche depende de la interacción entre factores climáticos y nutricionales, indicando que condiciones extremas del entorno y deficiencias dietéticas incrementan la susceptibilidad de la leche a inestabilidades proteicas (Junior et al., 2016).

Asimismo, la leche tipo SILA se relaciona directamente con insuficiencias en la higiene durante el ordeño, almacenamiento y transporte. Aunque el pH permanezca dentro de límites normales, la acción de enzimas bacterianas, como proteasas y lipasas producidas por microorganismos psicotróficos del género *Pseudomonas*, puede provocar coagulación. La multiplicación de estas bacterias se favorece por altos recuentos microbianos, generalmente asociados con manejo inadecuado de la leche y condiciones sanitarias deficientes. Esto indica que la estabilidad de la leche no depende únicamente de características físico-químicas, sino que requiere un control exhaustivo de la higiene, la carga microbiana y la correcta manipulación desde el predio hasta el procesamiento.

En el ámbito de la detección de la inestabilidad de la leche, pruebas tradicionales como las de alcohol permiten evaluar su tolerancia a tratamientos térmicos. La capacidad de la leche para resistir el calor depende de factores como la proporción entre proteínas y grasas, los niveles de minerales iónicos y la etapa de lactancia del animal. Cuando estos aspectos no se consideran en los sistemas de producción, se incrementa el riesgo de fallas durante la pasteurización o procesos térmicos, provocando obstrucciones en los equipos, disminución del rendimiento industrial y afectando de manera directa la eficiencia, funcionalidad y calidad de los productos lácteos (Junior et al., 2016).

La falta de un sistema de vigilancia completo que combine evaluaciones químicas y microbiológicas dificulta la detección temprana de lotes de leche con problemas, limitando la posibilidad de que los productores implementen estrategias correctivas efectivas y comprometiendo la seguridad y la calidad del producto destinado al consumo (Junior et al., 2016).

1.3 Justificación de la investigación

La inestabilidad de la leche, ya sea en su presentación no ácida (LINA) o ácida (SILA), representa un problema cada vez más relevante en la industria lechera, especialmente en zonas tropicales y subtropicales. Esta condición limita la eficiencia de los procesos industriales, incrementa los riesgos para la seguridad alimentaria, genera pérdidas económicas significativas, propicia el desperdicio de materia prima y compromete la confianza del consumidor cuando no se identifica de manera temprana, evidenciando la necesidad de controles rigurosos y monitoreo

constante de la leche desde el predio hasta el procesamiento, considerando tanto factores microbiológicos como físico-químicos que afectan su estabilidad.

Investigaciones recientes han contribuido a ampliar el entendimiento de la inestabilidad de la leche. Trabajos desarrollados por Pinheiro et al., (2022) y Horne, (2016), demuestran que desbalances en la nutrición del ganado, especialmente en el aporte energético y proteico, junto con variaciones en la relación proteína grasa del producto, influyen directamente sobre su comportamiento térmico. Estos aportes científicos evidencian que el manejo alimentario trasciende el volumen productivo, ya que también condiciona las propiedades funcionales de la leche, afectando su estabilidad frente al calor y, en consecuencia, su desempeño industrial y tecnológico dentro de los sistemas de procesamiento lácteo modernos actuales.

El estrés térmico constituye un elemento relevante al asociarse con modificaciones en la microbiota presente en la leche. Según Moller et al. (2023), el aumento simultáneo de temperatura y humedad ambiental estimula la actividad de enzimas bacterianas, especialmente proteasas, capaces de alterar la estructura proteica y provocar coagulación aun cuando el pH se mantiene dentro de rangos normales. Esta situación dificulta la detección temprana mediante métodos rutinarios, dado que la leche puede exhibir parámetros fisicoquímicos aceptables mientras se desarrollan procesos bioquímicos internos que afectan su estabilidad tecnológica y su comportamiento durante el procesamiento industrial en diferentes sistemas productivos lecheros actuales.

Aunque el conocimiento científico ha avanzado, en la práctica productiva todavía no se dispone de protocolos claros y eficaces para prevenir o controlar de manera temprana la aparición de LINA o SILA. Habitualmente, productores y técnicos actúan cuando la inestabilidad ya es evidente, situación en la que resulta difícil recuperar el lote de leche comprometido. Este escenario pone de manifiesto la necesidad de profundizar en el estudio de las interacciones entre factores nutricionales, microbiológicos y fisicoquímicos que originan el problema, con la finalidad de desarrollar herramientas preventivas operativas, aplicables en campo y ajustadas a las condiciones reales de los sistemas.

Desde una visión sistémica, identificar los determinantes de la inestabilidad láctea fortalece la cadena productiva desde el ordeño hasta la industria procesadora. Este entendimiento permite a los productores tomar decisiones técnicas fundamentadas y a las plantas optimizar operaciones, reducir mermas,

mejorar el desempeño tecnológico y elevar la calidad del producto final destinado al consumo humano bajo estándares de seguridad y eficiencia alimentaria sanitaria confiable sostenible.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** El trabajo de investigación se desarrolló en el predio lechero “Hacienda Mérida”, ubicada en el recinto Cerecita, Provincias del Guayas.
- **Tiempo:** La recolección de muestras de la leche cruda y su análisis se llevó a cabo durante 12 semanas en el año 2025.
- **Población:** La población de estudio fue constituida por la leche proveniente del ganado que ingresa a la sala de ordeño. Posteriormente, se recolectó las muestras directamente de los bidones de almacenamiento en el área de quesería.

1.5 Formulación del problema

¿Con qué frecuencia se presenta la inestabilidad no ácida (LINA) y ácida (SILA) en la leche cruda bovina, y cuáles son las características microbiológicas asociadas a la inestabilidad de la leche?

1.6 Objetivo General

Identificar la inestabilidad e incidencia de la leche no ácida (LINA) y ácida (SILA), obteniendo la frecuencia y su caracterización de acuerdo con el perfil bacteriano.

1.7 Objetivo Específicos

- Determinar la frecuencia de la leche inestable no ácida (LINA) y ácida (SILA) en el predio lechero de la Hacienda Mérida.
- Estudiar el perfil bacteriano de la leche cruda almacenada en los bidones de leche en la Hacienda Mérida.
- Identificar los principales factores predisponentes que contribuyen a la inestabilidad de la leche cruda bovina en el sistema de producción de la Hacienda.

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.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

La estabilidad térmica de la leche cruda representa un parámetro decisivo dentro de la industria láctea, sobre todo en procesos asociados a la elaboración de derivados. Para estimar dicha propiedad se emplea de forma rutinaria la prueba de alcohol como indicador de desempeño tecnológico. Sin embargo, durante los últimos años se ha observado un aumento de leche inestable no ácida, la cual mantiene acidez aparente normal, pero pierde estabilidad al calentarse. Investigaciones recientes, como las reportadas por Martins et al. (2024), señalan la necesidad de reajustar los límites de esta prueba, generando falsos positivos con impacto en la valoración comercial

La inestabilidad de la leche, tanto ácida (SILA) como no ácida (LINA), depende de múltiples factores fisicoquímicos, incluyendo la acidez titulable. Martins et al. (2024) demostraron que al analizar leche con concentraciones de alcohol de 72% y 78%, la desestabilización no se asocia únicamente con incrementos de acidez, sino también con modificaciones en lactosa y minerales, afectando la organización del micelio de caseína. Estos resultados indican que la coagulación temprana no se debe exclusivamente a bacterias lácticas, sino que las variaciones en la composición nutricional y mineral de la leche ejercen una influencia significativa sobre su estabilidad térmica, funcionalidad y desempeño durante procesos industriales.

Las variaciones ambientales y las estrategias de manejo repercuten significativamente en la estabilidad láctea. Se ha registrado que durante el verano y en sistemas de pastoreo con suplementación, la incidencia de leche inestable aumenta, posiblemente por el estrés térmico y cambios en el metabolismo del animal. Estudios desarrollados en Brasil muestran que tanto el tipo de sistema productivo como la etapa de lactancia, ya sea inicial o terminal, afectan la concentración de calcio y la relación caseína/proteína, lo que influye de manera directa en la estabilidad coloidal y en las propiedades funcionales de la leche (Schmitz et al., 2024).

Desde un enfoque microbiológico, la estabilidad de la leche se encuentra directamente influenciada por la salud mamaria y el conteo de células somáticas (CCS). Elevados CCS, asociados con mastitis subclínica, interfieren en la síntesis

de proteínas lácteas, particularmente caseínas, y reducen el calcio disponible, favoreciendo la desestabilización. Asimismo, la presencia de bacterias psicótrofas durante almacenamiento o transporte inapropiado induce la producción de enzimas termoestables, como proteasas y lipasas, capaces de alterar la estructura proteica, comprometiendo tanto la estabilidad como las propiedades funcionales y la calidad de la leche cruda (Felipus et al., 2022).

Recientemente, las técnicas de análisis microbiológico han evolucionado hacia métodos más completos y exactos. Estudios recientes, como el de Darwesh et al. (2025), indican que las poblaciones microbianas presentes en la leche de tanques de acopio afectan adversamente la acidez y la capacidad de coagulación, siendo determinantes para entender la influencia de los factores microbianos en el desarrollo de leche inestable ácida (SILA) y no ácida (LINA).

Se sugiere que el estudio de la inestabilidad láctea integre de manera completa no solo los análisis fisicoquímicos, sino también la salud de la glándula mamaria, la nutrición del ganado, el bienestar animal y las estrategias de procesamiento. La combinación de información de laboratorio con las condiciones reales de producción posibilita predecir la aparición de leche inestable, optimizar la calidad del producto y reducir pérdidas económicas, consolidando el análisis de SILA y LINA como instrumento fundamental en la administración moderna y eficiente de los sistemas lecheros.

2.2 Bases científicas y teóricas de la temática.

2.2.1 Leche

La leche se define fisiológicamente como la secreción de las glándulas mamarias. De acuerdo con Gerardo (2005), representa el producto obtenido mediante un ordeño higiénico de una o varias hembras de ganado lechero que mantienen una nutrición adecuada y un estado de salud óptimo, asegurando su calidad, inocuidad y valor nutricional.

Según Muela (2023), la leche cruda se obtiene directamente del ordeño de vacas sin ningún tipo de procesamiento térmico. Su recolección se realiza bajo estrictos controles sanitarios, preservando íntegramente su composición original, sin adición ni extracción de componentes y sin presencia de calostro u otras sustancias externas. Esta leche no debe superar los 40 °C, excepto durante el

enfriamiento para su conservación, con el propósito de mantener sus propiedades nutricionales, físicas y químicas intactas, asegurando la calidad, seguridad y funcionalidad del producto en su forma natural.

2.2.2 Composición físico-química de la leche

De acuerdo con Antonio (2021), las características fisicoquímicas de la leche bovina abarcan densidad, punto de congelación, pH, acidez, viscosidad, peso específico y contenido energético, factores que condicionan su calidad, estabilidad tecnológica y valor nutricional durante la producción, procesamiento y consumo humano.

Tabla 1.

Requisitos físicos-químicos de la leche cruda.

Requisitos	Min.	Máx.
Grasa (%)	3	-
Proteínas (%)	2.9	-
Sólidos totales (%)	11.2	-
Sólidos no grasos (%)	8.2	-
Cenizas (%)	0.65	-
Densidad relativa (20°C g/ml)	1.028	1.032
Acidez titulable como ácido láctico	0.13	0.17
Punto de congelación (°C)	0.536	0.512

Fuente: (INEN, 2012).

2.2.3 Calidad de leche

La evaluación de la calidad de la leche se centra en dos aspectos esenciales: su composición y su estado higiénico-sanitario. En términos de calidad composicional, se consideran las propiedades fisicoquímicas, determinadas a partir de parámetros como sólidos totales, contenido de grasa y proteínas. Estos elementos no solo definen su valor nutritivo, sino también su idoneidad tecnológica para la elaboración de diferentes productos lácteos (Delgado-Callisaya et al., 2016).

Para garantizar la calidad de la leche, resulta imprescindible efectuar análisis de laboratorio de manera continua empleando muestras representativas. Si se

detectan anomalías visibles, como grumos o coágulos, se debe inspeccionar la ubre del animal para localizar el cuarto mamario comprometido y evitar afectaciones en la producción (Acuña, 2021).

Los distintos tipos de microorganismos tienden a colonizar zonas específicas de la ubre, mostrando variaciones en su incidencia según la fase de lactancia. Por ello, resulta fundamental reforzar las medidas de control con registros detallados de la rutina de ordeño, la limpieza del ganado, el mantenimiento de equipos y la higiene de instalaciones y áreas de descanso, asegurando condiciones sanitarias adecuadas que reduzcan la contaminación y mantengan la calidad de la leche durante todo el ciclo productivo (Acuña, 2021).

2.2.4 Normalidad de la leche de acuerdo a la coagulabilidad de las proteínas.

La estabilidad de las proteínas lácteas se define como la capacidad de la leche para conservar sus componentes proteicos sin evidenciar fenómenos de floculación o coagulación, aun cuando es sometida a condiciones evaluativas como la aplicación de calor o la adición de alcohol, siempre que la acidez se mantenga dentro de límites fisiológicos. Desde este enfoque, una leche clasificada como normal y apta para el procesamiento es aquella en la que las proteínas, en especial las micelas de caseína, preservan su organización coloidal, reflejando la ausencia de alteraciones derivadas de procesos infecciosos, desbalances minerales o acidificación anormal. En consecuencia, la estabilidad proteica constituye un parámetro fundamental para estimar tanto la calidad sanitaria como la idoneidad tecnológica de la leche cruda (AGROCALIDAD, 2013; Hanuš et al., 2021).

2.2.5 Composición de la leche

2.2.5.1 Agua.

El agua ejerce una función esencial en la estabilidad física de la leche, favoreciendo la emulsión de las grasas y la dispersión de las proteínas. Su contenido se encuentra condicionado principalmente por la cantidad de lactosa y grasa presentes. De igual manera, la producción láctea en vacas depende de un suministro hídrico suficiente, ya que su restricción o déficit provoca una reducción significativa en el volumen de leche generado diariamente, afectando directamente el rendimiento productivo y la calidad del fluido lácteo (Muela, 2023).

La leche cruda contiene principalmente agua, representando entre el 85,3 % y el 88,7 % de su volumen, lo que corresponde a cerca de 850 a 880 gramos por litro. Esta proporción acuosa es fundamental, ya que constituye la fase líquida de la leche y permite que grasas, proteínas, carbohidratos y minerales se mantengan disueltos y en equilibrio dentro de la emulsión (Antonio, 2021).

2.2.5.2 Proteína.

La proteína contenida en la leche cumple una función clave en la alimentación de las crías, al suministrar aminoácidos esenciales para el desarrollo adecuado de los músculos y tejidos. Su proporción puede variar considerablemente durante el periodo de lactancia, alcanzando valores máximos durante los primeros días posteriores al nacimiento (Corte, 2022).

Según López (2023), la leche de vaca posee entre 3 % y 4,1 % de proteínas, variando según la raza. Estas se presentan como caseínas, proteínas solubles (seroproteínas) y compuestos nitrogenados no proteicos. Su alta digestibilidad y valor biológico aseguran el aporte necesario de aminoácidos en la dieta humana, mientras que estudios sugieren que también pueden actuar como moduladores del crecimiento, favoreciendo el desarrollo de tejidos y órganos, además de participar en la regulación metabólica, reforzando así tanto la función nutritiva como la fisiológica en quienes consumen regularmente este alimento.

2.2.5.3 Grasa.

Según Rodríguez (2020), la grasa de la leche constituye entre 3 % y 4 % de su composición total, siendo principalmente producida por las células secretoras de la glándula mamaria. Se encuentra en glóbulos minúsculos de 0,1 a 0,22 micrones, dispersos en la fase acuosa y recubiertos por una membrana de fosfolípidos que impide su agregación, favoreciendo una distribución homogénea. Esta estructura asegura la estabilidad de la emulsión láctea y resulta fundamental para preservar sus características nutricionales, sensoriales y funcionales durante el almacenamiento, transporte y procesamiento industrial.

2.2.5.4 Hidratos de carbono.

Según Sánchez y Gutiérrez (2022), los carbohidratos son componentes esenciales de la materia seca de la leche, predominando la glucosa y la

galactosa como azúcares simples, mientras que otros monosacáridos están presentes en proporciones menores dentro de su composición.

De acuerdo con Torres y Orozco (2013), los carbohidratos representan cerca del 4 % de la leche, destacando la lactosa como el azúcar principal, la cual es hidrolizada por la enzima lactasa en monosacáridos, permitiendo su absorción eficiente por el organismo humano.

2.2.6 Factores que afectan la calidad de la leche

2.2.6.1 SILA.

De acuerdo con Mendoza y Patricia (2019), el síndrome de inestabilidad de la leche ácida (SILA) consiste en múltiples cambios en la composición y propiedades fisicoquímicas de la leche, que comprometen la producción de derivados lácteos, disminuyen su rendimiento y se relacionan con desequilibrios metabólicos del rumen que afectan la síntesis mamaria.

Según Manske et al., (2021), la SILA se identifica por la formación de coágulos o flóculos en la leche con pH menor a 6,4, evaluable mediante pruebas alcohólicas, normalmente vinculada a contaminación microbiana o procesos de fermentación que desestabilizan el medio.

2.2.6.2 LINA.

La inestabilidad de la leche no ácida (LINA) comprende un conjunto de alteraciones en las propiedades físico-químicas de la leche que, aunque su pH se mantenga dentro de valores normales (6,5–6,8), reflejan desajustes en su estructura proteica. El rasgo distintivo de este trastorno es la pérdida de estabilidad de la caseína, que genera una reacción positiva en la prueba del alcohol, evidenciando modificaciones en la emulsión proteica sin que se produzca un aumento real de la acidez láctea.

Mendoza y Patricia (2019), apoyándose en estudios anteriores, indican que la LINA provoca alteraciones en la composición de la leche, registrándose casos en los que esta mostraba inestabilidad en la prueba de alcohol, a pesar de mantener niveles de acidez dentro de los rangos normales.

2.2.7 Evaluación de la calidad de la leche

La evaluación de la calidad de la leche se efectúa mediante estudios fisicoquímicos y microbiológicos, garantizando su seguridad para consumo humano y su idoneidad en procesos industriales y tecnológicos.

2.2.7.1 Prueba pH Titulable.

La acidez de la leche se relaciona con la concentración de ácido láctico presente y se expresa habitualmente en grados Dornic (°D), determinados mediante métodos de titulación analítica. Asimismo, el pH constituye un parámetro esencial para estimar la tendencia ácida o alcalina del medio. En productos lácteos frescos, este valor suele mantenerse ligeramente ácido, con rangos aproximados entre 6,65 y 6,71 bajo controles sanitarios adecuados durante procesos normales de comercialización.

La medición del pH depende del comportamiento térmico, dado que por cada grado de temperatura se registra un aumento de 0,01 unidades. Aunque el efecto es reducido, permite detectar cambios fisicoquímicos asociados a la calidad de la leche (Muela, 2023).

2.2.7.2 Prueba de alcohol.

La prueba con alcohol se utiliza como procedimiento analítico para valorar la frescura y el estado sanitario de la leche, debido a que permite detectar acidez elevada, acidez reducida, presencia de calostro o signos de mastitis, además de evaluar la estabilidad del producto frente a procesos térmicos intensos aplicados durante la fabricación industrial de leche evaporada, condensada, pasteurizada o esterilizada (Espinoza, 2025).

La leche recién obtenida y de calidad superior exhibe un pH bajo y estable, usualmente entre 6,5 y 6,8, reflejando su frescura y consistencia química. Por el contrario, la leche de vacas con mastitis muestra un comportamiento alcalino con pH superior a 7,6, mientras que el calostro, primera secreción tras el parto, presenta mayor acidez, situándose entre 6 y 6,4, lo que evidencia variaciones notables en la composición y características fisicoquímicas de las distintas formas de leche (León, 2012).

2.2.7.3 Evaluación Microbiología.

La identificación de bacterias patógenas en la leche ha constituido un desafío sanitario desde el desarrollo de la industria lechera. El consumo de leche y productos lácteos puede transmitir múltiples enfermedades, particularmente cuando se trata de leche cruda o sin pasteurizar, la cual ha funcionado tradicionalmente como un medio efectivo para la diseminación de microorganismos infecciosos que representan un riesgo directo para la salud humana, siendo este factor crítico en la seguridad alimentaria y control microbiológico del producto lácteo (Mubarack et al., 2010).

2.2.7.3.1 Bacterias Coliforme.

Los coliformes, pertenecientes a la familia *Enterobacteriaceae*, son bacilos cortos con capacidad de crecimiento tanto en condiciones aerobias como anaerobias. Se encuentran habitualmente en el tracto intestinal de humanos y animales, así como en ambientes contaminados como estiércol, suelos, aguas residuales y ciertas plantas. Su desarrollo óptimo ocurre cerca de 37 °C, y al fermentar azúcares producen ácido láctico, CO₂ e hidrógeno, generando olores y sabores indeseables; *Escherichia coli* se utiliza como marcador de contaminación e higiene insuficiente (Aguirre, 2016).

2.2.7.3.2 Bacterias Mesófilas.

Las bacterias mesófilas representan un grupo de microorganismos empleado como marcador clave de la calidad microbiológica de la leche y sus derivados, dado que su detección indica posibles fallas higiénicas durante el ordeño, almacenamiento o procesamiento. Se desarrollan en un rango de temperatura de 20 a 45 °C, con un óptimo cercano a 32 °C, e incluyen múltiples especies capaces de inducir deterioro y enfermedades en productos lácteos, constituyendo un indicador esencial para la seguridad y control sanitario de estos alimentos (Freitas et al., 2009).

2.2.7.3.3 Bacterias Termodúricas.

Ribeiro-Júnior et al., (2020) indican que determinados microorganismos pueden persistir y mantenerse activos en la leche pese a tratamientos térmicos

como la pasteurización. Su capacidad de resistencia representa un desafío para la industria láctea, dado que pueden descomponer proteínas y grasas, comprometiendo la calidad y acortando la vida útil del producto. Aunque suelen encontrarse en concentraciones bajas, estas pueden afectar negativamente si las condiciones favorecen su multiplicación, por lo que un control higiénico exhaustivo desde el ordeño hasta la producción es esencial para reducir su presencia en la leche cruda.

2.2.8 Infección intramamaria subclínica

La infección intramamaria subclínica se distingue por no presentar signos visibles, mientras la leche conserva un aspecto aparentemente normal. Durante la infección, las bacterias responsables pueden difundirse entre los animales del establo, incrementando el riesgo de contagio. Asimismo, la afectación de la glándula mamaria provoca no solo una disminución en la producción de leche, sino también alteraciones en sus componentes esenciales, comprometiendo su calidad y propiedades nutricionales (Luis & Rocío, 2018).

Keane (2019) indica que las infecciones por bacterias pueden manifestarse de manera diversa, y su identificación se efectúa a través del conteo de células somáticas (CCS), principal marcador de inflamación en la glándula mamaria, compuesto aproximadamente por un 75 % de leucocitos y un 25 % de células epiteliales.

2.3 Marco legal

MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA, ACUACULTURA Y PESCA, 2013

Art. 1.- Objeto.- Asegurar la calidad e inocuidad en los procesos de producción, manipulación, elaboración y comercialización de la leche y sus derivados para garantizar el acceso a los mercados y la salud de los consumidores, delimitando las competencias de las instituciones para regular y controlar la cadena de producción de la leche y sus derivados; enmarcadas en el fomento, promoción y desarrollo de la producción higiénica y eficiente, con el fin de proteger la salud, la seguridad alimentaria de la ciudadanía y prevenir las prácticas inadecuadas que puedan inducir a error, confusión o engaño a los consumidores.

Art. 4.- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP): Será responsable de Inspeccionar y controlar la producción, acopio, transporte y la comercialización en la etapa de producción primaria de la leche, para lo cual deberá:

a) Generar y difundir información y estudios especializados que contribuyan al desarrollo del sector lácteo y que transparente los mercados mediante precio justo en finca.

b) Implementar mecanismos de control en la recolección y transportación de leche cruda a los centros de acopio y/o plantas procesadoras, por el MAGAP a través de AGROCALIDAD.

Art. 12.- Recolección de la leche:

1. La leche cruda debe cumplir con lo establecido en las Normas Técnicas vigentes en el ámbito de competencia de cada una de las Partes, previo a la recepción en los centros de acopio o plantas procesadoras lácteas;
2. La leche deberá recolectarse en recipientes de acero inoxidable o aluminio, destinados exclusivamente para este objeto y que protejan al producto leche cruda de la contaminación ambiental;
3. Todas las personas que estén en contacto y manipulen leche cruda al momento de su recolección, deberán cumplir con lo estipulado en la Guía de Buenas Prácticas Pecuarias de Producción de Leche emitida por AGROCALIDAD.

Art. 13.- La leche ordeñada y filtrada se enfriará inmediatamente a una temperatura no superior a 4 grados centígrados +/- 2 grados centígrados, y se mantendrá en estas condiciones durante el almacenamiento en finca. En el caso del ordeño de la tarde, se podrá consolidar con la leche del ordeño del día siguiente, para su entrega.

Únicamente cuando se cuente con equipos de enfriamiento, que permitan mantener de forma prolongada la leche ordeñada, bajo condiciones uniformes, dentro del rango citado de temperatura, se podrá consolidar un volumen máximo de hasta 3 ordeños, antes de su entrega.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA, 2021

Artículo 3.- La leche cruda recolectada debe cumplir con los requisitos establecido en la Norma NTE INEN 9 o su modificatoria.

Artículo 24.- Las industrias lácteas, deben realizar todas las pruebas que ejecuta la Agencia con respecto a parámetros de inocuidad para recibir la leche cruda antes de su procesamiento. Cuando la industria láctea, no pueda realizar todos los análisis en su laboratorio propio, se debe contar con un documento que demuestre la realización de los análisis en un laboratorio externo perteneciente a la red de laboratorios de la Agencia o en el laboratorio de la misma.

Las pruebas de parámetros de inocuidad que realiza la Agencia para la leche cruda, son los contemplados en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 9 “Leche Cruda. Requisitos” en su revisión vigente o sus modificatorias, las cuales son:

- Temperatura,
- Características organolépticas (color, olor y aspecto),
- Estabilidad proteica (prueba de alcohol),
- Densidad relativa,
- Acidez titulable como ácido láctico,
- Conservantes: peróxidos y cloruros,
- Neutralizantes,
- Adulterantes: sacarosa, almidón y suero de leche,
- Antibióticos: betalactámicos, tetraciclinas, sulfamidas, aminoglucósidos y otros que lo considere la Autoridad Nacional Competente (la Agencia) y/o las industrias lácteas dentro de su proceso),
- Contaminantes (aflatoxinas y plomo),
- Recuento de microorganismos aerobios mesófilos,
- Recuento de células somáticas,
- Y otros que lo considere la Agencia y/o las industrias lácteas dentro de su proceso.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Enfoque de la investigación

El estudio se llevó a cabo con un enfoque cuantitativo, orientado a la recopilación y análisis de datos numéricos relacionados con parámetros como pH, prueba de titulación y prueba de alcohol. Paralelamente, se investigaron aspectos microbiológicos, abarcando bacterias coliformes, mesófilas y termodúricas, lo que permitió evaluar de manera rigurosa y técnica la estabilidad de la leche clasificada como ácida (SILA) y no ácida (LINA).

3.1.1 *Tipo y alcance de la investigación.*

El estudio llevado a cabo fue de tipo descriptivo, enfocado en identificar y analizar las características del pH y los parámetros microbiológicos de muestras de leche cruda con inestabilidad, diferenciadas en leche inestable ácida (SILA) y no ácida (LINA). Las muestras se obtuvieron directamente de los tanques de la Hacienda Mérida, y a través de esta caracterización se examinó cómo los distintos factores influían en la estabilidad de la leche cruda, proporcionando información clave para garantizar su calidad, minimizar pérdidas en la cadena productiva y mejorar los procesos de producción lechera de manera segura y eficiente. Mediante un alcance correlacional se estableció significancia estadística entre la inestabilidad de la leche con la condición corporal y grupos de producción.

3.1.2 *Diseño de investigación.*

El estudio se ejecutó bajo un enfoque no experimental, dado que no se modificaron deliberadamente las variables. Se realizaron la observación, recolección y análisis de los datos tal como se presentaron en el entorno natural del predio lechero, registrando las condiciones reales de producción.

3.2 Metodología

3.2.1 *Variables*

3.2.1.1 **Variables dependientes.**

Condición Corporal

Grupos de Producción

3.2.1.2 Variables independientes.

Presencia de bacterias mesófilas

Presencia de bacterias coliformes

Presencia de bacterias termodúricas

Prevalencia de LINA

Prevalencia de SILA

Resultado de acidez titulable (°Dornic)

Resultados de la prueba de alcohol

3.2.2 Matriz de operacionalización de variables

Tabla 2.

Operacionalización de las variables dependientes.

Variable dependiente			
Variables	Tipo	Nivel de medida	Descripción
Prevalencia de LINA	Cualitativo	Ordinal	Considerando los distintos métodos utilizados para determinar la inestabilidad proteica de la leche sin acidez.
Prevalencia de SILA	Cualitativo	Ordinal	Identificar la inestabilidad proteica en la leche con acidez, la información se presenta según el tipo de muestreo aplicado.
Acidez titulable (°Dornic)	Cuantitativo	Ordinal	La acidez será verificada y cuantificada mediante la prueba de fenolfateleina, la cual se fundamenta en la cantidad de hidróxido de sodio requerida para neutralizar el pH de la muestra. El resultado se expresará en grados Dornic
Prueba de alcohol	Cualitativo	Nominal	La leche tiende a coagular en presencia de alcohol; mientras mayor sea el porcentaje necesario para provocar la precipitación, mejor será la inestabilidad de la caseína.

Elaborado por: Espinoza, 2026.

Variable dependiente			
Variables	Tipo	Nivel de medida	Descripción
Bacterias Mesófilas	Cuantitativa	Continua	Las bacterias Mesófilas son microorganismos de origen ambiental que proliferan en la leche cuando existen deficiencias en el proceso de enfriamiento o en las prácticas de higiene durante el manejo del producto.
Bacterias Coliformes	Cuantitativa	Continua	Estas bacterias pueden encontrarse en la materia fecal, en el entorno del predio lechero y proliferar debido a fallar en la rutina de ordeño.
Bacterias termodúricas	Cuantitativa	Continua	Son microorganismos capaces de sobrevivir a las temperaturas utilizadas durante la pasteurización.

Elaborado por: Espinoza, 2026.

Tabla 3.

Operacionalización de las variables independientes.

Variable independiente			
Variables	Tipo	Nivel de medida	Descripción
Condición corporal	Cuantitativa	Ordinal	La condición corporal es un indicador visual y táctil del estado nutricional y de las reservas energéticas de la vaca. En vacas lecheras Gyrolando, una condición corporal adecuada para mantener el bienestar animal teniendo una escala de 1 – 5. Donde lo óptimo es 3.0 – 3.5.
Grupo de producción	Cualitativa	Ordinal	Rangos de litros de leche por grupos de ordeño. <ul style="list-style-type: none"> - Grupo 1: Alta 21 – 28 litros - Grupo 2: Media 16 – 20 litros - Grupo 3: Baja 13 – 15 litros

Elaborado por: Espinoza, 2026.

3.2.3 Recolección de datos

3.2.3.1 Recursos.

3.2.3.1.1 Recursos Materiales.

- Mandil
- Guantes
- Etiquetas
- Envases estériles
- Tubos de ensayo
- Geles refrigerantes
- Marcadores
- Papel aluminio
- Hielera
- Peachímetro

3.2.3.1.2 Recursos Bibliográficos.

- Tesis
- Libros
- Artículos de investigación
- Sitios web
- Fichas técnicas

3.2.3.1.3 Recursos Humanos.

- Director de tesis: Dr. Fabrizio Javier Arcos Alcívar, MSc. Docente UAE.
- Docente estadístico: MVZ. Verónica Macias Castro, MSc. Docente UAE.
- Investigador: Samantha Magdalena Espinoza Guale

3.2.3.1.4 Recursos Económicos.

- Estos fueron gestionados por el autor de la investigación.

3.2.3.2 Métodos y técnicas.

La investigación se llevó a cabo siguiendo el método científico, incorporando un enfoque cuantitativo con estrategias descriptivas y correlacionales, con el objetivo de evaluar de manera objetiva los parámetros de pH y microbiológicos. Para lograr los propósitos establecidos, se aplicaron técnicas como observación directa en campo, muestreo aleatorio y análisis de las muestras empleando métodos de laboratorio especializados.

Las muestras de leche cruda se obtuvieron directamente de los bidones de 50 litros destinados al almacenamiento, siguiendo protocolos de higiene estrictos que aseguraron su representatividad y evitaron contaminaciones externas. Posteriormente, se realizó en laboratorio el análisis de pH mediante técnicas especializadas, que comprendieron la medición de pH, la determinación de acidez titulable mediante valoración con hidróxido de sodio (NaOH) y la evaluación de la estabilidad proteica mediante pruebas con alcohol al 72%.

Para la medición del pH se utilizó un peachimetro digital directamente en la muestra de leche durante 3 minutos hasta que marque el valor numérico, estableciendo la inestabilidad de la leche a partir del rango de referencia de 6,6 a 6,8.

Para el análisis microbiológico, se realizaron cultivos en medios selectivos con el objetivo de determinar la presencia de bacterias mesófilas, coliformes y termodúricas, aplicando métodos de cultivo diferencial como agar sangre y agar MacConkey que facilitaron la cuantificación de la carga bacteriana y la identificación de su potencial patógeno en la leche.

Procedimientos de las pruebas:

PRUEBA DE ALCOHOL (León, 2012).

- Se realizó utilizando alcohol al (75%) y leche cruda.
- Se utiliza 1 ml de leche cruda y 1 ml de alcohol al (75%).
- Se mezcla y observa si la leche reacciona
- Positivo: Leche con grumos
- Negativo: Leche sin grumos

ACIDEZ TITULABLE (°Dornic) (Muela, 2023).

Se realizó utilizando hidróxido de sodio 1N, Fenolftaleína, Agua destilada y leche cruda.

Se utiliza una bureta llenándola 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

Se mezcla todo y se abre la llave de la bureta, gota a gota hasta que la leche cambie a color rosa. Se observa cuanto hidróxido de sodio se utilizó de la bureta y se transforma lo que marca multiplicando (x10) y ese será los °Dornic.

MEDICION DE PH (Ruth, 2010)

Se utilizó medidor de pH / temperatura portátil YY-1033

Con el dispositivo se media los niveles de pH tanto del tanque como de las muestras recolectadas.

Se categorizó en temperaturas 24 - 29 °C.

EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA (Mubarack et al., 2010).

Se utilizó cultivos en agares sangre y agares MacConkey

Con las muestras de leche se tomó y se cultivó en una incubadora de laboratorio x48 horas a una temperatura de 40 grados centígrados

Se encontró tanto Mesófilos, Termodúricos y Coliformes

3.2.4 Población y muestra

3.2.4.1 Población.

El estudio consideró como población el 100% de los bovinos presentes en la Hacienda Mérida, utilizando la leche como muestra, la cual se recolectó directamente en el predio lechero de la Hacienda Mérida, ubicado en el recinto Cerecita de la provincia del Guayas.

3.2.4.2 Muestra.

Se recolectaron 72 muestras de leche por cada grupo de producción durante un período de doce semanas, realizando la toma dos veces por semana en cada tanque respectivo. Los grupos se establecieron como Grupo 1: alta producción (21-28 L), Grupo 2: media producción (16-20 L) y Grupo 3: baja producción (13-15 L), seleccionando las muestras de manera aleatoria de los bidones. El procedimiento se efectuó bajo estrictas condiciones asépticas, empleando recipientes estériles y asegurando la conservación de la cadena de frío durante su traslado al laboratorio. Finalmente, según su medición en el pHmetro, se

clasificaron como leche inestable ácida (SILA) o no ácida (LINA) para el análisis microbiológico.

3.2.5 Análisis estadístico

Para el análisis de los datos se empleó un enfoque descriptivo mediante tablas de frecuencia y la prueba de chi-cuadrado, implementando Microsoft Excel para organizar la información y efectuar comparaciones entre las variables dependientes, incluyendo frecuencias, perfil microbiológico y factores predisponentes, tales como condición corporal y los grupos de producción definidos: Grupo 1: alta producción (21-28 L), Grupo 2: media producción (16-20 L) y Grupo 3: baja producción (13-15 L) de leche, lo que permitió evaluar de manera precisa la relación entre las propiedades de la leche y los factores que influenciaron su estabilidad y calidad microbiológica.

4 RESULTADOS

4.1 Determinar la frecuencia de la leche inestable no ácida (LINA) y ácida (SILA) en el predio lechero de la Hacienda Mérida.

Tabla 4.

Frecuencia de la leche inestable ácida (SILA) en el predio lechero de la hacienda Mérida.

SILA	Positivo FA (FR%)	Negativo FA (FR%)	Total FA (FR%)
Grupo 1	19 (26%)	53 (74%)	72 (100%)
Grupo 2	22 (31%)	50 (69%)	72 (100%)
Grupo 3	19 (26%)	53 (74%)	72 (100%)

Elaborado por: Espinoza, 2026.

La tabla 4 se observa la frecuencia de leche inestable ácida en vacas clasificadas según su nivel de producción. El Grupo 1, correspondiente a alta producción (21–28 litros), se registraron 19 casos de leche inestable ácida (SILA), lo que representa el 26 %, mientras que en el Grupo 2, integrado por animales de producción media (16–20 litros), se observaron 22 muestras positivas a SILA, representando el 31 %, y por último el Grupo 3, de baja producción (13–15 litros), presentó también 19 casos.

Tabla 5.

Frecuencia de la leche inestable no ácida (LINA) en el predio lechero de la hacienda Mérida.

LINA	Positivo FA (FR%)	Negativo FA (FR%)	Total, FA (FR%)
Grupo 1	53 (74%)	19 (26%)	72 (100%)
Grupo 2	50 (69%)	22 (31%)	72 (100%)
Grupo 3	53 (74%)	19 (26%)	72 (100%)

Elaborado por: Espinoza, 2026.

La tabla 5 se observa la frecuencia de leche inestable no ácida en vacas clasificadas según su nivel de producción. En el Grupo 1 se registró que la leche inestable no ácida (LINA) alcanzó 53 casos, equivalentes al 74 %, mientras que en

el Grupo 2 se observaron 50 muestras de LINA, correspondientes al 69 %. Por su parte, el Grupo 3 presentó 53 casos de LINA (74 %).

Tabla 6.

Frecuencia de la leche normal en casos LINA de acuerdo a la coagulabilidad de las proteínas.

LINA	Con coagulabilidad	Sin coagulabilidad	Total, FA (FR%)
Grupo 1	0 (0%)	53 (100%)	53 (100%)
Grupo 2	0 (0%)	50 (100%)	50 (100%)
Grupo 3	0 (0%)	53 (100%)	53 (100%)

En la tabla 6 se puede observar que las muestras que dieron positivo a LINA determinada a través de un pH superior a 6,6, en todos los grupos no se presentó casos de coagulación de proteína lo cual es indicativo de leche normal.

Tabla 7.

Frecuencia de la inestabilidad de la leche ácida mediante la prueba de alcohol.

Prueba de alcohol	Ácida (FG) FA (FR%)	Leche normal (SFG) FA (FR%)	Total FA (FR%)
Grupo 1	19 (26%)	53 (74%)	72 (100%)
Grupo 2	22 (31%)	50 (69%)	72 (100%)
Grupo 3	16 (22%)	56 (78%)	72 (100%)

Nota: FG: formación de grumos; SFG: sin formación de grumos.

Elaborado por: Espinoza, 2026.

En la tabla 7 se puede observar que, mediante la prueba de alcohol, en el Grupo 1 se registraron 19 muestras con inestabilidad ácida de la leche, evidenciada por la formación de grumos en la prueba de alcohol (SILA), lo que corresponde al 26 %, mientras que 53 muestras no presentaron formación de grumos, clasificándose como leche normal, con una frecuencia del 74 %. En el Grupo 2 se observaron 22 casos de SILA, equivalentes al 31 %, y 50 casos de leche normal, que representaron el 69 %. Por su parte, el Grupo 3 presentó 16 muestras con SILA (22 %) y 56 con leche normal (78 %). Al comparar los tres grupos, se evidencia que la leche normal predomina sobre la leche inestable ácida en todos los niveles de

producción, siendo más marcada en el Grupo 3, mientras que la mayor proporción relativa de SILA se observa en el Grupo 2.

Tabla 8.

Frecuencia de la inestabilidad de la leche ácida mediante la prueba pH titulable Dornic.

Prueba pH Titulable °D	SILA: ácido <15 FA (FR%)	Leche normal FA (FR%)	Total, FA (FR%)
Grupo 1	4 (6%)	68 (94%)	72 (100%)
Grupo 2	8 (11%)	64 (89%)	72 (100%)
Grupo 3	5 (7%)	67 (93%)	72 (100%)

Elaborado por: Espinoza, 2026.

Mediante la prueba de pH titulable Dornic, la Tabla 8 presenta la frecuencia de la inestabilidad de la leche ácida en los diferentes grupos de producción. En el Grupo 1 se registraron cuatro muestras de leche inestable ácida (SILA), correspondientes al 6 %, mientras que la leche normal alcanzó 68 muestras, equivalentes al 94 %. En el Grupo 2 se identificaron ocho casos de SILA, representando el 11 %, y 64 casos de leche normal, con una frecuencia del 89 %. Por su parte, el Grupo 3 presentó cinco muestras clasificadas como SILA (7 %) y 67 como leche normal (93 %). Al comparar los grupos, se observa que la leche normal predomina en todos los niveles productivos, mientras que el Grupo 2 concentra la mayor proporción de SILA en relación con los demás grupos.

Tabla 9.

Promedio del pH de la leche mediante las pruebas pH metro y prueba titulable de Dornic.

	pH metro		Prueba pH Titulable °D	
	Media	Desviación estándar ±	Media	Desviación estándar ±
Grupo 1	6.49	0.34	17.39	1.41
Grupo 2	6.43	0.38	17.65	1.69
Grupo 3	6.50	0.35	17.33	1.48

Elaborado por: Espinoza, 2026.

La Tabla 9 muestra los promedios del pH de la leche determinados mediante pH-metro y la prueba titulable de Dornic en los distintos grupos de producción. En el Grupo 1, el pH medido con pH-metro presentó una media de 6,49 con una desviación estándar de 0,34, mientras que la prueba de Dornic registró un promedio de 17,39 °D con una variabilidad de 1,41. En el Grupo 2, el pH-metro arrojó una media de 6,43 ($\pm 0,38$) y el pH titulable alcanzó 17,65 °D ($\pm 1,69$). Por su parte, el Grupo 3 mostró un pH promedio de 6,50 ($\pm 0,35$) y un valor Dornic de 17,33 °D ($\pm 1,48$).

Al comparar los promedios, se observa que los valores de pH-metro en los tres grupos se encuentran ligeramente por debajo del rango considerado normal (6,6–6,8) con el grupo 3 con el promedio más elevado, lo que sugiere una tendencia hacia mayor acidez. En contraste, los valores obtenidos mediante la prueba de Dornic se sitúan dentro del intervalo esperado de 15 a 18 °D, con el Grupo 2 mostrando el promedio más elevado. Estas diferencias indican que, aunque existen variaciones mínimas entre grupos, la leche mantiene una acidez titulable compatible con parámetros aceptables, mientras que el pH directo refleja leves desviaciones que podrían asociarse a condiciones productivas o de manejo.

4.2 Estudiar el perfil bacteriano de la leche cruda almacenada en los bidones de leche en la Hacienda Mérida.

Tabla 10.

Frecuencia y recuento de UFC de bacterias termodúricas de la leche cruda almacenada en los bidones de leche en la Hacienda Mérida.

Perfil bacteriano	Termodúricas (250-300 UFC/mL)		
	Casos	Media	D.E
Grupo 1	71 (98,61%)	171	63
Grupo 2	72 (100%)	161	83
Grupo 3	72 (100%)	155	52

Elaborado por: Espinoza, 2026.

La tabla 10 presenta el perfil bacteriano de la leche almacenada en bidones en la Hacienda Mérida, evaluando tres grupos de muestras (Grupo 1, Grupo 2 y

Grupo 3) con relación a bacterias termodúricas. Se observó una alta frecuencia de detección en los tres grupos, con 71 casos positivos para el grupo de producción 1, lo que representa el 98,61% de las muestras analizadas y 72 casos en para el grupo 2 y 3 representando el 100%. Las medias de recuento fueron de 171 UFC/mL en el Grupo 1, 161 UFC/mL en el Grupo 2 y 155 UFC/mL en el Grupo 3, con desviaciones estándar moderadas, lo que indica una variabilidad controlada entre las muestras y valores que se mantienen dentro del rango esperado para este tipo de microorganismos.

Tabla 11.

Frecuencia y recuento de UFC de bacterias mesófilas de la leche cruda almacenada en los bidones de leche en la Hacienda Mérida.

Perfil bacteriano	Mesófilas (500000-1000000 UFC/mL)		
	Casos	Media	D.E
Grupo 1	72 (100%)	113703	84846
Grupo 2	72 (100%)	82283	72879
Grupo 3	72 (100%)	79333	89659

Elaborado por: Espinoza, 2026.

La tabla 11 presenta el perfil bacteriano de la leche almacenada en bidones en la Hacienda Mérida, evaluando tres grupos de muestras (Grupo 1, Grupo 2 y Grupo 3) con relación a bacterias mesófilas. Se registró presencia en el 100% de las muestras de los tres grupos, con medias de 113703 UFC/mL en el Grupo 1, 82283 UFC/mL en el Grupo 2 y 79333 UFC/mL en el Grupo 3. Aunque las desviaciones estándar fueron elevadas, reflejando heterogeneidad entre muestras, los valores promedio se encuentran claramente por debajo del límite máximo establecido por la normativa ecuatoriana, lo que sugiere una adecuada calidad microbiológica general de la leche.

Tabla 12.
Frecuencia y recuento de UFC de bacterias mesófilas de la leche cruda almacenada en los bidones de leche en la Hacienda Mérida.

Perfil bacteriano	Coliformes (<25 UFC/mL)		
	Casos	Media	D.E
Grupo 1	72 (100%)	11,43	6,35
Grupo 2	72 (100%)	10,82	6,31
Grupo 3	72 (100%)	10,10	5.96

Elaborado por: Espinoza, 2026.

La tabla 12 presenta el perfil bacteriano de la leche almacenada en bidones en la Hacienda Mérida, evaluando tres grupos de muestras (Grupo 1, Grupo 2 y Grupo 3) con relación a bacterias coliformes. Se observó una frecuencia del 100% de detección en todos los grupos; sin embargo, las medias registradas fueron bajas, con valores de 11,43 UFC/mL en el Grupo 1, 10,82 UFC/mL en el Grupo 2 y 10,10 UFC/mL en el Grupo 3, todas claramente inferiores al valor de referencia establecido (<25 UFC/mL). Estos resultados indican que, pese a la detección generalizada de coliformes, los recuentos se mantienen dentro de los límites aceptables, reflejando una adecuada calidad higiénico-sanitaria de la leche. Asimismo, las desviaciones estándar relativamente bajas evidencian una distribución homogénea de estos microorganismos entre las muestras analizadas, sin presencia de niveles críticos que comprometan la inocuidad del producto. En conjunto, los resultados evidencian que la leche cruda almacenada en los bidones de la Hacienda Mérida presenta un perfil bacteriano aceptable desde el punto de vista microbiológico.

4.3 Identificar los principales factores predisponentes que contribuyen a la inestabilidad de la leche cruda bovina en el sistema de producción de la Hacienda.

Tabla 13.

Casos de la inestabilidad de la leche ácida y leche normal de acuerdo al factor predisponente por grupo.

Condición corporal (CC)	CC 1-2	CC 3	CC4-5
	FA (FR%)	FA (FR%)	FA (FR%)
SILA	0 (0%)	72 (100%)	0 (0%)
Leche normal	0 (0%)	72 (100%)	0 (0%)

Elaborado por: Espinoza, 2026.

La tabla 12 expone la distribución de los casos de inestabilidad de la leche ácida (SILA) y la leche normal en función de la condición corporal de los animales. Los resultados evidencian que el total de los casos registrados, tanto para SILA como para leche normal, se concentró exclusivamente en vacas con condición corporal 3 o ideal, donde se observaron 72 casos, equivalentes al 100 % en ambas categorías. En contraste, no se identificaron casos de leche ácida y normal, en animales con condición corporal baja (CC 1–2) ni en aquellos con condición corporal alta (CC 4–5), registrándose valores nulos en estas categorías. Debido a esta distribución de los datos no se puede determinar la influencia de este factor predisponente mediante un análisis de chi cuadrado.

Tabla 14.

Casos de la inestabilidad de la leche ácida y leche normal de acuerdo al factor predisponente por grupo.

Grupos de producción	SILA FA (FR%)	Leche normal FA (FR%)	Total FA (FR%)	Valor p
Grupo 1	19 (26%)	53 (74%)	72 (100%)	0.81
Grupo 2	22 (31%)	50 (69%)	72 (100%)	
Grupo 3	19 (26%)	53 (74%)	72 (100%)	

Elaborado por: Espinoza, 2026.

La tabla 13 presenta la distribución de los casos de inestabilidad de la leche ácida (SILA) y leche normal según los grupos de producción. En el Grupo 1, se registraron 19 casos de SILA, equivalentes al 26 %, mientras que la leche normal predominó con 53 casos (74 %), sobre un total de 72 muestras. De manera similar, el Grupo 2 mostró 22 casos de SILA (31 %) y 50 casos de leche normal (69 %). En el Grupo 3, la distribución fue nuevamente de 19 casos de SILA (26 %) y 53 de leche normal (74 %), predominando en todos los grupos la leche normal. Al considerar el análisis estadístico, el valor de $p = 0,81$ indica que no existen diferencias significativas entre los grupos de producción respecto a la presentación de SILA y Leche normal.

5 DISCUSIÓN

En el presente estudio se evaluaron 72 muestras agrupadas en tres categorías productivas definidas por el volumen de leche obtenido. En los tres grupos se observó un predominio marcado de la leche inestable no ácida (LINA) determinado a través de un pH superior a 6,6, sin embargo, esta fue considerada como leche normal ya que en la consistencia no presentaron coagulabilidad de las proteínas, con proporciones elevadas tanto en los estratos de alta como de baja producción, donde se alcanzó un 74 %, mientras que en el grupo de producción intermedia la frecuencia fue ligeramente menor, situándose en 69 %. Este comportamiento difiere de lo reportado en diversas investigaciones previas, en las que se describen porcentajes inferiores de LINA con coagulabilidad de proteínas. Así, Treptow Marques et al. (2007) informaron una prevalencia de 58 % tras el análisis de 9 892 muestras, Zanela et al. (2009) registraron 55,2 % en 2 396 muestras y Oliveira et al. (2011) documentaron 64,8 % en un total de 451 muestras. De forma similar, Marx et al. (2011) reportaron 68,11 % de LINA en 69 muestras de leche cruda. Asimismo, en un estudio longitudinal desarrollado durante 36 meses en la cuenca lechera de Pelotas, en el sur de Brasil, Fischer et al. (2012) analizaron 18 662 muestras y hallaron que 8 230, equivalentes al 44,1 %, resultaron positivas para LINA. Aunque las prevalencias difieran, estas fueron altas en los estudios reportados, indicando que la leche inestable no ácida con proteínas coaguladas constituye un hallazgo frecuente en los sistemas productivos evaluados y representa un problema recurrente en la calidad de la leche cruda, la cual puede estar asociado a factores nutricionales, fisiológicos y de manejo que afectan la estabilidad del producto.

La leche inestable ácida (SILA) se identificó con una frecuencia reducida dentro del conjunto de muestras evaluadas; no obstante, su mayor concentración se registró en el estrato de producción intermedia, donde alcanzó el 31 %. Este hallazgo contrasta con los resultados descritos por Romero Mendoza (2012), quien reportó una proporción superior de SILA, equivalente al 48 %, a partir del análisis de 25 muestras obtenidas en la planta procesadora Colácteos, ubicada en Pupiales, Nariño, diferencia que podría estar influida por el tamaño muestral. De manera aún más marcada, Gaibor (2025) informó una prevalencia de SILA del 90,74 % en un

total de 54 muestras, valor que se aparta de lo observado en la presente investigación.

En relación con la evaluación microbiológica de la leche cruda almacenada en bidones, se detectó crecimiento de bacterias mesófilas y coliformes en la totalidad de las muestras analizadas, y de bacterias termodúricas en el 98,61 % de ellas. No obstante, los recuentos de unidades formadoras de colonias para los tres grupos bacterianos se mantuvieron por debajo de los valores de referencia en todos los niveles de producción. Markusson (2021) La detección de aerobios mesófilos y coliformes en leche cruda constituye un indicador integral de las condiciones higiénicas durante la ordeña, el manejo y el almacenamiento, al reflejar contaminación ambiental, del equipo o de las prácticas operativas. Los aerobios mesófilos estiman la carga microbiana total capaz de crecer a temperaturas moderadas y se asocian con fallas de higiene y conservación, afectando la calidad de la leche y los productos derivados. La proliferación de este grupo en leche cruda ha sido relacionada con mayores riesgos sanitarios y menor calidad microbiana del producto. No obstante, en este estudio la carga bacteriana de estas fue baja, indicando una buena calidad microbiana de la leche. Aun con recuentos bajos, Fereja et al. (2023) indica la importancia de continuar optimizando las prácticas higiénicas en la producción primaria para garantizar la seguridad e inocuidad de la leche cruda.

En relación con las bacterias termodúricas, Martin et al. (2023) señalan que este grupo está conformado por microorganismos capaces de tolerar tratamientos térmicos moderados y persistir durante el procesamiento de la leche, influyendo en la calidad de los productos lácteos; dentro de ellos se incluyen géneros como *Bacillus* y *Microbacterium*, cuyas esporas resisten temperaturas que eliminan gran parte de la microbiota contaminante (Kikuchi et al., 1996). En la presente investigación, los valores registrados para este grupo se situaron por debajo de los límites establecidos, lo que respalda una adecuada calidad microbiológica; sin embargo, su detección reiterada pone de manifiesto la necesidad de mantener y optimizar las medidas de limpieza y manejo debido a su resistencia a temperaturas, a fin de reducir su posible impacto sobre la estabilidad y la calidad final de los productos lácteos.

Respecto a la condición corporal, los individuos evaluados en los tres grupos presentaron valores ubicados dentro de los rangos considerados adecuados, lo que

limitó la posibilidad de evidenciar una relación estadísticamente significativa entre este indicador y la inestabilidad de la leche. De acuerdo con Zhao et al. (2019), mantener una condición corporal apropiada favorece la homeostasis metabólica y disminuye la movilización excesiva de reservas energéticas, contribuyendo a una mayor estabilidad en la fracción proteica y mineral de la leche, componentes estrechamente vinculados con sus propiedades físico-químicas. En concordancia, Roche et al. (2009) señalado que animales con un estado corporal equilibrado presentan menor susceptibilidad a desórdenes nutricionales o metabólicos capaces de alterar la calidad de la leche y predisponer a la inestabilidad.

En relación con los grupos de producción, no se detectó una asociación estadísticamente significativa entre la inestabilidad de la leche y el nivel de producción ($p = 0,81$), lo que indica que el volumen de leche obtenido no constituye, por sí mismo, un factor predisponente para la presencia de leche inestable. No obstante, Treptow Marques et al. (2007) describieron una mayor frecuencia de LINA con coagulabilidad de proteínas en productores con menores volúmenes de producción de leche, patrón que coincide con lo observado en el presente estudio, donde el grupo de baja producción concentró el mayor porcentaje de este tipo de inestabilidad. Esta concordancia podría explicarse por diferencias en las prácticas de manejo y en la aplicación de los procedimientos de recolección, los cuales suelen ser menos estrictos en unidades productivas de menor escala. Por otra parte, Fischer et al. (2012) observaron que el incremento en el volumen medio de producción por propiedad se asocia con una reducción en la incidencia de LINA, especialmente en explotaciones que superan los 150 litros diarios; sin embargo, en esta investigación el grupo de alta y baja producción presentó una elevada proporción de leche normal, refutando con los resultados de dichos autores.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

En esta investigación se analizaron 72 muestras distribuidas en tres grupos de producción establecidos según la producción de leche obtenida. En todas ellas predominó la leche normal, alcanzando una frecuencia del 74 % en los grupos de alta y baja producción, mientras que en el grupo de producción media se registró en el 69 % de las muestras. Aunque la leche inestable ácida (SILA) se presentó en menor proporción, su mayor ocurrencia correspondió al grupo intermedio, donde representó el 31 % de los casos.

En relación con la evaluación microbiológica de la leche cruda almacenada en bidones, se detectó crecimiento de bacterias mesófilas y coliformes en la totalidad de las muestras analizadas, y de bacterias termodúricas en el 98,61 % de ellas. No obstante, los recuentos de unidades formadoras de colonias para los tres grupos bacterianos se mantuvieron por debajo de los valores de referencia en todos los niveles de producción, lo que sugiere una carga microbiana reducida y una adecuada calidad sanitaria general de la leche cruda.

En cuanto al análisis de la condición corporal, los animales de los tres grupos presentaron valores considerados óptimos, lo que impidió establecer una asociación significativa entre este parámetro y la inestabilidad de la leche. En cuanto a los grupos de producción, no se evidenció relación estadísticamente significativa entre el tipo de inestabilidad y el nivel de producción ($p = 0,81$), indicando que los niveles de producción de leche no constituyen un factor de riesgo para la aparición de leche inestable.

6.2 Recomendaciones

Establecer un sistema continuo de vigilancia de la inestabilidad LINA y SILA en todos los lotes de la Hacienda Mérida, articulado con información productiva y condiciones ambientales, a fin de identificar cambios tempranos, analizar patrones temporales y respaldar decisiones relacionadas con el manejo sanitario y el proceso de ordeño.

Integrar controles microbiológicos periódicos de bacterias mesófilas, coliformes y termodúricas, utilizando los datos obtenidos como herramientas

objetivas para evaluar el desempeño higiénico y optimizar, de manera oportuna, las prácticas relacionadas con el ordeño y la conservación de la leche cruda.

Fortalecer los procedimientos de higiene durante el ordeño, la limpieza de equipos y el almacenamiento en bidones, junto con programas permanentes de capacitación al personal, con el objetivo de sostener recuentos bacterianos dentro de rangos aceptables y asegurar una calidad microbiológica estable de la leche.

BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, G. E. M. (2021). *Presencia de bacterias ambientales aisladas de la leche obtenida durante el ordeño en la Hacienda Adrianita de la parroquia Churute, provincia del Guayas* [Tesis de grado, Universidad Agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MU%C3%91OZ%20ACU%C3%91A%20GABRIELA.pdf>
- AGROCALIDAD. (2013). *Manual de procedimientos para la vigilancia y control de la inocuidad de la leche cruda*. https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/leche1.pdf?utm_source
- Aguirre, M. A. (2016). *Determinación del perfil microbiológico de la leche pasteurizada a través de su línea de producción en la planta procesadora Colanta*. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/fa546090-b40d-41d5-9f97-c68b198f4c7f/content>
- Antonio, Z. C. F. (2021). *Calidad de leche a través de residuos de antibióticos y proporción grasa-proteína en el cantón Pedro Vicente Maldonado* [Tesis de grado, Universidad Agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ZAMBRANO%20COX%20FERNANDO%20ANTONIO.pdf>
- Barchiesi, C., Salinas, P. W., & Salvo-Garrido, S. (2007). Inestabilidad de la leche asociada a componentes lácteos y estacionalidad en vacas a pastoreo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42(12), 1785–1791. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007001200017>
- Corte, M. C. (2022). *Determinación de la calidad fisicoquímica de la leche cruda en bovinos* [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23660/1/UPS-CT010143.pdf>
- Darwesh, O. M., Mostafa, A., El-Sayed, H. S., & Matter, I. A. (2025). Recent technologies for detection of milk contaminants: Characterization and mechanism of action: A review article. *Discover Food*, 5(1). <https://doi.org/10.1007/s44187-025-00423-5>
- Delgado-Callisaya, P. Á., Parisaca, V., Quispe, I., Delgado, E., & Aduviri, M. (2016). Evaluación de la calidad de la leche cruda bovina (*Bos taurus*) en la comunidad Mazo Cruz del departamento de La Paz-Bolivia. *Journal of the*

- Selva Andina Animal Science*, 3(1), 43–48.
<https://doi.org/10.36610/j.jsaas.2016.030100043>
- Doménica, P. S. C., & Fernanda, U. P. M. (2020). *Determinación de las principales causas que influyen en la estabilidad proteica de leche cruda en la sierra central ecuatoriana* [Tesis de grado, Universidad de las Américas].
<https://dspace.udla.edu.ec/jspui/handle/33000/13045>
- Felipus, N. C., Bajaluk, S. A. B., Thaler Neto, A., Knob, D. A., & Alessio, D. R. M. (2022). Quality of refrigerated raw milk according to the bulk transport conditions. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 45, e58353.
<https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v45i1.58353>
- Fereja, A. B., Aboretugn, N. F., & Bulti, N. Q. (2023). Determination of Microbial Hygiene Indicators of Raw Cow Milk in Assosa District, Ethiopia. *Journal of Food Quality*, 2023(1), 6769108. <https://doi.org/10.1155/2023/6769108>
- Fischer, V., Ribeiro, M., Zanela, M., Marques, L., Abreu; Alexandre, Machado, S., Frsucalo, V., Barbosa, R., & Stumpf; Marcelo. (2012). Leite instável não ácido: um problema solucionável? *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim*, 13(3), 838–849.
<https://www.scielo.br/j/rbspa/a/SsBwsPTgmybCwpFjRsRRZHb/?format=pdf&lang=pt>
- Freitas, R., Nero, L. A., & Carvalho, A. F. (2009). Enumeration of mesophilic aerobes in milk: Evaluation of standard official protocols and Petrifilm aerobic count plates. *Journal of Dairy Science*, 92(7), 3069–3073.
<https://doi.org/10.3168/jds.2008-1705>
- Gerardo, C. T. (2005). *Establecimiento y validación del proceso tecnológico de elaboración de queso tipo manchego en el taller de lácteos de la Facultad de Medicina Veterinaria* [Tesis de grado, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo].
http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB_UMI/CH/12523/FMVZ-L-2005-0055.pdf
- Hanuš, O., Kučera, J., Samková, E., Němečková, I., Čítek, J., Kopec, T., Falta, D., Nejeschlebová, H., Rysová, L., Klimešová, M., & Elich, O. (2021). Raw Cow Milk Protein Stability under Natural and Technological Conditions of Environment by Analysis of Variance. *Foods* 2021, Vol. 10, 10(9).
<https://doi.org/10.3390/foods10092017>

- Horne, D. S. (2016). Ethanol stability and milk composition. En *Advanced dairy chemistry* (pp. 225–246). Springer.
- INEN. (2012). *NTE INEN 9: Leche cruda. Requisitos*. https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-10/Documento_BL%20NTE%20INEN%209%20Leche%20cruda%20Requisitos.pdf
- Junior, L. C. R., Simili, F. F., Paz, C. C. P., Salles, M. S. V., Gonçalves, A. C. S., & Machado, P. F. (2016). Quality of milk protein in dairy farms from southeastern region of Brazil. *International Journal of Environmental and Agriculture Research*, 2, 58. <https://www.researchgate.net/publication/385508046>
- Keane, O. M. (2019). Intramammary infections: Major pathogens and strain-associated complexity. *Journal of Dairy Science*, 102(5), 4713–4726. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15326>
- Kikuchi, M., Matsumoto, Y., Sun, X. M., & Takao, S. (1996). 生乳および市販低温殺菌乳における耐熱性細菌の分布. *日本畜産学会報*, 67(3), 265–272. <https://doi.org/10.2508/chikusan.67.265>
- Landi, A. K. A., Arrieta, S. N. E., & Leal, F. D. A. (2021). Calidad bacteriológica de la leche cruda bovina almacenada en el centro de acopio Mocha, Tungurahua, Ecuador. *Siembra*, 8(2). <https://doi.org/10.29166/siembra.v8i2.3176>
- León, J. E. F. (2012). *Estudio de la calidad de leche fresca que se comercializa en la ciudad de Piñas* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/server/api/core/bitstreams/4c5a9d57-c613-4d59-a39f-b0662d170e24/content>
- López, E. J. B. (2023). *Influencia del sistema productivo lácteo de la finca Las Mercedes en la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche* [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/4641/1/tnq04b642i.pdf>
- Luis, R. G., & Rocío, S. M. (2018). Diagnosis of subclinical mastitis in dairy cattle through somatic cell counts using two diagnostic methods. *Universidad del Zulia*, 28, 129–135. <https://www.redalyc.org/journal/959/95955158006/html/>

- Manske, G., Schogor, L., & Ribeiro, F. (2021). Leite instável não ácido: Revisão. <https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/getec/article/view/2392/1484>
- Markusson, H. (2021). *Total bacterial count as an attribute for raw milk quality*. https://stud.epsilon.slu.se/17124/1/markusson_h_210809.pdf?utm_source
- Martin, N. H., Evanowski, R. L., & Wiedmann, M. (2023). Invited review: Redefining raw milk quality—Evaluation of raw milk microbiological parameters to ensure high-quality processed dairy products. *Journal of Dairy Science*, *106*(3), 1502–1517. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22416>
- Martins, F. A., Marinho, M. T., Fischer, V., Pereira, J. R. A., Los, P. R., & Martins, A. de S. (2024). Characterization of variables related to high stability of raw cow milk. *Journal of Dairy Research*, *91*(1), 89–95. <https://doi.org/10.1017/S0022029924000049>
- Marx, I. G., Lazzarotto, T. C., Drunkler, D. A., & Colla, E. (2011). Ocorrência de leite instável não ácido na região oeste do Paraná. *RECEN - Revista Ciências Exatas e Naturais*, *13*(1), 101–112. <https://revistas3.unicentro.br/index.php/RECEN/article/view/1256>
- Mendoza, R., & Patricia, M. (2019). *Análisis de un posible caso de síndrome de leche anormal (SILA) en la zona de Pupiales (Nariño)*. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/10029/0206055.2012.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2021). *Reglamento para la vigilancia y control de la inocuidad de la leche cruda*. https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2021-08/1Resoluci%C3%B3n-0134-%E2%80%93Reglamento-para-la-vigilancia-y-control-de-la-inocuidad-de-la-leche-cruda_compressed_compressed_compressed.pdf
- Ministro de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. (2013). *Reglamento de control y regulación de la cadena de producción de leche*. <https://www.competencias.gob.ec/wp-content/uploads/2021/03/03-06NOR2013-ACUERDO03.pdf>
- Mubarack, M., Dhanabalan, D., & Balachander. (2010). Microbial quality of raw milk samples collected from different villages of Coimbatore District, Tamilnadu, South India. *Indian Journal of Science and Technology*, *3*(1). <https://doi.org/10.17485/ijst/2010/v3i1/29646>

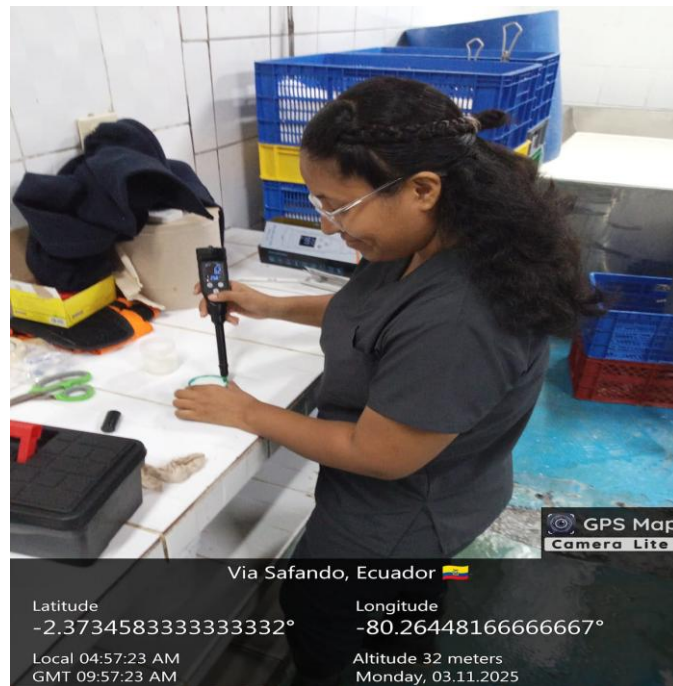
- Muela, E. N. P. (2023). *Determinación de la calidad y detección de residuos antibióticos en leche cruda de bovino* [Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador].
<https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/ad000256-0d74-4512-8ca3-f3c3f5755dcc/content>
- Müller, T. L., Nielsen, S. R. B., & Corredig, M. (2023). Dissociation of casein micelle suspensions as a function of pH and temperature. *Journal of Dairy Science*, *106*(12), 8368–8374.
<https://doi.org/10.3168/jds.2023-23456>
- Oliveira, C. A. F. de, Lopes, L. C., Franco, R. C., & Corassin, C. H. (2011). Composição e características físico-químicas do leite instável não ácido recebido em laticínio do Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, *12*(2).
<https://periodicos.ufba.br/index.php/rbspa/article/view/40474>
- Pinheiro, J. S., Rocha, L. G., de Andrade, D. R., Rotta, P. P., Rezende, J. P., Pires, A. C. S., & Marcondes, M. I. (2022). Unveiling unstable non-acid incidence in Holstein cows fed with corn silage or sugarcane. *Journal of Dairy Science*, *105*(11), 9226–9239.
<https://doi.org/10.3168/jds.2022-21821>
- Ribeiro-Júnior, J. C., Tamanini, R., Alfieri, A. A., & Beloti, V. (2020). Effect of milk bacto-fugation on the counts and diversity of thermotolerant bacteria. *Journal of Dairy Science*, *103*(10), 8782–8790.
<https://doi.org/10.3168/jds.2020-18591>
- Rodríguez, C. M. (2020). *Evaluación de la temperatura ambiental sobre la calidad y producción de leche en vacas en el páramo andino* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato].
<https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/a4379ffb-cd66-4668-bf3c-0ad6f6753d8e/content>
- Roche, J. R., Friggens, N. C., Kay, J. K., Fisher, M. W., Stafford, K. J., & Berry, D. P. (2009). Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *Journal of Dairy Science*, *92*(12), 5769–5801. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2431>

- Ruth, T. Q. K. (2010). *Optimización de parámetros para la elaboración de leche ácida con Lactobacillus acidophilus* [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/2d99a2b2-57a6-4f9c-826d-659eae3fb08/content>
- Sánchez, Y., & Gutiérrez, N. (2022). *Hidratos de carbono presentes en la leche*. https://consorciolechero.cl/libro-capitulo/LNS_SI_C3_Hidratos%20de%20carbono.pdf
- Schmitz, B., Costa, O. A. D., Fluck, A. C., de Borba, L. P., Rangel, A. H. do N., & Fischer, V. (2024). Variation in bovine milk stability according to lactational stage and genetic group. *Journal of Dairy Research*, 91(2), 1–6. <https://doi.org/10.1017/S0022029924000372>
- Torres, A. F. A., & Orozco, V. E. P. (2013). *Calidad fisicoquímica de la leche cruda que ingresa a la ciudad de Cuenca para su comercialización* [Tesis de grado, Universidad de Cuenca]. <https://rest-dspace.ucuenca.edu.ec/server/api/core/bitstreams/0ac237cc-4e5b-4224-9e65-6a3aa0370c5a/content>
- Treptow Marques, L., Balbinotti Zanela, M., Edi Ribeiro Ribeiro, M., Stumpf Júnior, W., & Fischer, V. (2007). Ocorrência do leite instável ao álcool 76% e não ácido (LINA) e efeito sobre os aspectos físico-químicos do leite. *R*, 13(1), 91–97.
- Zanela, M. B., Ribeiro, M. E. R., Fischer, V., Gomes, J. F., & Stumpf, W. (2009). Ocorrência do leite instável não ácido no noroeste do Rio Grande do Sul. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 61(4), 1009–1013. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352009000400035>
- Zambrano, L. A. A., Cedeño, E. Z. L., Solórzano, M. V. T., & Cuenca-Nevárez, G. J. (2021). Evaluación fisicoquímica y microbiológica de la calidad de la leche cruda bovina (*Bos taurus*) que se expende en el mercado del cantón Chone. *Revista Sinergia*, 10. <https://doi.org/10.54997/rsinergia.n10a6>
- Zhao, W., Chen, X., Xiao, J., Chen, X. H., Zhang, X. F., Wang, T., Zhen, Y. G., & Qin, G. X. (2019). Prepartum body condition score affects milk yield, lipid metabolism, and oxidation status of Holstein cows. *Asian-Australasian*

Journal of Animal Sciences, 32(12), 1889.
<https://doi.org/10.5713/ajas.18.0817>

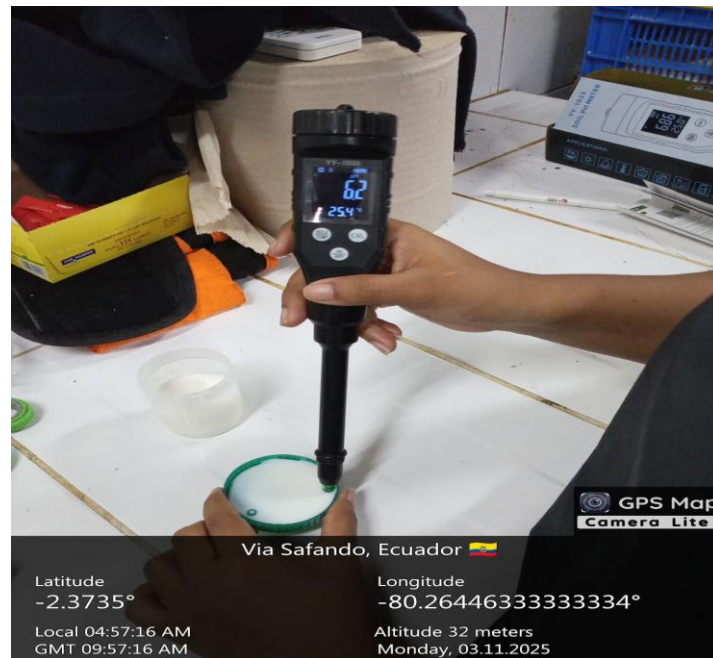
ANEXOS

Anexo 1: Análisis de pH en Hacienda Mérida.



Elaborado por: Espinoza, 2026.

Anexo 2: Medición de pH a grupo de producción alta.



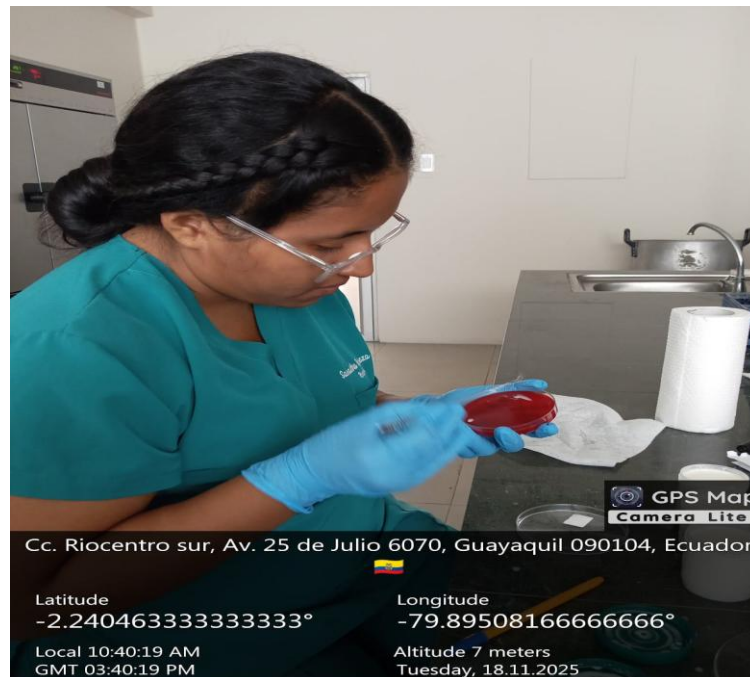
Elaborado por: Espinoza, 2026.

Anexo 3: Medición de pH grupo de producción media.



Elaborado por: Espinoza, 2026.

Anexo 4: Cultivo de muestras de leche en laboratorio.

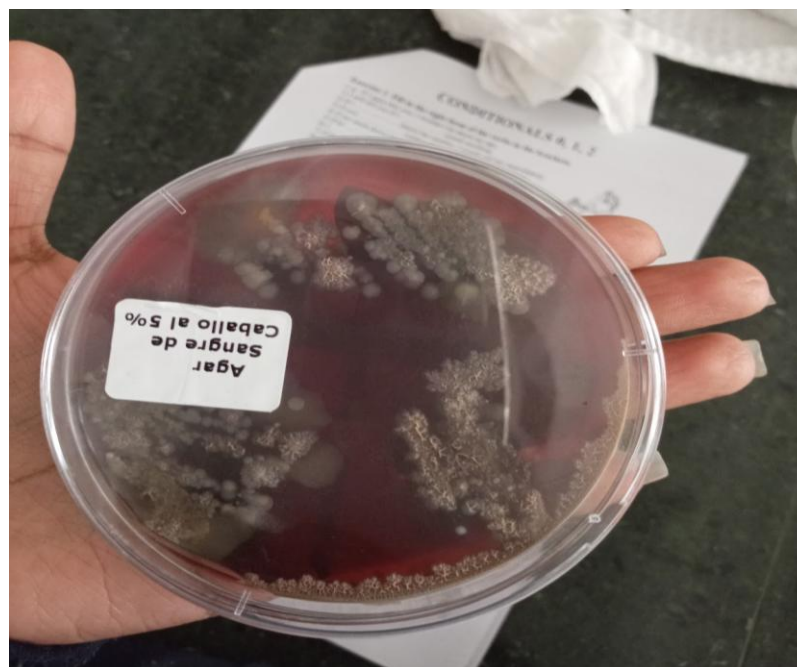


Elaborado por: Espinoza, 2026.

Anexo 6: Incubadora con los respectivos cultivos agar sangre y agar MacConkey.



Anexo 5: Presencia de Crecimiento de bacterias en agar Sangre.



Elaborado por: Espinoza, 2026.