



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE MEDICINA
ESCUELA DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA



Calidad de leche cruda bovina expendida en las parroquias Montalbán y Matriz del municipio Campo Elías mediante características físicoquímicas y microbiológicas.

Autoras:

Alondra Yocneli Serrano Vargas C. I. V.-26.376.160

Elizabeth Alejandra Ramírez Urbina C. I. V.-27.779.300

Tutora: Prof. Zoitza Ostojich Cuevas

Cotutor: Prof. Juan Leonardo Márquez

Mérida, agosto 2025

Calidad de leche cruda bovina expendida en las parroquias Montalbán y Matriz del municipio Campo Elías mediante características físico-químicas y microbiológicas.

Trabajo Especial de Grado presentado por: Alondra Yocneli Serrano Vargas C.I: V- 26.376.160 y Elizabeth Alejandra Ramírez Urbina, C.I: V- 27.779.300, como credencial de mérito para la obtención del título de Licenciadas en Nutrición y Dietética.



Calidad de leche cruda bovina expendida en las parroquias Montalbán y Matriz del municipio Campo Elías mediante características físico-químicas y microbiológicas.

Autoras:

Alondra Yocneli Serrano Vargas

Elizabeth Alejandra Ramírez Urbina

Tutora: Prof. Zoitza Ostojich Cuevas

Cotutor: Prof. Juan Leonardo Márquez

Fecha: Julio, 2025

RESUMEN

El consumo de leche cruda bovina sigue siendo una práctica común en diversas comunidades, debido principalmente a razones económicas o al acceso limitado a productos lácteos industrializados. Sin embargo, la leche cruda puede representar un riesgo para la salud si no cumple con los estándares microbiológicos y fisicoquímicos establecidos. El estudio se centró en evaluar la calidad físico-química y microbiológica de muestras recolectadas en las parroquias Montalbán y Matriz (Municipio Campo Elías, estado Mérida), antes y después de aplicar una pasteurización casera, comparando los resultados con los estándares establecidos por las normativas COVENIN 903:2022 y COVENIN 798:2025. Los análisis físico-químicos revelaron que, aunque las muestras cumplieron en parámetros como densidad, punto crioscópico y contenido de grasa, presentaron desviaciones en acidez titulable, pH y sólidos no grasos. En cuanto a la calidad microbiológica en las muestras de leche cruda mostraron cargas bacterianas de aerobios mesófilos superiores a 5.000.000 UFC/mL y presencia de coliformes, evidenciando fallas en el manejo post-ordeño y en la cadena frío que debería mantenerse. Por otro lado, la leche sometida a pasteurización casera presentó resultados óptimos: ausencia de coliformes y de *E. coli*, y la reducción de aerobios mesófilos hasta niveles dentro de la normativa. Las pruebas complementarias como TRAM y resazurina mostraron correlaciones parciales con los análisis microbiológicos, destacando la importancia de emplear múltiples métodos para evaluar la calidad. Los hallazgos obtenidos en la investigación evidenciaron que la pasteurización casera constituye una medida viable y efectiva para optimizar la inocuidad microbiológica de la leche cruda bovina.

Palabras clave: leche cruda, análisis microbiológicos, parámetros físico-químicos, pasteurización casera, inocuidad.

DEDICATORIA

Dedico este logro primeramente a Dios, por ser mi luz constante en cada paso de este recorrido. En los momentos de duda y de esfuerzo sostenido, su presencia me ha dado claridad, paz y propósito.

A mis padres por ser fuente de inspiración y constancia para conseguir lo que nos proponemos

A mi compañero de vida, quien estuvo a mi lado incluso antes del amanecer, cuando el reloj marcaba esfuerzo y las calles aún callaban, por transformar cada trayecto en una muestra silenciosa de entrega, cuidado y complicidad.

A mi familia, por su amor incondicional y por sembrar en mí los valores que han guiado este proceso con firmeza y sensibilidad.

A mi compañera de tesis y mi mejor amiga por haber recorrido conmigo este desafiante y enriquecedor trayecto académico, su compromiso, su disposición constante y su capacidad para enfrentar los retos con temple y profesionalismo hicieron de este trabajo una experiencia compartida de crecimiento y aprendizaje

A ustedes, amigas entrañables, que caminaron a mi lado en este viaje universitario. Gracias por compartir desvelos, risas, ideas, abrazos oportunos y silencios cómplices.

A mis profesores y asesores, por su dedicación, su exigencia académica y por cultivar en mí el sentido de responsabilidad intelectual y compromiso con la mejora continua.

Elizabeth Ramirez

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios, por ser mi luz y mi refugio dándome la sabiduría y la perseverancia para alcanzar esta meta

A mi familia, pilar fundamental de mi vida. Su amor inquebrantable, su fe en mi y cada sacrificio que han hecho, han sido el motor que me impulso a seguir adelante.

A mi compañera de tesis y mi mejor amiga, por su apoyo incondicional, su entusiasmo contagioso y por hacer de este proceso una experiencia memorable y enriquecedora. Este trabajo no sería lo mismo sin tu aporte intelectual y tu voluntad de construir en equipo.

A esas almas increíbles que tengo la fortuna de llamar amigas, gracias por ser mi refugio en la tormenta, mi motivación en el desánimo y por hacer que cada desafío se sintiera menos pesado. Este logro también es de ustedes.

A nuestros profesores, por fomentar el pensamiento riguroso y por retarnos a mirar más allá de lo evidente.

Alondra Serrano

AGRADECIMIENTO

A Dios dar gracias por todas las bendiciones recibidas y por acompañarme durante todo este camino lleno de desafíos, gracias por ser luz y sabiduría en momentos donde solo veía oscuridad y desesperanza.

Con profunda gratitud, dedico estas páginas a mis padres, Ana Urbina y José Ramírez cuya fuerza, constancia y amor incondicional han sido faro en cada paso de este recorrido. Su ejemplo me enseñó que el esfuerzo con propósito transforma los sueños en logros.

A mi compañero de vida Raynner Marquina, tu presencia, siempre firme y amorosa, ha hecho que cada paso se sienta acompañado, cada sacrificio compartido, y cada logro es doblemente valioso.

A mi compañera de tesis y mejor amiga Alondra Serrano, gracias por tu paciencia, compromiso y respeto mutuo que convirtió este trabajo en una verdadera alianza de aprendizaje, gracias por entenderme en esos días en los que ni yo misma lo hacía. Esta meta es testimonio del valor de compartir camino con quienes suman con generosidad y entrega.

A mis amigas de la carrera, gracias por estar presentes en cada paso, por su ayuda sincera y generosa, y por hacer que nunca se sintiera como una obligación, sino como un gesto nacido del corazón. Cada palabra de aliento, cada momento compartido, y cada risa en medio del caos académico fueron luz y fuerza

A mi tutora la profesora Zoitza por tomar las riendas de esta aventura que nació en medio de un caos, gracias por su paciencia, conocimiento y exigencias que llevaron todo un borrador a este trabajo final y por su memorable comentario de “Estas niñas” que nos sacó más de una risa compartida.

Elizabeth Ramirez

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser mi luz y mi refugio, dándome la sabiduría y la perseverancia para alcanzar esta meta.

A mi familia, pilar fundamental de mi vida. Su amor inquebrantable, comprensión y ánimo constante, creyendo en mí incluso en los momentos de duda, gracias por apoyarme en cada una de mis decisiones, aunque no serán ni fueron las correcciones siempre están a mi lado siendo mi soporte fundamental, gracias por sacarme una sonrisa y dedicar cada momento para animarme a seguir adelante, han sido el motor que me impulsó a seguir. Gracias por ser mi mayor bendición los amo.

A mi querida compañera de tesis y amiga, Elizabeth Ramirez por su incondicional apoyo, por escucharme, comprenderme y estar para mí, cuando los días se tornaban grises y pensaba que no podía tu estabas ahí animándome a seguir, este es un logro que reforzó más nuestra amistad y sin ti no hubiera sido posible, me enseñaste a trabajar en equipo y que la amistad verdadera existe, gracias por tu lealtad y por hacer que estos años de carrera fueran por sencillos y llevaderos.

A mis amigas de la carrera quienes hicieron esta una experiencia inolvidable. Gracias por cada risa, cada consejo, por ser motivación en los momentos difíciles. Su amistad hizo este camino mucho más fácil, alegre y llevadero.

A mi admirada tutora Zoitza, Gracias por cada hora invertida, por su dedicación incansable y por ser una fuente constante de inspiración y motivación. Su fe en nuestras capacidades nos animó a seguir adelante, incluso cuando pensó que todo estaba perdiendo, Gracias por darnos luz en este camino.

A mi Có-tutor Juan Leonardo gracias por su apoyo, su generoso tiempo, su inquebrantable dedicación y las palabras de aliento en cada etapa de este proceso fueron fundamentales para lograr este objetivo.

Alondra Serrano

ÍNDICE DE GENERAL

RESUMEN	I
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos de la investigación.....	4
Justificación	5
Alcances y Limitaciones.....	6
CAPÍTULO II	8
MARCO TEÓRICO	8
Antecedentes de la Investigación.....	8
Bases Teóricas	14
Definición de Términos Básicos.....	23
CAPÍTULO III	25
MARCO METODOLÓGICO	25
Tipo y Diseño de Estudio	25
Población y Muestra.....	26
Criterios de inclusión.....	27
Criterios de exclusión.....	27
Técnicas de Recolección de Datos	27
Instrumento de Recolección de Datos	31
Análisis Estadístico de los Datos	32
Hipótesis y Sistema de variables	32
CAPÍTULO IV.....	34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
Resultados	34
Discusión de Resultados.....	41
CAPÍTULO V.....	52
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
Conclusiones.....	52
Recomendaciones	53
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
ANEXOS	61
Anexo 1. Clasificación de la prueba colorimétrica de resazurina	62

Anexo 2. Tiras reactivas para la detección de peróxido	62
Anexo 3. Ficha de recolección de datos para los análisis Físico-Químicos	63
Anexo 4. Requisitos fisicoquímicos para leche cruda (COVENIN, 2022).	64
Anexo 5. Requisitos fisicoquímicos para leche pasteurizada (COVENIN, 2025).....	65
Anexo 6. Prueba de Estabilidad proteica	66
Anexo 7. Temperatura de Pasteurización y recepción de las muestras..	66
Anexo 8. Prueba de TRAM	67
Anexo 9. Prueba de Resazurina	67
Anexo 10. Requisitos microbiológicos de la leche pasteurizada (COVENIN, 2025)	68

www.bdigital.ula.ve

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición físico-química de la leche cruda y pasteurizada	35
Tabla 2. Evaluación de Acidez Titulable en leche cruda refrigerada por 48 horas post-compra.....	36
Tabla 3. Temperatura de recepción y pasteurización de la leche.....	37
Tabla 4. Resultados de la prueba de Reducción del Azul de Metileno (TRAM).	38
Tabla 5. Evaluación Físico-química de la leche cruda refrigerada por 48 horas post-compra.....	38
Tabla 6. Resultados de la prueba de resazurina.	39
Tabla 7. Resultados del análisis microbiológico de las muestras de leche.	40

www.bdigital.ula.ve

INTRODUCCIÓN

La producción y el consumo de leche cruda de vaca constituyen pilares fundamentales en la subsistencia de numerosas comunidades, especialmente en áreas rurales y semiurbanas donde el acceso a productos lácteos procesados es muy costoso. Aunque es reconocida por su alto valor nutricional, la leche cruda, representa un riesgo significativo para la salud pública si no es ajustada a los rigurosos estándares de calidad microbiológica y fisicoquímica. La presencia de microorganismos patógenos, principalmente pertenecientes a los aerobios mesófilos y coliformes, en leche cruda no tratada, puede desencadenar alteración microbiológica y generar Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA's), afectando a la población en general, y en especial, a grupos vulnerables como niños y adultos mayores (Becerra, Urbano & Jaimes, 2014, p.85).

Los autores antes mencionados señalan que, desde hace miles de años la leche de vaca ha sido parte de la dieta humana, y es considerada un alimento vital en el desarrollo y crecimiento; al respecto señala que es un alimento ampliamente consumidos en diferentes edades, principalmente entre los 5 y los 64 años.

En Venezuela, la normativa de la Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN, específicamente en las normas 903:2022 y 798:1994, establece parámetros microbiológicos y fisicoquímicos precisos para garantizar la inocuidad de la leche de vaca, tanto cruda como pasteurizada (COVENIN, 2022; COVENIN, 2025). A pesar de estas regulaciones, la comercialización de leche cruda sin controles adecuados persiste en diversos sectores del país, lo que genera incertidumbre sobre el cumplimiento de la normativa y la seguridad del consumidor (Chakraborty & Pavel, 2025, p.649). En este contexto, el presente estudio se propone analizar las características fisicoquímicas y microbiológicas de la leche cruda expendida en las parroquias Montalbán y Matriz, del municipio Campo Elías del Estado Mérida, con el fin de evaluar el grado de cumplimiento de la normativa COVENIN.

A través de un diseño experimental que incorpora la pasteurización casera como variable de intervención, esta investigación buscó aportar datos relevantes sobre la calidad de la leche cruda en el contexto local. La elección de la

pasteurización casera se justificó por su relevancia como práctica común en el área de estudio, lo que permitió evaluar su eficacia y su impacto en la calidad microbiológica de la leche. Los resultados obtenidos permitieron formular recomendaciones para mejorar las prácticas de producción y comercialización de leche cruda, contribuyendo así a la protección de la salud pública y al fortalecimiento de las prácticas de seguridad alimentaria en la región.

www.bdigital.ula.ve

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

Planteamiento del Problema

La industrialización de la leche en Venezuela ha disminuido drásticamente desde 2017 debido a la crisis económica que se presentó en el país. Para el año 2022, solo el 15% de la producción nacional fue procesada por la industria. El 85% restante fue destinada principalmente a la elaboración de quesos; ello ha ocasionado una disminución en la oferta de leche pasteurizada en el mercado (Agudo, 2022). Este fenómeno ha incrementado el auge de la informalidad del sector lácteo; ello ha conllevado a que los pequeños productores de leche se vean en la necesidad de distribuir su producto directamente al consumidor, acortando la cadena de producción desde la extracción a la venta, es decir, no realizan tratamiento alguno para evitar la replicación microbiana. Es bien sabido, que debido a su composición la leche es un producto que brinda todas las condiciones para la proliferación de una cantidad de microorganismos (Agudo, 2022).

Estudios previos han demostrado que la leche cruda, posee una alta carga microbiana, al actuar como vehículo de microorganismos patógenos como *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Bacillus cereus*, concentraciones elevadas de estos microorganismos, crean implicaciones significativas para la salud pública. Aunque la pasteurización es reconocida como una técnica eficaz para reducir estos riesgos, muchas prácticas domésticas carecen de controles precisos sobre la temperatura y tiempo requerido, limitando la efectividad del proceso (Colavita, Amadoro, Palmiero, Berardino & Valerio, 2012).

En este contexto, la realización de una investigación sobre la calidad microbiológica de la leche cruda y pasteurizada resulta crítica para identificar las brechas en los procesos de control sanitario y para evaluar cómo la pasteurización casera, ejecutada bajo parámetros específicos de temperatura y tiempo, puede

garantizar un producto más seguro. Sin embargo, en Venezuela, los estudios que analizan estas variables de manera comparativa entre leche cruda y pasteurizada son escasos, lo que deja un vacío en la implementación de mejores prácticas basadas en evidencia científica.

Por tanto, este trabajo se propuso abordar el problema de la variabilidad en la calidad higiénico-sanitaria de la leche cruda y pasteurizada, evaluando la efectividad de la pasteurización casera en función del cumplimiento de parámetros microbiológicos establecidos por normativas nacionales, con el fin de ofrecer recomendaciones que mejoren los estándares de calidad y seguridad del producto.

Formulación del problema

1. ¿Existen diferencias en los parámetros de calidad de la leche expendida en las parroquias Montalbán y Matriz del municipio Campo Elías?
2. ¿Cuál es el impacto de la pasteurización casera sobre las características físico-químicas de la leche cruda?
3. ¿Como será la calidad microbiológica de la leche cruda bovina comercializada en las parroquias Montalbán y Matriz del municipio Campo Elías?
4. ¿Qué diferencias existen entre la calidad de la leche cruda comercializada de manera libre con respecto a la normativa vigente? ¿Es efectiva la pasteurización casera?

Objetivos de la investigación

Objetivo General

Determinar el grado de cumplimiento de la normativa COVENIN vigente en cuanto a calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda bovina expendida en las parroquias Matriz y Montalbán del municipio Campo Elías, estado Mérida,

así como evaluar el efecto de la pasteurización casera sobre dichas características.

Objetivos Específicos

Comparar la calidad fisicoquímica de la leche cruda bovina expendida en las parroquias Montalbán y Matriz del municipio Campo Elías, identificando diferencias relevantes entre ambas zonas.

Evaluar el impacto de la pasteurización casera sobre las características fisicoquímicas de la leche cruda bovina, registrando con precisión los parámetros térmicos aplicados.

Determinar la calidad microbiológica de la leche cruda bovina comercializada en ambas parroquias mediante el recuento de aerobios mesófilos, coliformes totales y *E. coli*.

Comparar los resultados fisicoquímicos y microbiológicos de la leche cruda y pasteurizada caseramente con los estándares establecidos en la normativa COVENIN, evaluando si la intervención garantiza una calidad comparable a la leche regulada.

Justificación

La producción y el consumo de leche son aspectos fundamentales en la dieta de las poblaciones, no solo por su relevancia nutricional, sino también por su impacto en la salud pública. En Venezuela, la caída de la industrialización del sector lácteo, junto al aumento del precio de la leche comercial, ha ocasionado que una alta proporción de leche sea destinada al comercio informal, y esto a su vez ha generado un entorno en el que la calidad, inocuidad y seguridad del producto final se ven comprometidas. De allí la necesidad de proponer enfoques rigurosos que garanticen la inocuidad de la leche a través del cumplimiento de normativas específicas (Agudo, 2022).

En este contexto, las normas COVENIN constituyen el marco referencial para evaluar y estandarizar tanto las características fisicoquímicas como las microbiológicas de la leche, en su forma cruda y en los procesos de pasteurización. Sin embargo, la falta de información actualizada acerca del nivel de cumplimiento de esta normativa en la cadena productiva dificulta la

implementación de medidas efectivas que permitan mitigar los riesgos asociados al consumo de leche contaminada.

En este sentido, se considera que esta investigación es pertinente, y su importancia se manifiesta en múltiples dimensiones. En primer lugar, desde el atributo del conocimiento ofrece una evaluación empírica del cumplimiento de la normativa COVENIN en las parroquias Montalbán y Matriz del municipio Campo Elías, proporcionando evidencia concreta sobre la calidad microbiológica de la leche cruda comercializada localmente. En segundo lugar, al integrar la pasteurización casera como variable experimental, se explora su eficacia como estrategia práctica y accesible para reducir la contaminación microbiana, mejorando así la seguridad del consumo de leche cruda, y cumple con un rol, en cuanto al ámbito social, en garantizar la inocuidad de la leche.

Desde el ámbito práctico, los resultados obtenidos pueden servir como base para el desarrollo de programas educativos dirigidos a productores, comerciantes y consumidores, que ayuden a promover la adopción de prácticas higiénicas que aseguren la calidad del producto. Asimismo, pueden fortalecer la formulación e implementación de políticas públicas orientadas a garantizar la seguridad y la salud de la población venezolana. En última instancia, esta investigación responde a una necesidad tanto científica como social y humana, enfatizando la importancia de generar soluciones que beneficien a los consumidores y a todos los actores involucrados en la cadena de producción de leche bovina.

Alcances y Limitaciones

Alcances

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en las parroquias Montalbán y Matriz del municipio Campo Elías del Estado Mérida, durante el mes de Mayo del año 2025. Este estudio se centró en determinar la calidad e inocuidad de la leche cruda bovina expendida en esta área geográfica y en este período específico.

Limitaciones

Las principales limitaciones de este estudio estuvieron vinculadas a restricciones presupuestarias, las cuales condicionaron significativamente el alcance de los análisis realizados. En primer lugar, la disponibilidad limitada de recursos económicos impidió la ejecución de pruebas orientadas a detectar la presencia de residuos de antibióticos y enzimas en la leche, lo que restringió la caracterización integral del producto, asimismo, dichas limitaciones afectaron la posibilidad de ampliar el número de muestras incluidas en el estudio, reduciendo con ello la representatividad estadística de los resultados obtenidos.

Por otro lado, el número de análisis microbiológicos también se vio comprometido, lo que limitó la evaluación de la presencia de microorganismos patógenos adicionales o de indicadores de manipulación inadecuada como el *Staphylococcus aureus*. Esta restricción metodológica disminuye la amplitud del diagnóstico microbiológico y, en consecuencia, la capacidad de establecer conclusiones más robustas sobre la calidad sanitaria de las muestras analizadas.

Adicionalmente, se identificaron limitaciones relacionadas con la trazabilidad o procedencia de las muestras, ya que no se logró obtener información sobre la finca de origen, la hora y el día del ordeño. Asimismo, se desconoce si la leche cruda correspondía a un “pool” (mezcla de varios lotes o procedencias). Tampoco se pudo contar con los datos precisos respecto al tiempo transcurrido entre el ordeño y el almacenamiento de la leche bajo condiciones de refrigeración, o sobre las condiciones de temperatura durante la conservación previa a su comercialización.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Según Arias (2006) el marco teórico es aquel que “Consiste en una recopilación de ideas, postura de autores, conceptos y definiciones, que sirven de base a la investigación por realizar”. (p. 106)

Antecedentes de la Investigación

Castañeda *et al.* (2025), en su investigación titulada "*Calidad microbiológica de la leche cruda de vaca y evaluación de prácticas domésticas para su seguridad y calidad proteica: un estudio de caso*", se centraron en evaluar la calidad microbiológica de la leche cruda y distintas técnicas domésticas para mejorar su inocuidad con interés de no comprometer la calidad nutricional de la misma basados en su contenido proteico. Para su ensayo analizaron 28 muestras de leche cruda donde buscaban detectar la presencia de *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* y *Salmonella spp.* a través de métodos de cultivo tradicionales, posterior a esto seleccionaron unas muestras de leche pasteurizada las cuales inocularon con *L. monocytogenes*. Todas las muestras de leche cruda fueron sometidas a diferentes tratamientos, los cuales fueron la refrigeración (5 ± 1 por 21 días), ebullición (1 min) y microondas (950 W por 45, 55 y 65 s). Entre las muestras seleccionadas se encontró una prevalencia del microorganismo *S. aureus* en el 93 % de las muestras de leche cruda, mientras que la presencia de *Listeria monocytogenes* y otros patógenos fue descartada. Los resultados obtenidos en los diferentes tratamientos térmicos aplicados demostraron que el uso de microondas logró una eliminación efectiva de *L. monocytogenes* sin afectar significativamente el contenido proteico, a diferencia del proceso de ebullición, que redujo la carga microbiana pero impactó

negativamente en la calidad de la proteína. Estos hallazgos destacan el potencial del microondas como alternativa práctica para garantizar la inocuidad de la leche en condiciones domésticas.

En este sentido, el estudio de Castañeda *et al.* (2025), compartió el interés por garantizar la calidad e inocuidad de la leche aplicando tratamientos de forma casera, donde además exploraron diferentes técnicas poco menos conocidas como el microondas, para mejorar la seguridad de la leche, logrando como resultado enfatizar cómo el uso del microondas representó una alternativa eficaz para la eliminación de *L. monocytogenes* sin afectar significativamente la calidad proteica, en contraste con el impacto negativo de la ebullición sobre la calidad nutricional.

Zebib, Abate y Woldegiorgi (2023), en su estudio *“Calidad nutricional y adulterantes de la leche cruda de vaca, pasteurizada y requesón recolectados a lo largo de la cadena de valor de tres regiones de Etiopía”*, evaluaron la variabilidad en la composición de la leche y la presencia de adulterantes mediante análisis fisicoquímicos. Para la determinación de cenizas, emplearon un método gravimétrico de la AOAC, que consistió en someter las muestras a un proceso de calcinación en un horno de mufla a 550 °C, permitiendo cuantificar los minerales presentes en la leche y el queso. Por otra parte, para la determinación de la composición nutricional de las muestras utilizaron un espectrómetro ultrasónico Lactoscan, el cual analizó parámetros como proteína, grasa, lactosa y sólidos no grasos (SNF), revelando diferencias significativas a lo largo de la cadena de producción. Entre las muestras analizadas se identificaron adulterantes, detectándose agua añadida en el 80,2 % de las muestras, así como formalina y almidón en algunas muestras de leche cruda, lo que evidencia prácticas fraudulentas que afectan la calidad del producto.

Dicha investigación guardó una estrecha relación con el estudio, ya que en ambos se realizó un análisis para la determinación de la composición de las

muestras de leche cruda recolectada, a través de ensayos fisicoquímicos como lo fue la determinación de cenizas, prueba de peróxido, y la composición nutricional mediante un equipo de espectroscopia ultrasónica, donde se evidenciaron variaciones en proteína, grasa y lactosa; si bien algunas pruebas fisicoquímicas realizadas en dicha investigación no pudieron ser aplicadas en el presente estudio sirvieron como referencia para plasmar su existencia y realizar aplicaciones futuras.

Lima *et al.* (2023), llevaron a cabo una investigación titulada “*Evaluación microbiológica de la leche cruda comercializada en Castanhal, Estado de Pará, Brasil*”, con el objetivo principal de verificar la calidad microbiológica de la leche cruda vendida en dicho lugar. Para ello, utilizaron un método experimental, en el que recolectaron 14 muestras de leche cruda en días alternos, en diversos puntos de venta de la ciudad, incluyendo vendedores ambulantes y establecimientos como panaderías y carnicerías. Los resultados del estudio indicaron altos niveles de contaminación microbiológica en las muestras analizadas, con recuentos elevados de bacterias mesófilas aeróbicas, estafilococos coagulasa positiva, enterobacterias, mohos y levaduras.

El estudio realizado por Lima *et al.* (2023), se enfocó en evaluar la calidad microbiológica de la leche cruda comercializada en Castanhal, Brasil, y se relaciona directamente con el presente trabajo, ya que permitió evidenciar altos niveles de contaminación en las muestras analizadas. Estos hallazgos reforzaron la importancia del análisis microbiológico de las muestras recolectadas, tal como se estableció en los objetivos específicos. Además, el hecho de que dichos autores trabajaran con puntos de venta informales, como panaderías y vendedores ambulantes, guardó similitud con el contexto de las parroquias Montalbán y Matriz, lo cual fortaleció la pertinencia del presente estudio al considerar condiciones similares de comercialización.

Por su parte, De Matos, Pires & Leães (2020), en su investigación titulada *“Evaluación de la calidad de la leche cruda refrigerada de productores atendidos por EMATER/RS en el municipio de São Luiz Gonzaga (RS)”*, pretendieron evaluar los estándares fisicoquímicos y microbiológicos de la leche cruda refrigerada producida por pequeños agricultores atendidos por EMATER/RS en el municipio de São Luiz Gonzaga (RS), Brasil. Para ello utilizaron un método experimental el cual constó en la visita de 10 productores locales. En estas visitas se tomaron muestras de leche para la realización de análisis físico-químicos por duplicado y los análisis microbiológicos, por triplicado. En el análisis físico químico se evaluaron los parámetros de pH, acidez titulable, densidad, contenido de grasa, extracto seco total y extracto seco desgrasado. En los resultados obtenidos no se encontró variabilidad significativa y solo una en cuanto al parámetro de acidez titulable se encontraba fuera de la legislación brasileña, por otro lado para los análisis microbiológicos obtenidos fueron para recuento de aerobios mesófilos que solo 3 de las 10 muestras se encontraban dentro de los parámetros, en cuanto a coliformes totales: entre 28 NMP/mL y >1100 NMP/mL, por último coliformes termotolerantes entre <3,0 NMP/mL y >1100 NMP/mL, sugiriendo contaminación fecal en varias muestras.

La investigación desarrollada por De Matos, Pires y Leães (2020), se orientó a la evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda refrigerada de pequeños productores. Su enfoque experimental coincidió con la metodología aplicada en esta investigación, al incluir el análisis fisicoquímico y microbiológico de las muestras.

De igual forma, Luigi, Rojas y Valbuena (2013), en su investigación tuvo como objetivo principal evaluar la calidad higiénico-sanitaria de leche cruda y pasteurizada proveniente de diversas zonas del estado Carabobo, Venezuela. Siguiendo la metodología descrita por la APHA y COVENIN, el cual constó de un método experimental en el cual se llevó a cabo la recolección de 100 muestras de leche pasteurizada y 40 muestras de leche cruda. Para la leche pasteurizada se

determinaron las bacterias aerobias mesófilas, coliformes totales, termotolerantes (fecales), mohos y levaduras, mientras que en leche cruda sólo se realizaron recuentos de bacterias aerobias mesófilas y la prueba del tiempo de reducción del azul de metileno (TRAM). Los resultados obtenidos para leche pasteurizada en el análisis de bacterias aerobias mesófilas fue que el 92% de las muestras analizadas cumplían con los parámetros establecidos por la norma, para coliformes totales el 45% de las muestras superaron límites y el 72% excedió los de coliformes fecales. Por otro lado, para la leche cruda el 72,5% de las muestras presentaron valores de bacterias mesófilas por encima de lo permitido.

El estudio efectuado por Luigi, Rojas y Valbuena (2013), tuvo como propósito comparar la calidad higiénico-sanitaria de leche cruda y pasteurizada en el estado Carabobo, lo cual guarda una relación directa con el cuarto objetivo específico del presente trabajo, orientado a comparar los resultados microbiológicos antes y después del tratamiento térmico. Los investigadores fundamentaron su investigación en métodos normativos venezolanos (COVENIN), similares a los empleados en este estudio, lo que facilitó la adaptación de sus técnicas y criterios de evaluación. Sus hallazgos sobre el incumplimiento de los parámetros microbiológicos en una proporción importante de muestras reafirmaron la necesidad de investigar las condiciones higiénicas de la leche expendida en el contexto local.

Colavita *et al.* (2012), en su investigación *“Efecto de la ebullición doméstica sobre las características microbiológicas de la leche cruda para consumo humano directo”*, tuvo como objetivo principal, evaluar cómo el tratamiento térmico realizado en casa por los consumidores asegura la calidad microbiológica de la leche cruda bovina destinada al consumo humano directo en Italia. Esto incluyó el análisis de la efectividad de la ebullición doméstica para reducir riesgos microbiológicos asociados, llevado a cabo a través de una metodología experimental donde recolectaron 50 muestras de leche cruda bovina provenientes de máquinas expendedoras en tres localidades, las cuales se transportaron al

domicilio de los consumidores, donde los consumidores realizaron el hervido siguiendo su procedimiento habitual, registrándose las temperaturas y tiempos de calentamiento. Posterior a esto, seleccionaron 35 muestras a las cuales harían análisis microbiológicos pre y post tratamiento térmico, donde los parámetros a evaluar fueron carga microbiológica total, coliformes totales y fecales, *E. coli*, *Staphylococcus aureus* y *Bacillus cereus* y se realizaron pruebas de fosfatasa alcalina y lactoperoxidasa para comprobar la efectividad del tratamiento térmico. Los resultados obtenidos fueron que se registraron alrededor de tres temperaturas durante el hervido casero, las cuales oscilaron entre 68,5 °C y 97,8 °C, con una media de 89,5 °C. Este tratamiento térmico demostró ser altamente efectivo en la reducción de microorganismos, ya que el recuento microbiano total (TMC) residual solo se observó en 4 muestras, con valores entre 1,7 y 3,2 UFC/mL. Además, los coliformes totales y fecales fueron reducidos a niveles insignificantes. En el caso de *E. coli*, solo se aisló en una muestra de leche cruda, siendo completamente indetectable tras el hervido. Por otro lado, *Staphylococcus aureus* y *Bacillus cereus* no se encontraron en ninguna muestra. La prueba de fosfatasa alcalina resultó negativa en todas las muestras hervidas, lo que confirmó la eficacia del tratamiento térmico.

La investigación llevada a cabo por Colavita *et al.* (2012) se centró en evaluar el efecto de la ebullición doméstica sobre la calidad microbiológica de la leche cruda bovina. Este trabajo se relacionó estrechamente con el presente estudio, ya que ambas investigaciones se centraban en evaluar la eficacia del proceso de pasteurización casera, registrando temperatura y tiempo, como intervención experimental. Además, el análisis microbiológico antes y después del tratamiento térmico, realizado por Colavita y su equipo, coincidió metodológicamente con el enfoque del presente estudio, lo que permitió validar la eficacia del tratamiento doméstico como una estrategia viable para mejorar la inocuidad del producto. Los resultados obtenidos por estos autores sirvieron de

referencia para establecer expectativas realistas sobre la reducción de microorganismos mediante procesos térmicos no industriales.

Bases Teóricas

Las bases teóricas, representan para la investigación “un conjunto de conceptos y preposiciones que constituyen un punto de vista o enfoque determinado, dirigidos a explicar el fenómeno o problema planteado” (Arias, 2006, p. 107).

Normas COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales): De acuerdo al Servicio Desconcentrado de Normalización, Calidad, Metrología y Reglamentos Técnicos (SENCAMER), las Normas Venezolanas COVENIN, compilan las normativas y estándares establecidos en el ámbito técnico, industrial y comercial en Venezuela. Constituyen una herramienta fundamental para garantizar la calidad y el cumplimiento de los requisitos los diversos sectores productivos, industriales y comerciales de Venezuela. Contempla las reglas, directrices o características para los productos o los procesos y métodos de producción conexos, así como también pueden incluir prescripciones en materia de terminología, símbolos, embalaje, marcado o etiquetado aplicables a un producto, proceso o método de producción (SENCAMER, 2025).

Estas normas son elaboradas por un conjunto de profesionales de diversas disciplinas, integrado por el público en general que, mediante consenso, establecen requisitos fundamentales de calidad para productos, procesos, servicios, bienes o sistemas. En el caso de los productos alimenticios, el Comité encargado está identificado como CT-10, y el subcomité SC4 se encarga de la leche y productos derivados (SENCAMER, 2025).

Características físico-químicas de la leche: Los parámetros físico-químicos establecidos por la norma COVENIN 903-2022, para la leche cruda incluyen:

1. Acidez titulable: Rango aceptable de 15 a 19 mL NaOH, indicando frescura y buena manipulación post-ordeño.

2. pH: Idealmente entre 6,5 y 6,7 reflejando un equilibrio adecuado entre acidez y alcalinidad.
3. Densidad: Valores aceptables entre 1,028 y 1,033 g/cm³ a 15°C, y a 20°C valores entre 1,0260 y 1,0310 g/mL, asegurando la ausencia de adulteraciones.
4. Punto Crioscópico: entre -0,555 y -0,535 °H, para descartar adulteraciones por adición de agua y/o solutos.
5. Porcentaje de grasa: la norma establece un valor mínimo de 3,2%; este parámetro depende de factores como la raza y alimentación del ganado.
6. Porcentaje de sólidos no grasos: Mínimo de 8,8 %, representando componentes como proteínas, carbohidratos (principalmente lactosa) y minerales.
7. Porcentaje de sólidos totales: Igual o superior al 12 %, incluyendo grasa y sólidos no grasos.
8. Grasas: mínimo 3,2%
9. Proteínas: mínimo 3%
10. Cloruros: valores entre 0,07% y 0,11%
11. Cenizas: valores entre 0,70% y 0,80%

Características microbiológicas de la leche cruda: La leche cruda es un alimento altamente nutritivo, pero también es un medio ideal para el desarrollo de microorganismos. Su microbiota normal incluye bacterias, hongos y, en menor medida, virus. La flora microbiana en animales sanos está principalmente constituida por bacterias ácido lácticas tales como: *Lactococcus*, *Lactobacillus* y *Streptococcus* (Mayo, Rodríguez, Vázquez, y Flórez, 2021). Parte de la conformación de esta microbiota va a estar dada por el manejo y la implementación de buenas prácticas de higiene y manipulación, ya que sin esto la composición microbiológica de la leche se altera, encontrándose especies que no benefician la salud del consumidor, como lo son: *Pseudomonas* spp. y *Acinetobacter* spp. Coliformes totales y fecales dentro del cual la especie

Escherichia Coli es una de las predominantes (Vázquez, Pérez, Hurtado, y Alcántara, 2014).

También se puede encontrar bacterias que son resistentes a los tratamientos térmicos como *Bacillus* spp. y *Clostridium* spp. y por último especies de hongos y levaduras (Mayo *et al.*, 2021). Además del hecho de que algunas de estas especies son patógenas y pueden poner en riesgo la salud del consumidor, su presencia puede afectar negativamente las características organolépticas de la leche.

Crecimiento microbiológico: Se define como el aumento en los componentes celulares de un microorganismo, lo que puede traducirse en un incremento de su tamaño, del número de células en una población, o de ambos. Este proceso ocurre en distintas fases cuando los microorganismos se desarrollan en un medio de cultivo, donde los nutrientes son limitados y los residuos se acumulan. (Caycedo, Corrales y Trujillo, 2021). Este proceso ocurre a través de las siguientes fases:

1. Fase de latencia (Lag): Es el período de adaptación de los microorganismos al nuevo medio de cultivo. Durante esta fase, no hay un aumento significativo en el número de células, pero sí una intensa actividad metabólica para la síntesis de componentes esenciales.
2. Fase exponencial (Log): Aquí, los microorganismos se multiplican a su máxima velocidad, duplicando su número a intervalos regulares. Es una fase de crecimiento equilibrado, donde todos los constituyentes celulares se producen a una velocidad constante.
3. Fase estacionaria: Se alcanza cuando los nutrientes comienzan a agotarse y los productos de desecho se acumulan. En esta etapa, la tasa de crecimiento se equilibra con la tasa de muerte celular, manteniendo estable el número total de microorganismos.

4. Fase de muerte: Ocurre cuando las condiciones del medio ya no son favorables para la supervivencia de los microorganismos. La población comienza a disminuir de manera logarítmica debido a la falta de nutrientes y la acumulación de sustancias tóxicas

Aerobios mesófilos: Son microorganismos que prosperan en presencia de oxígeno a temperaturas moderadas, entre 20 °C y 45 °C, con un rango óptimo de 30 °C a 40 °C. Estos microorganismos son un componente habitual de la microflora en alimentos y pueden variar desde niveles bajos en alimentos frescos hasta poblaciones significativamente altas en productos fermentados. Su recuento sirve como un indicador clave de la calidad sanitaria, sin identificar los tipos específicos de microorganismos presentes (Amazará-García y Quintero-Lidueñez 2022).

Clasificación de la leche cruda según recuento de aerobios mesófilos: El recuento de microorganismos aerobios mesófilos es un parámetro microbiológico fundamental para evaluar la calidad sanitaria de la leche cruda. Según los criterios establecidos en la norma COVENIN 903 (2022), la clasificación de la leche cruda se realiza en función del número de unidades formadoras de colonias (UFC) por mililitro, como se detalla a continuación:

- **Categoría A:** Hasta 500.000 UFC/mL, representando una leche de alta calidad microbiológica.
- **Categoría B:** De 500.001 a 1.500.000 UFC/mL, indicando una calidad aceptable, pero con mayor carga microbiana.
- **Categoría C:** De 1.500.001 a 5.000.000 UFC/mL, reflejando una calidad inferior debido a condiciones de manejo higiénico inadecuadas.
- **Sin Clasificación:** Más de 5.000.000 UFC/mL, lo que evidencia un producto con condiciones microbiológicas no aptas para el consumo.

Coliformes Totales: Los coliformes totales son un grupo de bacterias Gram negativas, anaerobias facultativas, no esporuladas y fermentadoras de lactosa, que incluye principalmente a la familia *Enterobacteriaceae*, e incluye géneros como *Enterobacter*, *Escherichia coli* y *Klebsiella*. Estas bacterias se encuentran comúnmente en el ambiente, el suelo y el agua, así como en los tractos intestinales de animales y humanos. Se eliminan fácilmente por un tratamiento térmico adecuado, por lo cual su presencia en alimentos sometidos a calor sugiere una contaminación posterior al tratamiento térmico o que éste ha sido deficiente. Su presencia en alimentos es utilizada como indicador microbiológico, ya que refleja deficiencias en la higiene durante la manipulación, preparación o almacenamiento de los mismos (García 2015, citado por Villavicencio, Gomezcuello, Bravo y Baculima, 2023).

Según el mismo autor, los coliformes totales no solo son relevantes para evaluar la calidad microbiológica de los alimentos, sino también para identificar problemas en la limpieza de las superficies y equipos que entran en contacto con ellos (García 2015, citado por Villavicencio, Gomezcuello, Bravo, y Baculima, 2023).

***Escherichia coli*:** es una bacteria Gram negativa, anaerobia facultativa y no esporulada, ampliamente utilizada como indicador microbiológico de contaminación fecal en alimentos. Esta bacteria forma parte de la microbiota intestinal de humanos y animales de sangre caliente, por lo que su presencia en alimentos como la leche cruda señala deficiencias higiénicas en su manejo y posibles riesgos para la salud. Según García (2015 citado por Villavicencio *et al.*, 2023), la detección de *E. coli* no solo refleja contaminación directa, sino que también está relacionada con el estado de limpieza de superficies y equipos utilizados en la preparación de alimentos.

Adicionalmente, ciertas cepas de *E. coli*, como la O157:H7, están asociadas con patologías graves en humanos, incluyendo diarrea hemorrágica y síndrome

urémico hemolítico, lo que resalta la importancia de implementar medidas estrictas de control microbiológico en la cadena de producción alimentaria (García, 2015, citado por Villavicencio *et al.*, 2023).

Prueba de TRAM: el Tiempo de Reducción de Azul de Metileno es una prueba que se fundamenta en medir el tiempo que tarda la leche en virar de color azul a blanco; se considera positivo el cambio cuando el viraje es de al menos 4/5 partes de color. Este suceso está llevado a cabo por la capacidad de algunos microorganismos de utilizar el oxígeno disuelto en esta mezcla de leche con azul de metileno. Según COVENIN (2022), los resultados permiten clasificar a la leche cruda de la siguiente manera:

1. Clase I: leche fría con más de 4 horas de TRAM.
2. Clase II: leche fría con 2 a 4 horas de TRAM.
3. Clase III: leche caliente con 30 minutos a 2 horas de TRAM.

Donde la interpretación sería que, a menor tiempo de reducción, indica una alta carga microbiana, lo que sugiere una calidad higiénica deficiente de la leche (COVENIN, 1976).

Prueba de resazurina: La resazurina es un colorante redox ampliamente utilizado como indicador de viabilidad celular debido a su capacidad para reflejar el estado metabólico de las células. En su forma oxidada, la resazurina presenta un color azul y es no fluorescente; sin embargo, en presencia de células viables y metabólicamente activas, es reducida a resorufina, una forma rosa o roja que exhibe una intensa fluorescencia. Este cambio químico es consecuencia del ambiente reducido generado por el metabolismo celular activo (Méndez y Valdés 2017).

Esta prueba es utilizada en la industria láctea para determinar la calidad de la leche cruda, pues el reactivo al ser combinado con la leche la torna de color

azul el cual se va degradando de acuerdo a la cantidad de microorganismos que se encuentren presentes en la misma. Permite una estimación rápida del contenido bacteriano, ya que los resultados se obtienen en un tiempo máximo de 15 minutos, a diferencia de la prueba TRAM que tarda varias horas (COVENIN, 2022).

La norma COVENIN 903 (2022), contiene la escala colorimétrica para esta prueba, que permite clasificar a la leche de acuerdo al color presentado por la muestra analizada, tras 15 minutos de la adición del reactivo (Anexo 1).

Prueba de peróxido: El peróxido de hidrógeno (H_2O_2) se emplea en la industria alimentaria como agente antimicrobiano, gracias a su capacidad para eliminar bacterias, virus y hongos (Martin *et al.*, 2014). Sin embargo, la normativa venezolana establece que la leche cruda se considera no apta para consumo humano si contiene sustancias extrañas ajenas a la naturaleza del producto como conservantes (formaldehidos, peróxido de hidrógeno, hipoclorito) adulterantes (harinas, almidones, cloruro, suero de leche, grasa vegetal), neutralizantes, colorantes y residuos de medicamentos veterinarios (COVENIN, 2022, p. 2-3).

En este contexto, las tiras reactivas para la realización de la prueba de peróxido son un método eficiente y rápido para detectar la adición de peróxido de hidrógeno, convirtiéndose en una herramienta valiosa para agencias reguladoras y compradores de leche cruda a nivel mundial (Martin *et al.*, 2014). Las tiras reactivas de peróxido están diseñadas para la cuantificación precisa de concentraciones de peróxido de hidrógeno en soluciones. Estas tiras, están calibradas en rangos de 0 a 10.000 ppm. Esta prueba se fundamenta en un ensayo colorimétrico ver Anexo 2, donde la tira reactiva va a virar a un cierto color correspondiente a la cantidad de ppm de peróxido de hidrógeno que se encuentre en la solución, en este caso en la leche cruda (Ringbio, 2023).

Pasteurización: Es un proceso térmico diseñado para calentar líquidos a temperaturas específicas con el fin de eliminar microorganismos patógenos y extender la vida útil de los productos (Tirado *et al.*, 2017). Dentro de este proceso existen los siguientes tipos de pasteurización:

1. Pasteurización lenta o baja:
 - 1.1 Temperatura: 62-65°C.
 - 1.2 Tiempo: 30 minutos.
 - 1.3 Método utilizado en marmitas para derivados lácteos. Es ideal para preservar componentes nutricionales mientras elimina microorganismos.
2. Pasteurización flash (HTST – High Temperature Short Time):
 - 2.1 Temperatura: 71-74°C.
 - 2.2 Tiempo: 15 segundos.
 - 2.3 Este método usa intercambiadores de calor y es común en sistemas automatizados para productos como la leche.
3. Ultra-pasteurización (UHT – Ultra High Temperature):
 - 3.1 Temperatura: 135-150°C.
 - 3.2 Tiempo: 6 segundos.
 - 3.3 Proporciona una vida útil prolongada al producto, con aplicaciones en bebidas como crema de leche.

Riesgos para la salud del consumo de leche cruda: La leche cruda puede ser vehículo de diversos microorganismos patógenos, principalmente bacterias y virus, que representan un riesgo significativo para la salud pública. Estos microorganismos pueden ingresar al alimento por vías endógenas (como mastitis en vacas) o exógenas (contaminación ambiental, manipulación deficiente). Aunque algunas bacterias lácticas tienen funciones beneficiosas en fermentaciones, otras pueden causar enfermedades graves (Aguilera, Urbano y Jaimes, 2014).

De igual forma, los mencionados autores indican que en la leche cruda pueden encontrarse diversas bacterias patógenas que representan un riesgo

significativo para la salud pública. Entre ellas destacan *Listeria monocytogenes*, capaz de provocar listeriosis, una enfermedad grave que puede causar meningitis, sepsis, abortos espontáneos y/o malformaciones congénitas; *Bacillus cereus* puede generar intoxicaciones alimentarias en dos formas clínicas: el síndrome diarreico, asociado a alimentos mal refrigerados, y el síndrome emético, causado por toxinas termoestables; *Escherichia coli*, en sus variantes enteropatógena (EPEC), enterotoxigénica (ETEC) y enterohemorrágica (EHEC), puede provocar desde diarreas leves hasta colitis hemorrágica y síndrome urémico hemolítico, con especial impacto en niños y ancianos.

Asimismo, otra bacteria que puede encontrarse en leche cruda contaminada es la *Salmonella spp.*, la cuál es responsable de salmonelosis, caracterizada por fiebre, vómitos y diarrea, siendo una de las causas más comunes de enfermedades transmitidas por alimentos; *Staphylococcus aureus* produce enterotoxinas resistentes al calor que generan intoxicaciones rápidas tras la ingestión, mientras que *Campylobacter jejuni* y *Campylobacter coli* pueden causar campilobacteriosis, una enterocolitis que en algunos casos se asocia al desarrollo del síndrome de Guillain-Barré. Estas bacterias, al encontrarse en leche no pasteurizada, subrayan la necesidad de controles sanitarios rigurosos y prácticas higiénicas en toda la cadena de producción (Aguilera, Urbano y Jaimes, 2014; CDC, 2025).

El Centro de Control de Enfermedades de Estados Unidos (CDC por sus siglas en inglés), explica que la pasteurización es crucial para la seguridad de la leche, ya que elimina los microorganismos dañinos que pueden causar enfermedades. Asimismo, explica que el consumo de leche cruda puede conllevar graves riesgos para la salud, especialmente para ciertas poblaciones vulnerables como niños menores de 5 años, adultos mayores, embarazadas, y personas con sistemas inmunitarios debilitados, por lo cual recomienda elegir leche y productos lácteos pasteurizados (CDC, 2025).

Definición de Términos Básicos

Carbohidratos: Son compuestos orgánicos que contienen carbono, hidrógeno y oxígeno en una proporción de aproximadamente 1:2:1, respectivamente, y son la principal fuente de energía para el cuerpo (McMurry, 2011). En la leche, el principal carbohidrato es la lactosa, un disacárido compuesto por glucosa y galactosa, que representa aproximadamente el 4,5-5,0% del peso de la leche (Walstra, Wouters, & Geurts, 2005).

Cenizas: Residuo inorgánico que queda después de la combustión completa de la materia orgánica a altas temperaturas (generalmente entre 500-600 °C) (Pearson & Wood, 1976)

COVENIN: Es el acrónimo de la Comisión Venezolana de Normas Industriales, el ente que se encarga de establecer normas y estándares de calidad en Venezuela.

Densidad: es la masa por unidad de volumen de la leche a una temperatura específica, comúnmente expresada en gramos por mililitro (g/mL) o kilogramos por litro (kg/L) (Walstra, Wouters, & Geurts, 2005).

Formalina: Es la disolución de formaldehído en agua en una concentración que oscila entre el 37 y el 50%, que puede contener hasta un 15% de metanol. Se le atribuye capacidad bactericida y fungicida (Álvarez y Sánchez Calvo, 2012).

Grasa: también conocida como lípidos, es un componente complejo que se presenta principalmente en forma de glóbulos de grasa emulsificados, compuestos en su mayoría por triglicéridos (98-99%) junto con pequeñas cantidades de diglicéridos, monoglicéridos, fosfolípidos, colesterol y vitaminas liposoluble (Walstra, Wouters, & Geurts, 2005).

Leche: Es la producción biológica (secreción mamaria) sin calostro, obtenida por medio del ordeño higiénico e ininterrumpido de animales sanos de producción lechera (bovinos, bufalinos, ovinos y caprinos) y sin ningún tipo de adición o extracción (COVENIN, 2022, p. 2).

Leche cruda: “Es la leche que no ha sido sometida a temperaturas no mayor a 40°C o a cualquier otro tipo de tratamiento térmico que tenga un efecto equivalente” (COVENIN, 2022, p. 2).

Leche pasteurizada: Es la leche cruda homogeneizada o no, que ha sido sometida a un proceso térmico aprobado por la autoridad competente, en condiciones tales que garanticen la destrucción de los microorganismos patógenos y la casi totalidad de los microorganismos banales que pudieran estar presente, sin que se alteren sensiblemente las características organolépticas y físico-químicas de las mismas (Luigi, Rojas y Valbuena, 2013).

Leche contaminada: Es aquella leche que contiene cualquier sustancia proveniente de las operaciones de producción (en agricultura, zootecnia y medicina veterinaria), transporte, recepción y procesamiento o como resultado de contaminación ambiental (COVENIN, 2022, p. 2).

Microorganismo: Organismo que solo puede verse bajo un microscopio. Los microorganismos incluyen las bacterias, los protozoos, las algas y los hongos (Morales, 2025, p. 3).

Pasteurización de la leche: Es el proceso de calentar todas y cada una de las partículas de leche o productos lácteos en equipos adecuadamente diseñados y apropiados, por lo menos a una temperatura de 63 °C (145,44 °F) y mantener esa temperatura continuamente durante un mínimo de 30 minutos, o calentarla por lo menos a una temperatura de 73°C (163,44 °F) y mantener esa temperatura durante un mínimo de 15 segundos, y luego enfriar a una temperatura máxima de 7 °C (44,6 °F) (COVENIN, 2025).

Patógeno: Microorganismo (Virus, bacterias, hongos o parásitos) capaz de producir una enfermedad en un huésped susceptible (Brooks *et al.*, 2010).

Punto crioscópico: o punto de congelación es la temperatura a la cual la leche comienza a congelarse, siendo una propiedad coligativa que depende del número de partículas de soluto disueltas en el agua (Walstra, Wouters, & Geurts, 2005).

Sólidos totales (ST): Material seco remanente después de la evaporación de toda el agua de una muestra de leche (AOAC International, 2016).

Tratamiento térmico: Se aplica a la leche cruda con objeto de reducir el número de microorganismos presentes y permitir un almacenamiento más prolongado antes de someterla a elaboración (Dash *et al.*, 2022).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Según Tamayo (2019), el marco metodológico se define como “un proceso que, mediante el método científico, procura obtener información relevante para entender, verificar, corregir o aplicar el conocimiento.” (p. 175)

Tipo y Diseño de Estudio

De acuerdo con Arias (2006), se define como tipo de investigación “grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio”. (p. 23). En consecuencia, la presente investigación se enmarcó dentro del tipo explicativo, ya que su objetivo principal fue determinar y explicar la relación causal entre el proceso de pasteurización casera controlada y la calidad microbiológica de la leche bovina cruda expendida en las parroquias Montalbán y Matriz del municipio Campo Elías del estado Mérida.

Para el abordaje del problema planteado fue necesario establecer un diseño de investigación de tipo experimental siendo este “un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos, a determinadas condiciones, estímulos o tratamiento, para observar los efectos o reacciones que se producen.” (Arias, 2006, p. 34). Por su parte, lo anteriormente descrito en esta investigación no sólo buscó describir las características microbiológicas de la leche cruda, sino también explicar cómo la pasteurización casera influye en dichas características y si logra ajustarlas a los estándares establecidos por la normativa COVENIN (2025).

El enfoque de la investigación fue de tipo cuantitativa considerando el objetivo principal de la misma, ya que se basó en la recolección y análisis de datos medibles para evaluar las características fisicoquímicas y microbiológicas de la leche bovina cruda y pasteurizada. Al respecto, Sampieri (2014) sostiene que “una

investigación bajo el enfoque cuantitativo, busca describir, explicar, comprobar y predecir los fenómenos, generar y probar teoría”. (p. 4)

El presente estudio se enmarcó dentro de un diseño experimental puro o verdadero, caracterizado por su firmeza para establecer relaciones causales. En este sentido, Petrosko, citado por Sampieri (2014), señala que en un experimento de este tipo “Los participantes se asignan al azar a los grupos y después se les aplica simultáneamente la preprueba; un grupo recibe el tratamiento experimental y otro no (es el grupo de control); por último, se les administra, también simultáneamente, una postprueba” (p. 145). En concordancia con esta estructura, el estudio estuvo dividido en dos grupos:

- Grupo experimental: Muestras de leche cruda que fueron sometidas a un proceso de pasteurización casera bajo parámetros controlados de temperatura y tiempo.
- Grupo control: Muestras de leche cruda que no fueron sometidas a pasteurización, manteniéndose en su estado original para evaluar su calidad microbiológica.

Ambos grupos fueron analizados mediante pruebas microbiológicas antes y después del tratamiento térmico, lo que permitió comparar el impacto del mismo en la carga bacteriana.

Población y Muestra

Según Arias (2006), la población o universo “es el conjunto de elementos con características comunes que son objeto de análisis y para los cuales serán válidas las conclusiones de la investigación” (p.110). Por lo expuesto anteriormente, se seleccionó como población para este estudio el conjunto de leche bovina cruda expendida en las parroquias Montalbán y Matriz del municipio Campo Elías, Mérida - Venezuela, durante el mes de mayo del año 2025.

Por otra parte, Tamayo (2019) afirma que la muestra “es el grupo de individuos que se toman de la población, para estudiar un fenómeno estadístico.” (p. 176). En este sentido, la presente investigación estuvo constituida por un conjunto de muestras de leche cruda de vaca, recolectadas en dos puntos de

venta, un vendedor ambulante y un comerciante formal, ambos ubicados en el municipio Campo Elías parroquias Montalbán y Matriz.

Criterios de inclusión

Arias, Villassis y Miranda (2016), señalan que los criterios de inclusión “son todas las características particulares que debe tener un sujeto u objeto de estudio para que sea parte de la investigación”. (p. 204). Tomando en consideración lo antes mencionado, el presente trabajo tuvo los siguientes criterios de inclusión:

- Puntos de venta de leche cruda.
- Deben pertenecer a las parroquias mencionadas.
- Ser comerciante formal o vendedor ambulante.
- Disponibilidad de muestras para el día establecido de la recolección.
- Ordeños de diferentes fincas.
- Ordeños de diferentes días.

Criterios de exclusión

Para Arias *et al.* (2016), los criterios de exclusión son “las características que presentan los participantes y que pueden alterar o modificar los resultados, que en consecuencia los hacen no elegibles para el estudio”. (p. 204). En este sentido se tomaron en consideración los siguientes criterios de exclusión en la investigación:

- Leche proveniente de especies diferentes a la bovina.
- Leche pasteurizada industrialmente.
- Pertenecer a otras parroquias.
- No contar con disponibilidad de muestras para el día establecido de la recolección.
- Ordeños de la misma finca o mismo productor.
- Ordeños del mismo día.

Técnicas de Recolección de Datos

Arias (2006, p. 146), señala que las técnicas de recolección de datos “son el conjunto de procedimientos y métodos que se utilizarán durante el proceso de investigación, con el propósito de conseguir información pertinente a los objetivos

formulados en una investigación”. Se emplearon técnicas de recolección de datos cuantitativos, centradas en la obtención de información precisa y objetiva a través de métodos de laboratorio y protocolos estandarizados.

1. Recolección de muestras de leche cruda de vaca

Se realizó un muestreo intencionado en las parroquias Montalbán y Matriz del municipio Campo Elías, seleccionando dos puntos de venta de leche cruda según los criterios de inclusión para asegurar la representatividad de la muestra, Se clasificaron según su origen de comercialización y parroquias en dos categorías: vendedor formal de la parroquia Matriz (Muestra A) e informal en la parroquia Montalbán (Muestra B), permitiendo contrastar posibles diferencias asociadas a las condiciones de manejo y conservación.

Se utilizaron recipientes de vidrio estériles y técnicas asépticas durante la recolección para evitar la contaminación de las muestras. Cada muestra estuvo debidamente identificada, registrando la fecha, hora y lugar de recolección, así como también la temperatura en la que se encontraba la leche. En la norma COVENIN 903-93 (1993), se define la leche fría como “aquella leche cruda que, inmediatamente después de su ordeño, debe ser refrigerada a una temperatura inferior a 5°C y mantenida a una temperatura no mayor de 10°C durante su almacenamiento y transporte”. (p.1). Además, se estableció un protocolo de transporte que garantizó la conservación de las propiedades de las muestras hasta su llegada al laboratorio, en cavas con hielo para mantener la temperatura idónea y evitar el sesgo.

2. Análisis físico-químicos

Para evaluar la calidad físico-química de la leche cruda bovina expendida en las parroquias Montalbán y Matriz del municipio Campo Elías, se realizaron diversos análisis siguiendo los protocolos establecidos en la normativa COVENIN 903 (2022) y otras normas complementarias. Cada método se aplicó conforme a los procedimientos estandarizados para garantizar la fiabilidad de los resultados y los resultados se registraron en la planilla que se presenta en el Anexo 3.

Acidez titulable: La acidez titulable se determinó conforme al método de ensayo COVENIN 658 (1997a), utilizando una solución de NaOH 0,1 N para la titulación de 10 mL de leche con fenolftaleína como indicador.

pH: La determinación del pH se llevó a cabo utilizando un potenciómetro modelo PHS-3C, siguiendo el método de ensayo COVENIN 1315 (2021), el cual establece la medición directa mediante electrodos sumergidos en la muestra. La lectura se obtuvo tras estabilizar la muestra a temperatura ambiente.

Densidad Relativa: La medición de la densidad se efectuó mediante un lactodensímetro o galactómetro, siguiendo la metodología descrita en la norma COVENIN 367 (1982), que establece la determinación mediante inmersión del instrumento en la muestra a 15°C ó 20°C. La densidad permite identificar posibles adulteraciones, como la adición de agua o sustancias extrañas.

Cenizas: La determinación de cenizas de la leche cruda se llevó a cabo siguiendo el método de ensayo descrito en COVENIN 368 (1997b), el cual consiste en la incineración por vía seca de la muestra previamente deshidratada.

Prueba de estabilidad proteica: Para determinar la estabilidad de las proteínas presentes en la leche, se utilizó alcohol etílico neutralizado al 68%, siguiendo el método de ensayo descrito en COVENIN 903 (2022). La técnica consiste en mezclar la leche con la solución alcohólica y observar la formación de flóculos o precipitación, lo que sugiere desnaturalización proteica. Este análisis es clave para verificar la calidad estructural de las proteínas y su comportamiento frente a tratamientos térmicos.

Colorimétrica de Resazurina: Este análisis permite evaluar la actividad microbiológica de la leche mediante la reducción del colorante resazurina, conforme a los estándares de la norma COVENIN 903 (2022). Se utilizó el reactivo de marca VWR Chemicals, agregando 1 mL de solución de resazurina a 10 mL de leche, seguido de incubación a 37°C durante 15 minutos. La pérdida de color indica actividad bacteriana, permitiendo clasificar la leche según su grado de

frescura (Anexo 1). La metodología utilizada por Zemanate y Grass (2005), quienes evaluaron su utilidad en comparación con el conteo de células somáticas en muestras de leche cruda, observando que la prueba de resazurina permite una detección rápida y económica de contaminación bacteriana aerobia, aunque con limitaciones frente a microorganismos anaerobios o asociados a mastitis subclínica, donde concluyeron que debido a que la metodología de esta prueba sólo se fundamenta en el potencial de oxidorreducción de los microorganismos aerobios presentes, tiende a excluir otro tipo de microorganismos, por lo que recomendaron ser usada en combinación con otras pruebas complementarias para dar una clasificación más completa a la leche cruda.

Prueba de TRAM: El Tiempo de Reducción del Azul de Metileno es un indicador que permite estimar la carga bacteriana de la leche, basado en la capacidad de los microorganismos de reducir el azul de metileno, modificando su coloración en función del nivel de contaminación. Se siguió el procedimiento descrito en la normativa COVENIN 939 (1976), donde se adiciona 1 mL de solución de azul de metileno a 10 mL de leche, se agita y se incuba a 37°C.

Nivel de Peróxido: Para determinar la presencia de peróxido de hidrógeno (H_2O_2), se empleó una tira reactiva de marca Bartovation, conforme al método de ensayo estandarizado. El procedimiento consistió en:

- 1) Sumergir la tira reactiva en la muestra durante 1 segundo y retirarla sin sacudir el exceso de líquido.
- 2) Esperar 90 segundos para la reacción química.
- 3) Comparar la almohadilla de la tira con la tabla de colores (véase Anexo 2), obteniendo una lectura semicuantitativa de la concentración de peróxido.

3. Análisis microbiológicos

A las muestras se le realizaron los siguientes análisis microbiológicos:

Bacterias aerobias mesófilas: por medio de conteo en placa estándar, siguiendo el método de ensayo establecido por COVENIN 902 (1987).

Coliformes: a través de conteo en placa estándar, utilizando el método de ensayo oficial AOAC® 966.24, con licencia AOAC 020902 (2016).

E. coli: Determinadas por conteo en placa estándar, utilizando el método de ensayo oficial AOAC® 966.24, con licencia AOAC 020902 (2016).

Los análisis microbiológicos se realizaron en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos “Cándida G. Díaz R.” de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la ULA.

4. Pasteurización de las muestras de leche

Se les realizó una pasteurización casera a las muestras y se tomó registro de la temperatura de exposición al calor hasta cuándo comenzó el proceso de ebullición y formación de espuma. Posteriormente se comparó con lo establecido por la norma COVENIN 798 (2025).

Los materiales e instrumentos utilizados para dicho procedimiento fueron: Olla de acero inoxidable marca Royal, Termómetro bimetalico de bolsillo marca B&C Germany, Cocina de Gas, Cuchara de acero inoxidable, Temporizador, y envases para el almacenamiento estéril.

5. Analizador ultrasónico de Leche

Se utilizó un Lactoscan S60 Modelo MAP250 HF, cuya función es hacer análisis rápidos de leche, proporcionando los valores de porcentajes de Grasa, Sólidos no-Grasos (SNG), Proteínas, Contenido de Agua, pH, Punto de Congelación (punto crioscópico), Sólidos totales, y Densidad de las diferentes muestras a una determinada Temperatura (°C). Para estos análisis, se empleó el equipo del Laboratorio de Control de Calidad de la empresa Lácteos La Gran Pastora, ubicada en la vía a Jají de la ciudad de Mérida.

Instrumento de Recolección de Datos

De acuerdo con Sabino (1992), un instrumento de recolección de datos es “Cualquier recurso de que se vale el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos la información” (p. 88). En la presente investigación se utilizó una

ficha de recolección de datos ya que permite registrar de manera sistemática y organizada la información relevante durante la recolección de datos (Anexo 3).

Análisis Estadístico de los Datos

La información básica obtenida, se cuantificó para proceder a su procesamiento por medio del paquete estadístico S.P.S.S. (Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales), Versión 15. Se realizó el análisis de las variables a través de estadísticos descriptivos, las tablas realizadas contienen promedios, rango mínimo, máximo y desviación estándar.

Hipótesis y Sistema de variables

Hipótesis

Para Arias (2006), una hipótesis es “una suposición que expresa la posible relación entre dos o más variables, la cual se formula para responder tentativamente a un problema o pregunta de investigación”. (p. 109)

Hipótesis de investigación

H_1 : La leche bovina cruda expendida en las parroquias Montalbán y Matriz del municipio Campo Elías no cumple con los estándares de calidad microbiológica establecidos por la normativa COVENIN.

H_0 : La leche bovina cruda expendida en las parroquias Montalbán y Matriz del municipio Campo Elías cumple con los estándares de calidad microbiológica establecidos por la normativa COVENIN.

Sistema de Variables

Es una característica o cualidad; magnitud o cantidad, que puede sufrir cambios, y que es objeto de análisis, medición, manipulación o control en una investigación (Arias, 2006, p. 109).

Variable Independiente

Proceso de pasteurización casera, definido por la temperatura y el tiempo controlado al que se somete el grupo experimental de muestras de leche.

Variable Dependiente

Calidad microbiológica de la leche bovina, medida a través del recuento de aerobios mesófilos, *E. coli* y la presencia de coliformes totales, comparada con los estándares establecidos en la normativa COVENIN 903 (2022).

Variables Intervinientes

- Condiciones de recolección y transporte de las muestras para evitar la contaminación externa.
- Volumen de leche utilizado en cada proceso de pasteurización.
- Factores ambientales, como la temperatura y el almacenamiento previo de las muestras.
- Productor o distribuidor de leche.

www.bdigital.ula.ve

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados

A fin de evaluar la calidad composicional de la leche cruda y pasteurizada comercializada en las parroquias Matriz y Montalbán, se realizó una caracterización físico-química detallada de las muestras recolectadas. A continuación, se presentan los resultados obtenidos, los cuales permiten establecer comparaciones entre los distintos tipos de leche y canales de comercialización evaluados.

En la Tabla 1 se presentan los resultados obtenidos de los análisis físico-químicos, comparándose con los parámetros establecidos por las normas COVENIN 903 (2022), para la leche cruda (Anexo 4) y 798 (2025) para la leche pasteurizada (Anexo 5) y que regula la calidad de la leche cruda y pasteurizada en Venezuela, la cual establece que los valores aceptables para los principales indicadores de calidad son: acidez, densidad, punto crioscópico, contenido mínimo de grasa, proteína, cenizas, sólidos totales, SNG y estabilidad proteica.

Tabla 1.*Composición físico-química de la leche cruda y pasteurizada*

Parámetro	Resultado		Promedio	Desv. típ.	Norma COVENIN	
	Mínimo	Máximo			Mínimo	Máximo
Leche Cruda						
Acidez Titulable (mL NaOH 0,1N/100 mL-leche)	16	23	19,17	2,787	15	19
pH	6,53	6,96	6,80	0,156	6,5	6,7
Densidad relativa (g/mL) a 20°C	1,0265	1,0311	1,0284	0,0016	1,0260	1,0310
Punto Crioscópico (°H)	-0,599	-0,524	-0,554	0,024	-0,555	-0,535
Grasa (%)	3,50	4,68	3,95	0,501	3,2	
Proteína (%)	3,10	3,46	3,22	0,126	3	
Cenizas (%)	1	1	0,70	0,011	0,70	0,80
Sólidos Totales (%)	11,66	12,54	12,15	0,371	12	
Sólidos No Grasos (%)	7,86	8,83	8,19	0,340	8,8	
Leche Pasteurizada						
Acidez Titulable (mL NaOH 0,1N/100 mL-leche)	16	20	18,00	1,897	15	19
pH	6,54	6,90	6,7617	0,142	6,50	6,70
Densidad relativa (g/mL) a 15 °C	1,02635	1,03097	1,0288	0,00155	1,0280	1,0330
Punto Crioscópico (°C)	-0,599	-0,542	-0,573	0,0181	-0,555	-0,535
Grasa (%)	3,65	4,96	4,31	0,549	3,2	
Proteína (%)	3,10	3,45	3,28	0,114	3	
Sólidos Totales (%)	12,16	13,10	12,62	0,356	12	
Sólidos No Grasos (%)	7,88	8,82	8,39	0,306	8,80	

Nota: Todos los análisis fueron analizados por duplicado.

Tabla 2.

Evaluación de Acidez Titulable en leche cruda refrigerada por 48 horas post-compra.

Muestra	Horas transcurridas		Resultados		Promedio	Desv. típ.
			Mínimo	Máximo		
Leche cruda A	24 horas	Acidez Titulable (mL NaOH 0,1 N/100 mL-leche)	26	30	28,50	1,309
	48 horas	Acidez Titulable (mL NaOH 0,1 N/100 mL-leche)	34	37	35,33	1,000
Leche cruda B	24 horas	Acidez Titulable (mL NaOH 0,1 N/100 mL-leche)	21	23	21,71	0,756
	48 horas	Acidez Titulable (mL NaOH 0,1 N/100 mL-leche)	21	28	23,40	1,955

Nota: A es Parroquia Matriz y B es Parroquia Montalbán

Por su parte, en la Tabla 2 se presentan los valores correspondientes al análisis de acidez titulable en la leche cruda tras 48 horas de almacenamiento en refrigeración (4°C); es notable que las muestras de ambos grupos registraron un aumento en comparación con el parámetro determinado en la leche recién comprada.

Tabla 3.*Temperatura de recepción y pasteurización de la leche.*

Muestra	Temperatura de recepción (°C)	Nro. de muestras	%
Leche Cruda A	10	1	33,3
	11	2	66,7
	Total	3	100
Leche Cruda B	19	1	33,3
	28	2	66,7
	Total	3	100
Leche Pasteurizada A1	84	2	66,7
	85	1	33,3
	Total	3	100
Leche Pasteurizada B1	84	2	66,7
	85	1	33,3
	Total	3	100

Nota: A es Parroquia Matriz y B es Parroquia Montalbán

En otro orden de ideas, en la Tabla 3 se presentan las temperaturas de recepción de la leche cruda, y las temperaturas alcanzadas en el proceso de pasteurización casera.

Tabla 4.

Resultados de la prueba de Reducción del Azul de Metileno (TRAM).

Muestra	Clasificación	Nro. de muestras	%
Leche cruda	Clase I: Leche fría y más de 4 horas de TRAM	3	50
	Clase III: Leche caliente con 30 minutos a 2 horas de TRAM	3	50
	Total	6	100
Leche pasteurizada	Clase I: Leche fría y más de 4 horas de TRAM	6	100

En referencia a la prueba del Tiempo de Reducción del Azul de Metileno (TRAM), en la Tabla 4, se presenta la clasificación de la leche de acuerdo a lo establecido por la Norma COVENIN (2022).

Tabla 5.

Evaluación Físico-química de la leche cruda refrigerada por 48 horas post-compra.

Muestra	Horas transcurridas	Parámetro	% de las muestras
Leche cruda A	24 horas	Clase III: Leche caliente con 30 minutos a 2 horas de TRAM	100,0
		Estabilidad Proteica (+)	100,0
	48 horas	Clase III: Leche caliente con 30 minutos a 2 horas de TRAM	100,0
		Estabilidad Proteica (+)	100,0
Leche cruda B	24 horas	Clase I: Leche fría más de 4 horas de TRAM	100,0
		Estabilidad Proteica (-)	100,0
	48 horas	Clase I: Leche fría más de 4 horas de TRAM	100,0
		Estabilidad Proteica (+)	100,0

Nota: A es Parroquia Matriz y B es Parroquia Montalbán

Por su parte, en la Tabla 5 se presentan los resultados obtenidos para las mismas muestras de leche cruda tras su refrigeración por 24 y 48h.

La Tabla 6 presenta los resultados del ensayo de resazurina aplicados a muestras de leche cruda recolectadas en diferentes fechas y puntos de venta.

Tabla 6.

Resultados de la prueba de resazurina.

Muestra	Clase: Calidad (Color de viraje)	Nro. de muestras	%
Leche cruda	II: Buena (Violeta - Azulado)	3	50,0
	III: Regular (Rosado - Violeta)	2	33,3
	V: Mala (Incolora-Rosa)	1	16,7
	Total	6	100,0

Con respecto a los resultados de los análisis microbiológicos realizados a ambos grupos de muestra, estos se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7.

Resultados del análisis microbiológico de las muestras de leche.

Análisis microbiológico	Muestras	Nro. de muestras	Resultados	Norma COVENIN	%
Bacterias aerobias mesófilas ufc/mL	Leche Cruda A	1	1,0x10 ⁷	Sin Clasificación: > 5.000.000 ufc/mL	33,3
		2	1,5x10 ⁶ 2,0x10 ⁶	Categoría C: (1500.001 - 5.000.000 ufc/mL)	66,7
		3		Total	100
	Leche Cruda B	1	7,2x10 ⁴	Categoría A: (Hasta 500.000 ufc/mL)	33,3
		2	1,1x10 ⁶ 9,4x10 ⁵	Categoría B: (500.001 - 1.500.000 ufc/mL)	66,7
		3		Total	100
	Leche Pasteurizada A1	3	≤10	Máximo permisible buena calidad	100
	Leche Pasteurizada B1	3	≤10	Máximo permisible buena calidad	100
	Leche cruda	4	9,7x10 ⁴ 2,4x10 ³ 1,2x10 ⁶ 3,5x10 ⁵	-	66,6
Coliformes ufc/mL		2	≤10		33,3
	Leche pasteurizada	6	≤10	Máximo permisible calidad aceptable	100
<i>E. coli</i> ufc/mL	Leche cruda	6	≤10	-	100
	Leche pasteurizada	6	≤10	Máximo permisible buena calidad	100

Discusión de Resultados

Los hallazgos encontrados en los análisis fisicoquímicos de las muestras de leche cruda (Tabla 1) revelan una tendencia general de cumplimiento con los estándares establecidos por la Norma COVENIN, con la excepción de varios parámetros claves, como por ejemplo la acidez titulable, cuyo promedio 19,17 mL de NaOH/100 mL de leche, se sitúa ligeramente por encima del rango permitido (15-19 mL de NaOH/100mL de leche), lo que puede sugerir una mayor actividad microbiana o un inicio de fermentación; asimismo, el valor de pH fue de 6,80, superando el límite máximo normado de 6,7; lo cual podría estar asociado a tiempos prolongados de almacenamiento o manipulación inadecuada.

En este orden de ideas, Alvarado (2013), menciona que el rango normal de pH puede verse afectado por presencia de calostro (Puede disminuir el pH hasta 6,0) o elevarse hasta 7,5 en casos de mastitis (p.9).

Respecto a la densidad de la leche cruda se puede señalar que se ubicó dentro del intervalo permitido con un promedio de 1,0284 g/mL; los valores mínimos de 1,0265 g/mL y un máximo de 1,0311 g/mL, los cuales se encontraron dentro de los límites establecidos. Estos resultados indican que las muestras no presentan adulteración por adición de agua o de otras sustancias. Asimismo, el punto de congelación promedio fue de -0,554°C, coherente con leche no adulterada, confirmando la integridad composicional que indicaban los resultados de la densidad. Estos hallazgos son contrarios a los resultados obtenidos por Zebib, Abate y Woldegiorgis (2023), quienes identificaron una disminución significativa en la densidad y el contenido de sólidos no grasos (SNG) en muestras adulteradas con agua recolectadas a lo largo de la cadena de comercialización en Etiopía, especialmente en puntos de venta informales, donde concluyeron que la adición de agua no solo afecta la calidad composicional, sino que también representa un riesgo sanitario al favorecer el crecimiento microbiano por la pérdida de barreras bioquímicas naturales.

En cuanto a valores de proteínas y grasa, las muestras analizadas resultaron conformes a lo establecido en la norma al exhibir niveles superiores al

mínimo requerido. Las proteínas tuvieron un valor promedio de 3,22 % y para grasa de 3,95 %. Estos hallazgos se respaldan con lo mencionado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2025), al destacar que la composición química de la leche varía de acuerdo con la raza del animal, pero en todo caso, los valores promedios obtenidos son similares a los reportados como promedios en la bibliografía.

Al considerar el contenido mineral, reflejado en las cenizas, este fue de 0,70%, cumpliendo con el límite inferior permitido. En cuanto a los sólidos totales, estos alcanzaron un promedio de 12,15 %, valor aceptable conforme al estándar. Sin embargo, los sólidos no grasos presentaron un valor de 8,19 %, por debajo del mínimo establecido en la norma de 8,8 % contraste estos hallazgos.

Otro aspecto relevante de los resultados, fue la estabilidad proteica de la leche cruda, parámetro que evalúa la resistencia de las proteínas lácteas en condiciones de estrés térmico, donde solo las muestras del comercio A evidenciaron una estabilidad positiva, es decir que hubo una coagulación de la misma al realizar la prueba del alcohol (véase Anexo 6), lo cual podría estar vinculado a una deficiente conservación, posibles alteraciones microbiológicas o prácticas inadecuadas durante la recolección y el transporte. Estos resultados son consistentes con los obtenidos por De Matos, Pires y Leães (2020), donde observaron una variabilidad de acidez en las muestras analizadas entre 15 mL NaOH y 21 mL NaOH, siendo el límite superior indicativo de fermentación incipiente y con esto determinaron que ciertas muestras >20 mL NaOH es indicativo de que la leche está ligeramente ácida y la misma no soportaría el calentamiento a 110°C, haciéndola inadecuada para la industrialización, reflejando que solo con hacer esta prueba podrán determinar la estabilidad proteica.

Por otro lado, en la caracterización fisicoquímica de muestras de leche pasteurizadas de forma casera, dio como resultado que la acidez titulable fue de 18 mL de NaOH/100 mL de leche situándose dentro del rango establecido por la norma. Por su parte, el pH alcanzó un promedio de 6,76; valor que se encontró por encima del máximo permitido.

En cuanto al parámetro de densidad de la leche pasteurizada, se obtuvo un valor promedio de 1,029 g/mL, cumpliendo con el estándar (1,028–1,033 g/mL), al igual que el punto de congelación, con un valor promedio de -0,573 °C, consecuente con los resultados obtenidos para leche cruda donde se descarta una adulteración, siguiendo con los parámetros de grasa, el cual obtuvo un valor promedio de 4,31% y para proteína de 3,28%, más altos que los obtenidos en la leche cruda, pero consistentes con la evaporación de agua típica de una pasteurización a presión atmosférica; en todo caso, los resultados obtenidos se encuentran por encima de los valores mínimos exigidos, evidenciando una buena calidad nutricional del producto final.

Por otra parte, el contenido de sólidos totales de la leche pasteurizada fue de 12,62%, también dentro del rango normativo, mientras que para los sólidos no grasos, se obtuvo un valor promedio de 8,39%, valor que se sitúa por debajo del límite mínimo establecido por la norma.

Aunque la leche pasteurizada fue elaborada a partir de la misma leche cruda, se pudo observar una variabilidad en los resultados obtenidos en cuanto a un incremento leve en los valores de grasa y proteína tras el tratamiento térmico, tal fenómeno o situación pudo estar dado por varios factores técnicos y analíticos. En primer lugar, durante la pasteurización, especialmente bajo condiciones de alta temperatura y corto tiempo, puede producirse una ligera evaporación del contenido acuoso, lo que genera una concentración relativa de los sólidos disueltos, incluyendo lípidos y proteínas (Villegas, Monzón y Díaz, 2018). En segundo lugar, la homogeneización, que suele acompañar al proceso de pasteurización, reduce el tamaño de los glóbulos de grasa y mejora su dispersión en la matriz líquida, lo que permite una medición más uniforme y representativa del contenido graso (Milk-Ed, 2022), este proceso de homogeneización también favorece la interacción de las proteínas del suero con las micelas de caseína, lo que puede aumentar la detectabilidad de las proteínas en ciertos métodos analíticos (Lee y Sherbon, 2002). Por otro lado, la desnaturalización parcial de las proteínas inducida por el calor de la pasteurización puede modificar su estructura

tridimensional sin alterar su composición aminoacídica, facilitando su cuantificación (Mejía, Rodas y Baño, 2017).

En conjunto con lo mencionado, estos factores pudieron estar ligados a la variabilidad de resultados y explicación del por qué partiendo de la misma materia prima, los valores de grasa y proteína pueden ser ligeramente superiores en la leche pasteurizada, sin que ello implique una alteración intencionada de su composición, estos hallazgos demostraron que tanto la leche cruda como la pasteurizada presentan un perfil físico-químico que en su mayoría se ajusta a los estándares regulatorios, aunque existen áreas de mejora que podrían abordarse en la fase primaria de producción o durante el procesamiento térmico, especialmente en relación con los niveles de sólidos no grasos y el control de la acidez y el pH. Si bien las muestras demostraron cumplir con los requerimientos de composición básica especificados en las normas, la presencia de alteraciones en algunos parámetros de las muestras evidenció deficiencias en el manejo durante el almacenamiento, refrigeración o control de calidad.

La variabilidad de la acidez titulable tras el almacenamiento de la leche cruda por 24 y 48 h a temperatura de refrigeración (Tabla 2), sin tratamiento térmico, confirma lo establecido por Alvarado (2013), respecto a que la leche cruda debe pasteurizarse inmediatamente después del ordeño para evitar su deterioro. El incremento de la acidez titulable puede atribuirse a factores como la elevada carga microbiana inicial ya que como mencionan, Torres, Duran y Rodríguez (2009) y Delgado (2024), este parámetro de acidez está directamente relacionado con la carga microbiana, debido a que muchas de estas bacterias tienen la capacidad de convertir la lactosa en ácido láctico incrementando la acidez de la leche.

Se pudo evidenciar que ninguna de las muestras de leche cruda cumplió con el requisito de temperatura máxima de recepción (Tabla 3), ya que, de acuerdo a lo mencionado por Alvarado (2013), para la temperatura de conservación de la leche después del ordeño se recomienda mantener entre 3 y 4 °C como ideal y no superar los 10°C. Las temperaturas registradas en el presente

estudio alcanzaron hasta los 28 °C (véase Anexo 7) en dos de los casos, lo cual refleja una interrupción crítica en la cadena de frío que puede favorecer el crecimiento microbiano y compromete la calidad higiénica del producto.

Por otra parte, con respecto a las temperaturas de pasteurización, las mismas oscilaron entre 84 °C y 85 °C, sin variaciones de acuerdo a vendedores. Al respecto, el estudio desarrollado por Colavita *et al.* (2012), consistió en evaluar el tratamiento térmico aplicado domésticamente por consumidores a leche cruda adquirida en máquinas expendedoras, donde registraron temperaturas de calentamiento entre 68,5 °C y 97,8 °C, con una media de 89,5 °C y una moda de 93,2 °C. Con esto se pudo establecer que la temperatura registrada en el presente estudio se encontró dentro del rango obtenido por el mencionado autor. Esta variación de temperatura puede estar dada por los efectos de la convección ya que Thermtest Latin America (2021) menciona que, dependiendo de las características y tipo de material del recipiente usado para el proceso de calentamiento de un alimento, el calor será distribuido de manera uniforme por el mismo.

En los resultados obtenidos para la prueba de TRAM de la leche cruda (Tabla 4), se observa una distribución equitativa entre las clases I y III, ya que el 50 % de las muestras pertenecen a la clase I (Leche fría con tiempo de reducción superior a 4 horas), lo que permite inferir una excelente calidad microbiológica, mientras que el otro 50 % se encuentra en la clase III (Leche caliente con tiempo de reducción entre 30 minutos y 2 horas) (Anexo 8), lo cual evidencia una carga bacteriana considerable y menor vida útil. Estos resultados reflejan una dualidad dentro de la muestra de leche cruda, probablemente influenciada por variaciones en las condiciones de ordeño, higiene del equipo y almacenamiento.

En contraste a lo antes expuesto, todas las muestras de leche pasteurizada, es decir el 100%, se clasificaron dentro de la clase I, con tiempos de reducción superiores a 4 horas, reflejando una calidad microbiológica significativamente superior, comportamiento que resalta o pone en evidencia la efectividad del tratamiento térmico realizado; en este sentido, Luigi, Rojas y

Valbuena (2013), en su estudio sobre la calidad higiénico-sanitaria de leche cruda y pasteurizada expendida en el estado Carabobo, Venezuela, pudieron observar una diferencia significativa en el comportamiento de la leche cruda frente al TRAM, donde de 40 muestras analizadas, 12 (equivalente al 30%) se clasificaron como clase III indicativo de mala calidad.

En concordancia con los resultados obtenidos en las muestras de leche cruda almacenadas en refrigeración por 24 y 48h, es posible observar diferencias entre los tipos de muestras analizadas (Tabla 5), pues tras este tiempo de almacenamiento sin procesamiento térmico, la muestra A se clasificó como clase III o de mala calidad, mientras que la muestra B permaneció como clase I (de buena calidad). De manera análoga, en la prueba de estabilidad proteica, que se realiza a fin verificar la calidad estructural de las proteínas y su comportamiento frente a tratamientos térmicos, la muestra A dio resultados positivos en ambos días, es decir se hizo visible la coagulación (Anexo 6); al contrario, la muestra B tras 24h de almacenamiento arrojó resultados negativos a la prueba, es decir, no se evidenció coagulación de la leche al ser mezclada con alcohol, pero tras 48 horas de almacenamiento, dicha estabilidad proteica se perdió y la prueba comenzó a dar positiva. Estos resultados corroboran la necesidad de pasteurizar la leche cruda de manera rápida tras su ordeño.

En los resultados obtenidos para la prueba de Resazurina (Tabla 6), el 50,0 % de las muestras analizadas fueron clasificadas como clase II (Buena calidad), identificadas por una coloración violeta-azulada persistente; esto sugiere un adecuado manejo higiénico durante el ordeño y la recolección, con niveles bajos de contaminación microbiana inicial. Por otro lado, un 33,3 % se ubicó en la clase III (Calidad regular), con coloración rosado-violeta, indicando presencia moderada de microorganismos que podrían afectar la vida útil del producto y por último, el 16,7 % restante fue clasificado en la clase V (Mala calidad), al presentar una coloración incolora-rosada (Anexo 9), lo cual refleja una alta carga bacteriana y una posible contaminación significativa durante la producción primaria o manipulación.

Los resultados obtenidos en la prueba de resazurina, coinciden con los obtenidos en la prueba TRAM. La presencia de muestras clasificadas como de mala calidad constituye una alerta importante sobre las condiciones sanitarias del proceso productivo, especialmente si se considera que la leche cruda es altamente perecedera y susceptible a proliferación microbiana. Por su parte Zambrano y Grass (2008), destacaron que existían diferencias significativas entre la prueba de resazurina y azul de metileno, ya que la prueba de azul de metileno presenta un patrón del tiempo de reducción de azul de metileno que permite evaluar la calidad higiénica de la leche en un rango más amplio y que la resazurina al tener su interpretación a través de una escala colorimétrica presenta mayor sesgo al momento de la lectura.

Los resultados obtenidos del análisis microbiológico (Tabla 7) muestran diferencias marcadas en el nivel de carga bacteriana entre la leche cruda y la leche pasteurizada. En primer lugar, dentro del grupo denominado “Leche Cruda A”, se observó que el 33,3% de las muestras superaron el límite establecido ($> 5.000.000$ ufc/mL), por lo que COVENIN (2022) establece que no puede ser clasificada bajo la normativa. De manera similar, en el grupo “Leche Cruda B”, el 33,3 % alcanzó la categoría A (hasta 500.000 ufc/mL), y un 66,7 % de las muestras categoría B ($500.001-1.500.001$ ufc/mL),

Estos resultados presentan similaridad con los obtenidos por Sánchez, Boscán y De Jongh (1996), quienes encontraron en muestras de leche recolectadas en diversas áreas de Mérida, incluyendo al Municipio Campo Elías, cargas microbianas hasta de $1,2 \times 10^{13}$ ufc/mL de aerobios mesófilos, además de detectar la presencia de coliformes fecales, concluyendo que la calidad microbiológica de la leche analizada era “muy deficiente” (p.104).

Asimismo, Lima *et al.* (2023), documentaron valores entre $1,2 \times 10^4$ y $2,5 \times 10^7$ UFC/mL de bacterias aerobias mesófilas en leche cruda comercializada en Castanhal, Brasil, valores por encima de los establecidos en la Instrucción Normativa Nº 58 de BRASIL del año 2019, donde el límite máximo es de $9,0 \times 10^6$ UFC/mL.

Con respecto a los coliformes, cabe destacar que la normativa COVENIN (2022), no establece ningún requisito con respecto a estos microorganismos indicadores para la leche cruda. En este sentido, el Decreto Ejecutivo N° 34433-MAG de la Gaceta Oficial de la República de Costa Rica (2007), establece que, para la leche cruda, el valor o conteo de coliformes totales, el límite recomendado (m) es de 500 UFC/mL y el límite máximo permitido (M) de $2,0 \times 10^3$ UFC/mL. Al someter los resultados obtenidos en el presente estudio a comparación con estos parámetros, se pone en evidencia que los niveles registrados en las muestras de leche cruda analizadas superan dichos límites, pues el valor mínimo obtenido fue de $2,4 \times 10^3$ UFC/ mL, alcanzando valores de $1,2 \times 10^6$ UFC/mL.

Las cuatro muestras analizadas que exceden estos estándares internacionales representan el 66,6%, lo cual pone en evidencia las fallas en las condiciones de higiene del proceso productivo y sugiere una calidad microbiológica inadecuada. Ante la ausencia de una normativa nacional al respecto, el reglamento costarricense puede utilizarse como referencia técnica válida para comparar los resultados microbiológicos en el contexto nacional, especialmente al evaluar prácticas de higiene, manejo y conservación del producto.

Del mismo modo, otros límites para coliformes pueden observarse en el reglamento técnico de la Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI, 2019), el cual establece que el contenido máximo de coliformes totales en la leche cruda debe ser máximo 10^4 NMP/mL, y Bustamante-Ordoñez y cols. (2023) que indican que la normativa peruana establece un rango entre 100 y 1000 UFC/mL. Igualmente, utilizando como referencia estas otras normativas internacionales, en el presente estudio se observó que dos de los tres lotes de la leche cruda adquirida contenían una carga elevada de coliformes, encontrándose resultados del orden hasta de 10^6 UFC/mL.

Estos resultados en las muestras de leche cruda analizadas en el presente estudio no se corresponden con los resultados obtenidos en las pruebas TRAM y

Resazurina, en los cuales la mitad de las muestras de leche cruda correspondían a clases de elevada calidad. La falta de correlación entre los resultados de la prueba de TRAM y la carga microbiana resultante en análisis microbiológicos ha sido reportada por diversos estudios (Sánchez, Boscan y De Jongh, 1996; Alvarado, 2013), donde además se menciona la necesidad de incluir otras pruebas para valorar de forma rápida la calidad microbiológica de la leche cruda.

En referencia a la leche pasteurizada de forma casera, los valores obtenidos fueron contrastados con los límites establecidos en el proyecto de norma COVENIN 798:2025 (Anexo 10) correspondiente al nivel de distribuidor de planta, el cual establece criterios más rigurosos de calidad microbiológica. En este sentido, el 100% de las muestras de los grupos “A1” y “B1” de leche pasteurizada obtuvieron resultados microbiológicos dentro del máximo permisible para considerar la leche como de buena calidad microbiológica, lo que pone de manifiesto la efectividad del tratamiento térmico casero en la reducción de la carga bacteriana. Este resultado sugiere que, a pesar de la elevada contaminación inicial en la leche cruda, el proceso de pasteurización aplicado fue adecuado para eliminar la mayoría de los microorganismos viables.

Por su parte, los resultados microbiológicos obtenidos en esta etapa del estudio reflejan también un cumplimiento total con los límites normativos establecidos para coliformes y *Escherichia coli* para leche pasteurizada (COVENIN, 2025), ya que todas las muestras cumplieron con los valores permisibles establecidos por la norma, lo que confirma la efectividad del tratamiento térmico aplicado.

En contraste con los resultados obtenidos, Luigi, Rojas y Valbuena (2013) reportaron porcentajes elevados de incumplimiento en muestras pasteurizadas del estado Carabobo, donde el recuento promedio de coliformes para leche pasteurizada fue de $2,6 \times 10^3$ UFC/mL, con resultados máximos de hasta $8,0 \times 10^4$ UFC/mL, lo que representaba que el 45% de las muestras de dicho estudio se encontraron por encima del límite permitido en la Norma y, coincidiendo con la presencia de una carga microbiana excesiva.

En cuanto a *E. coli*, todas las muestras tanto crudas como pasteurizadas, resultaron con la ausencia de este microorganismo patógeno en las condiciones de análisis. Este hallazgo reviste particular importancia sanitaria, ya que *E. coli* es uno de los principales indicadores de contaminación fecal y su presencia está directamente relacionada con la posibilidad de transmisión de enfermedades de origen alimentario

En general, los resultados obtenidos para la leche cruda evidencian un incumplimiento generalizado de los estándares microbiológicos establecidos a nivel normativo, lo que pone en evidencia la necesidad de implementar controles post-ordeño más rigurosos en las fases de producción, manejo y comercialización de leche cruda. Si bien no existe norma que establezca límites para la presencia de coliformes totales y *E. coli*, estos microorganismos son indicadores microbiológicos de Buenas Prácticas de Manufactura (también conocidas como BPM o BPF), y por lo tanto, son parámetros usualmente determinados en la industria de alimentos derivados lácteos, durante el control de calidad al momento de la recepción de materia prima; por esta razón dichos análisis fueron tomados en cuenta con la finalidad de verificar su presencia o ausencia en leche cruda y cuál era su comportamiento tras la pasteurización en caso de haber presencia de los mismos.

Para garantizar la inocuidad de la leche y sus derivados, es fundamental aplicar prácticas rigurosas de manipulación, almacenamiento y transporte. El contacto con equipos contaminados o sustancias extrañas representa una de las principales vías de contaminación, comprometiendo la calidad microbiológica del producto. Asimismo, cuando bacterias ambientales presentes en la piel de la vaca, el pasto, el agua estancada y otros elementos del entorno logran penetrar la ubre, desencadenan una respuesta inmunitaria en el organismo: el sistema envía glóbulos blancos (leucocitos) desde la sangre hacia la glándula mamaria para combatir la infección aumentando este conteo de células somáticas, las cuales resulta importante destacar ya que autores mencionan que un elevado recuento de células somáticas en la leche provoca alteraciones bioquímicas que

comprometen su calidad y la de sus derivados: se incrementa la actividad de enzimas como la lipasa, que descompone la grasa generando sabores rancios y afectando cultivos iniciadores del yogur, y la plasmina, que degrada la caseína y reduce el rendimiento quesero, manteniéndose activa incluso tras la pasteurización. Estas transformaciones modifican la composición de los sólidos no grasos y de la grasa butírica, haciendo que la leche sea más propensa a desarrollar sabores desagradables y trae como consecuencia, que los productos procesados presentan defectos como cuajadas frágiles, cremas con cuerpo débil, mayor pérdida de nutrientes en el suero, menor rendimiento y una vida útil reducida, afectando tanto la calidad sensorial como la eficiencia industrial (Hernandez & Bedolla, 2008).

En este contexto, Luigi, Rojas y Valbuena (2013), indican que cuando la leche cruda tiene una carga exagerada de microorganismos, se incrementa el margen de supervivencia al proceso de pasteurización, aumentando el riesgo sanitario pues los microorganismos patógenos presentes no necesariamente ocasionan cambios en las propiedades organolépticas, y en consecuencia, el consumidor no puede sospechar su presencia. Por su parte, Díaz (2000), resalta la importancia de la calidad microbiológica de la leche cruda como materia prima, ya que una elevada carga microbiana podría interferir en su transformación tecnológica.

Al respecto, Díaz (2000) y el CDC (2025) resaltan la imposibilidad de obtener un producto derivado lácteo de buena calidad, si la materia prima, es decir la leche cruda, se encuentra deteriorada.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El muestreo y la recolección de leche cruda bovina, realizado en puntos de venta formales e informales reflejó una marcada variabilidad en la calidad del producto, lo cual evidenció diferencias notables en las condiciones de ordeño, conservación y transporte, un par de muestra registraron temperaturas de recepción superiores al límite recomendado, alcanzando hasta 28 °C, lo que confirmó la ausencia de una cadena de frío adecuada y favoreció el crecimiento microbiano.

Las características fisicoquímicas analizadas, en su mayoría se ajustaron a los rangos establecidos por la normativa en parámetros como densidad relativa, punto de congelación, contenido de grasa, proteína y sólidos totales; no obstante, se detectó un incumplimiento recurrente en el valor de sólidos no grasos en la leche cruda (8,19 %) y pasteurizada (8,39 %), por debajo del mínimo de 8,8 %, lo cual puede estar relacionado con factores como la dieta del ganado, prácticas de ordeño o posibles pérdidas durante el tratamiento térmico. Otro parámetro que evidenció valores por fuera de norma fue el pH lo que estaría relacionado con alteraciones en el equilibrio ácido-base del producto, por ultimo Se determinó que la pasteurización casera alcanza una temperatura que oscila entre 84 y 85°C, y que el proceso no impacta sobre las características fisicoquímicas de la leche cruda bovina.

En cuanto a los análisis microbiológicos realizados, se observó una carga microbiana excesivamente alta en la leche cruda, específicamente en el recuento de bacterias aerobias mesófilas, con muestras que superaron los 5.000.000 ufc/mL, lo que las excluye de clasificación según la norma COVENIN. Adicionalmente, se detectó la presencia de Coliformes y la ausencia de *E. coli*.

La comparación entre los resultados pre y post tratamiento térmico permitió verificar que la pasteurización casera realizada en este estudio constituyó una estrategia eficaz para mejorar la calidad microbiológica de la leche, al reducir significativamente la carga bacteriana. La temperatura registrada de 84–85 °C fue suficiente para garantizar la inactivación microbiana, especialmente de mesófilos aerobios, resultados que fueron consecuentes a los obtenidos en los reportes microbiológicos. Sin embargo, la eficacia del tratamiento térmico casero podría verse afectada, y por ende la inocuidad y estabilidad de la leche pasteurizada, si la carga microbiana de la leche cruda es muy elevada.

Los resultados obtenidos permiten concluir que la pasteurización casera de la leche cruda comercializada de manera informal resulta una alternativa económica y práctica para garantizar su inocuidad y así evitar problemas de salud pública. La intervención casera mediante pasteurización mejora notablemente la calidad microbiológica respecto a la leche cruda, pero no siempre garantiza el cumplimiento total de los estándares COVENIN, por tanto, aunque la pasteurización casera representa un avance, no sustituye los controles industriales ni asegura una calidad completamente comparable a la leche regulada. En consecuencia, es importante realizar campañas educativas para los consumidores, resaltando la importancia de no consumir la leche cruda adquirida en comercios informales y de no utilizarla para elaborar productos derivados lácteos sin pasteurizarla previamente.

Recomendaciones

- Capacitar a los pequeños productores y vendedores sobre la interpretación de parámetros fisicoquímicos y su relevancia sanitaria, reforzando el conocimiento sobre los límites establecidos por la norma COVENIN.
- Establecer un sistema de cadena de frío desde el ordeño hasta la venta, garantizando que la leche cruda sea mantenida por debajo de 10 °C en todo momento, reduciendo el riesgo de proliferación microbiana.

- Promover campañas informativas sobre la importancia de la cadena de frío y las prácticas higiénicas en ordeño, manipulación y transporte, enfocadas en zonas rurales y puntos informales de comercialización.
- Introducir la utilización de métodos rápidos de evaluación microbiológica como la prueba de resazurina o TRAM en centros de acopio, que permitan una clasificación preliminar de la leche antes de su distribución.
- Incentivar alianzas entre universidades, entes municipales y productores para el desarrollo de programas de vigilancia participativa, investigación aplicada y educación sanitaria.
- Se recomienda que los organismos competentes en materia de inocuidad alimentaria, desarrollen un programa de inspecciones periódicas en mercados, fincas y rutas de distribución, con el objetivo de certificar el cumplimiento de los parámetros establecidos en la norma COVENIN 903:2022.
- Incluir análisis microbiológicos de *S. aureus*, un microorganismo indicador de manipulación inadecuada de la leche, cuya toxina es estable a los tratamientos térmicos de pasteurización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agudo, R. (2022). Venezuela: Industria láctea solo procesa el 15% de la leche que se produce en el país. Portal Lechero. Recuperado de: <https://portalechero.com/venezuela-industria-lactea-solo-procesa-el-15-de-la-leche-que-se-produccion-en-el-pais/>
- Aguilera, A., Urbano, E., & Jaimes, C. (2014). Bacterias patógenas en leche cruda: problema de salud pública e inocuidad alimentaria. *Revista Ciencia Y Agricultura*, 11(2), 83–93. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5191851.pdf>
- Alvarado, C. (2013). Revisión de las normas para evaluar calidad de leche cruda de origen bovino en Venezuela. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Disponible en: <http://saber.ucv.ve/handle/10872/4700>
- Álvarez, L. y Sánchez Calvo, J.C. (2012). Formalina: características y mecanismos de control ante la exposición del personal en los servicios de anatomía patológica a nivel hospitalario. *Revista Médica de Costa Rica y Centroamérica* LXIX (602) 235-339. Recuperado de: <https://www.binasss.sa.cr/revistas/rmcc/602/art14.pdf>
- Amazará-García, E. y Quintero-Lidueñez, Y. (2022). *Microbiología de alimentos recuento de los microorganismos aerobios mesófilos*. Universidad Francisco de Paula Santander. Recuperado de: <https://www.researchgate.net/publication/361449495>
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (2016). *Official Methods of Analysis of AOAC International* (20th ed.). AOAC International.
- Arias, F. (2006). El proyecto de investigación. (6ta. Ed.). Episteme: Caracas (Venezuela).
- Arias, J., Villassis, M., Miranda, M. (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México*, 63 (2) <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>
- Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI). (2019). *Reglamento técnico sobre leche y productos lácteos*. [Documento en Línea] Recuperado de: [http://www2.aladi.org/nsfaladi/normasTecnicas.nsf/c3c11adff39a6a9403257cf600683dc4/42c6b2631c1ff7a5032585b9005ad13b/\\$FILE/Proy%20L%C3%A1cteos.pdf](http://www2.aladi.org/nsfaladi/normasTecnicas.nsf/c3c11adff39a6a9403257cf600683dc4/42c6b2631c1ff7a5032585b9005ad13b/$FILE/Proy%20L%C3%A1cteos.pdf)
- Bustamante–Ordoñez J.G., Vintimilla–Rojas A.E., Andrade–Guzmán O.S., Abad–Quevedo V.L., Agurto–Granda D.A., López–Espinoza M.D., Macancela–Herrera D.A. y Lupercio–Novillo R.L. (2023). Calidad–inocuidad de la leche cruda de vaca que ingresa a centros de acopio de la provincia Cañar–Ecuador, en el contexto de las normativas Latinoamericanas. *Revista Científica FCV-LUZ*. Vol. XXXIII, rfcv-e33183, 1 – 8.
- Becerra, A., Urbano, E., & Jaimes, C. (2014). Bacterias patógenas en leche cruda: problema de salud pública e inocuidad alimentaria. *Revista ciencia*

- Brooks, G. F., Carroll, K. C., Butel, J. S., Morse, S. A., & Mietzner, T. A. (2010). *Jawetz, Melnick & Adelberg's Medical Microbiology* (25th ed.). McGraw-Hill Medical.
- Castañeda, G., Haros, M., Perales, X., Durán, S., Fierros, C., Hernandez, L., & Jiménez, M. (2025). Calidad microbiológica de la leche cruda de vaca y evaluación de prácticas domésticas para su seguridad y calidad proteica. *BIOtecnica*, 27. <https://doi.org/10.18633/biotecnica.v27.2323>
- Caycedo, L., Corrales, L., y Trujillo, D. (2021). Las bacterias, su nutrición y crecimiento: una mirada desde la química. *Nova*, 19(36), 49–94. <https://doi.org/10.22490/24629448.5293>
- CDC (U.S. Centers for Diseases, Control and prevention). (2025). Raw Milk. [Documento en línea]. Recuperado de: <https://www.cdc.gov/food-safety/foods/raw-milk.html>
- Chakraborty, C., & Pavel, R. (2025). Quality control guidelines and assurance of raw and processed milk. In *Handbook of Milk Production, Quality and Nutrition* (pp. 649-667). Elsevier. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780443248207000298?via%3Dihub>
- Colavita, G., Amadoro, C., Palmiero, F., Berardino, L., & Valerio, G. (2012). Effetto della bollitura domestica sulle caratteristiche microbiologiche del latte crudo per il consumo umano diretto (Effects of home-made boiling of bovine raw milk on its microbiological quality). *Italian Journal of Food Safety*, 1. (5) <https://pdfs.semanticscholar.org/2687/3b370742780d9d1683f7aed69f1b968f0323.pdf>
- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales). (1976). Norma Venezolana 939-76: Leche y productos derivados. Método de ensayo: Reducción del azul de metileno. Caracas, Venezuela: Ministerio de Fomento.
- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales). (1982) Norma venezolana Covenin 367. Leche Fluida determinación de la densidad relativa. 1era Revisión. Caracas. Venezuela: Sencamer.
- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales). (1987). Norma COVENIN: 902-87. Alimentos. Método para recuento de microorganismos aerobios mesófilos en placas de Petri. Ministerio de Fomento. Caracas, Venezuela.
- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales). (1993). Norma Venezolana 903-93: Leche cruda. Caracas, Venezuela: Ministerio de Fomento
- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales). (1997a) Norma venezolana Covenin 368. Leche y sus derivados. Determinación de la acidez titulable. 3era Revisión. Caracas. Venezuela: Sencamer.

- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales). (1997b) Norma venezolana Covenin 658. Leche y sus derivados. Determinación de cenizas. 2da Revisión. Caracas. Venezuela: Sencamer.
- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales). (2021) Norma venezolana Covenin 1315. Alimentos. Determinación del pH (Acidez iónica) . 1era Revisión. Caracas. Venezuela: Sencamer.
- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales). (2022) Norma venezolana 903. Leche cruda. 2da Revisión. Caracas. Venezuela: Sencamer.
- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales). (2025) Norma venezolana 798:2025. Leche Pasteurizada. 4ta Revisión. Caracas. Venezuela: Sencamer.
- Dash, K., Fayaz, U., Dar, A., Shams, R., Manzoor, S., Sundarsingh, A., Deka, P., & Khan, S. (2022). A comprehensive review on heat treatments and related impact on the quality and microbial safety of milk and milk-based products. *Food Chemistry Advances*, 1, 100041. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2022.100041>
- De Matos, T., Pires, P., & Leães, F. (2020). Avaliação da qualidade de leite cru refrigerado de produtores assistidos pela EMATER/RS no município de São Luiz Gonzaga (RS). *Revista Principia - Divulgação Científica E Tecnológica Do IFPB*, 1(52), 117–117. <https://doi.org/10.18265/1517-0306a2020v1n52p117-128>
- Delgado, M. (2024). ¿Cómo influye el pH de la leche en su calidad y conservación? Ekomilk Américas. <https://ekomilk.us/como-influye-el-ph-de-la-leche-en-su-calidad-y-conservacion/>
- Díaz C. (2000). Microbiología de la leche y de los productos lácteos. Vol. I. Editorial Venezolana C.A. Mérida. Venezuela. 270 pp.
- Hernández, J., & Bedolla, J. (2008). Importancia del conteo de células somáticas en la calidad de la leche. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63617329004.pdf>
- Lee, S., y Sherbon, J. (2002). Chemical changes in bovine milk fat globule membrane caused by heat treatment and homogenization of whole milk. *Journal of Dairy Research*, 69(4), 555–567. <https://doi.org/10.1017/s002202990200571x>
- Lima, C., Goes, R., Mendes, B., Veloso, E., Sousa, J., Reis, A., Costa, E., & Brasil, J. (2023). Avaliação microbiológica do leite cru comercializado na cidade de castanhal, estado do pará. *RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar* - ISSN 2675-6218, 4(9), e493791–e493791. <https://doi.org/10.47820/recima21.v4i9.3791>
- Luigi, T., Rojas, L., y Valbuena, O. (2013). Evaluación de la calidad higiénico-sanitaria de leche cruda y pasteurizada expendida en el estado Carabobo, Venezuela. *Salud Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad*

- de Carabobo., 17(1), 25–33. https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1316-71382013000100006&script=sci_abstract
- Martin, N., Friedlander, A., Mok, A., Kent, D., Wiedmann, M., & Boor, K. (2014). Peroxide test strips detect added hydrogen peroxide in raw milk at levels affecting bacterial load. *Journal of Food Protection*, 77(10), 1809–1813. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-14-074>
- Mayo, B., Rodríguez, J., Vázquez, L., y Flórez, A. (2021). Microbiota de la leche y los productos lácteos. Departamento de Microbiología y Bioquímica, Instituto de Productos Lácteos de Asturias (IPLA), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Recuperado de: <https://digital.csic.es/bitstream/10261/351126/3/MicrobiotaLecheyProductosL%C3%A1cteos-BM.pdf>
- McMurry, J. (2011). *Organic Chemistry* (8th ed.). Brooks/Cole, Cengage Learning.
- Méndez, E., & Valdez, C. (2017). *Elaboración y validación de un método indirecto para la estimación de células somáticas y bacterias mesófilas aerobias en leche cruda* [Proyecto Especial de Grado]. Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstreams/6750ef69-6b65-4acc-b9d0-5012d0e4be7a/download>
- Mejía, A., Rodas, S., & Baño, D. (2017). La desnaturalización de las proteínas de la leche y su influencia en el rendimiento del queso fresco. *Enfoque UTE*, 8(2), 121–130. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v8n2.162>
- MILK-ED. (2022). *Homogeneización*. [Documento en línea] Recuperado de: https://milk-ed.eu/wp-content/uploads/2022/04/Homogenization_ES.pdf
- Morales, M. (2025). *La biología de los microorganismos*. Recuperado de: <https://www.oaxaca.gob.mx/ageo/la-biologia-de-los-microorganismos/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2025). Composición de la leche. <https://www.fao.org/dairy-production-products/products/milk-composition/es>
- Pearson, D., & Wood, R. (1976). *The Chemical Analysis of Foods* (7th ed.). Churchill Livingstone
- Ringbio (Ring Biotechnology). (2023). *Peroxide rapid test strip for milk, milk powder*. [Documento en línea] Recuperado de: <https://www.ringbio.com/products/rapid/peroxide-rapid-test-strip>
- Sabino, C (1992). Tipo de la investigación. Recuperado de: <https://bianneygiraldo77.wordpress.com/category/capitulo-iii/>
- Sampieri, R. (2014). Metodología de la investigación. (6ta. Ed.). México: McGraw-Hill/Interamericana.
- Sánchez M.D., Boscan L.A. y De Jongh F. (1996). Características físico-químicas y sanitarias de la leche del estado Mérida, Venezuela. I. Zonas altas. *Revista científica FCV-LUZ*. VI(2):99-110.

- SENCAMER. (2025). Dirección de normalización. COVENIN. [Página web en línea]. Recuperado de: <https://www.sencamer.gob.ve>
- Tamayo, M., (2019). El proceso de investigación científica. (5ta Ed.). Balderas (México): Limusa, S.A.
- Thermtest Latin America. (2021). *Efectos de la conductividad térmica en la técnica de cocción*. [Documento en línea] Thermtest Latin America. <https://thermtest.com/latinamerica/efectos-de-la-conductividad-termica-en-la-tecnica-de-coccion>
- Tirado, D., Yacub, B., Cajal, J., Murillo, L., Leal, R., Franco, M., Escobar, B., y Acevedo, D. (2017). Pasteurizador de leche para la elaboración de suero costeño. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 11(21), 36-41. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/ecei/v11n21/1909-8367-ecei-11-21-00036.pdf>
- Torres, A., Durán, Z., & Rodríguez, C. (2009). Acidez titulable como control de calidad para la leche humana. *Archivos Venezolanos de Puericultura Y Pediatría*, 72(3), 92–96. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06492009000300004
- Vázquez, E., Pérez, E., Hurtado, L., y Alcántara, L. (2014). Evaluación de la calidad microbiológica de la leche: Revisión sistemática de 2003 a 2013. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 1(3), 91–99. Recuperado de: <https://www.reibci.org/publicados/2014/agosto/3300103.pdf>
- Villavicencio, L., Gomezcuello, J., Bravo, D., y Baculima, J. (2023). Coliformes totales y *Escherichia coli* en superficies inertes en contacto con el consumo de los alimentos de los patios de comida del mercado "25 de junio" Gualaceo - Ecuador. *Polo del Conocimiento*, 8(9), 377-389. Recuperado de <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/6020>
- Villegas, N., Monzón, A., & Díaz, J. (2018). Optimización de pasteurización de la leche y momento de corte de la cuajada para queso fresco enzimático artesanal. *Tecnología Química*, 38(2), 461–475. <https://www.redalyc.org/journal/4455/445558422016/html/>
- Walstra, P., Wouters, J. T. M., & Geurts, T. J. (2005). *Dairy Science and Technology* (2nd ed.). CRC Press
- Zambrano, J., & Grass, F. (2008). Valoración de la calidad higiénica de la leche cruda en la asociación de productores de leche de sotará – asproleso, mediante las pruebas indirectas de resazurina y azul de metileno. *Biotecnología En El Sector Agropecuario Y Agroindustrial*, 6(2), 56–66. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=380878957001>
- Zebib, H., Abate, D., & Woldegiorgis, A. (2023). Nutritional quality and adulterants of cow raw milk, pasteurized and cottage cheese collected along value chain from three regions of Ethiopia. *Heliyon*, 9(5), e15922. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15922>

Zemanate, D., & Grass, J. (2005). Relación de resultados entre pruebas de resazurina y conteo de células somáticas para la determinación de la calidad higiénica y sanitaria de la leche y los efectos de elevados número de células somáticas en la calidad de la leche procesada. *Revista de la Facultad de Ciencias Agropecuarias* 3(1). Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6117973.pdf>

www.bdigital.ula.ve

ANEXOS

www.bdigital.ula.ve

Anexo 1. Clasificación de la prueba colorimétrica de resazurina.

TABLA 5. Prueba colorimétrica de resazurina

6.0	5.5	5.0	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.0	0.0
Excelente			Buena		Regular			Mala		
Número de células somáticas por MI (CS/mL)										
1-100.000			100.001 – 250.000		250.001 – 500.000			500.001 – 1.000.000		

[FUENTE: Elaboración propia del Subcomité Técnico de Normalización SC4 Leche y Productos Derivados adscrito al Comité Técnico de Normalización CT10 Productos Alimenticios].

Resultado	Calidad sanitaria de la muestra	Color observado al cabo de 15 min
I	Excelente	Azul - Celeste (5.0 a 6.0)
II	Buena	Violeta - Azulado (4.0 a 4.5)
III	Regular	Rosado - Violeta (2.5 a 3.5)
IV	Mala	Incoloro - Rosa (0.0 a 2.0)

NOTA: La validez de cualquiera de estos requisitos estará condicionada a la comprobación de la ausencia de sustancias inhibidoras.

Anexo 2. Tiras reactivas para la detección de peróxido





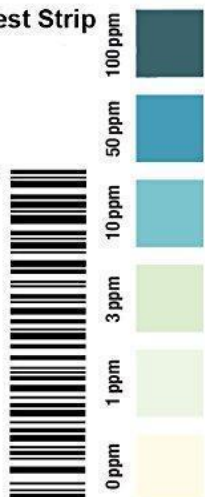


Peroxide 0-100ppm Test Strip
(Qty: 50 strips)

Dip test strip into test solution for 1 second and remove. Shake off excess liquid. Wait 10 seconds, then compare test pad to color scale.

Questions or Comments?
Email us!
contact@bartovation.com
Lot #
Exp

PER-100



Anexo 3. Ficha de recolección de datos para los análisis Físico-Químicos



**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE MEDICINA
ESCUELA DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA**

Trabajo especial de grado. Calidad de leche cruda bovina expendida en las parroquias Montalbán y Matriz del municipio Campo Elías, mediante características fisicoquímicas y microbiológicas.

Autoras:

Ramírez, Elizabeth C. I. V.-27.779.300

Serrano, Alondra C. I. V.-26.376.160

Tutora: Prof. Zoitza Ostojich Cuevas

Cotutor: Prof. Juan Leonardo Márquez

Análisis Físico-Químicos de la leche

Muestra	Fecha	Hora	Parroquia	Vendedor	T (°C)	Densidad (g/mL)	pH	Acidez titulable (mL NaOH 0,1 N / 100 mL leche)	TRAM (min.)
Cruda									
Pasteurizada									
Cruda									
Pasteurizada									
Cruda									
Pasteurizada									
Cruda									
Pasteurizada									

Anexo 4. Requisitos fisicoquímicos para leche cruda (COVENIN, 2022).

TABLA 1. Requisitos fisicoquímicos de la leche vacuna

Características	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Acidez titulable	MI NaOH 0,1 N/100 ml-leche	15	19	COVENIN 658
pH	pH	6,5	6,7	COVENIN 1315
Densidad relativa a 15 °C a 20 °C	g/ml	1,0280 1,0260	1,0330 1,0310	COVENIN 367
Punto Crioscópico	°H	-0,555	-0,535	COVENIN 940
Grasa	% (p/v)	3,2	-	COVENIN 931
Proteínas	% (p/v)	3	-	COVENIN 370
Cloruros	% (p/v)	0,07	0,11	COVENIN 369
Cenizas	% (p/v)	0,70	0,80	COVENIN 368
Sólidos totales	% (p/v)	12	-	COVENIN 932
Sólidos no grasos	% (p/v)	8,8	-	(ver apartado 6.2)
Mastitis	Negativa			COVENIN 1014 / Método CMT
Reacción de estabilidad proteica	Negativo			(ver apartado 6.3)
Sustancias inhibidoras	Negativo			-
Residuos de Antibióticos	Establecidos en el CODEX Alimentarius CX/MRL 2-2018			(ver apartado 5.1.3)

NOTA. La evaluación de la presencia de estos compuestos (metales pesados, plaguicidas, residuos de hormonas, anabolizantes) y sus métodos de análisis puede ser solicitado por terceras partes de acuerdo a la procedencia de la leche.

[FUENTE: Elaboración propia del Subcomité Técnico de Normalización SC4 Leche y Productos Derivados adscrito al Comité Técnico de Normalización CT10 Productos Alimenticios].

Anexo 5. Requisitos fisicoquímicos para leche pasteurizada (COVENIN, 2025)

TABLA 1. Requisitos fisicoquímicos de la leche vacuna

Características	Leche completa pasteurizada		Leche semidescremada pasteurizada		Leche descremada pasteurizada		Leche descremada pasteurizada con adición de sólidos no grasos de leche		Método de ensayo
	Límites								
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	
Acidez titulable (mL NaOH 0,1 N/100 mL)	15	19	15	19	15	19	15	19	COVENIN 658
pH	6,50	6,70	6,50	6,70	6,50	6,70	6,50	6,70	COVENIN 1315
Densidad relativa (g/mL) a 15 °C	1,0280	1,0330	1,0280	1,0390	1,0330	1,0390	1,0330	1,0390	COVENIN 367
Punto crioscópico °C ^a	-0,555	-0,535	-0,560	-0,535	-0,560	-0,535	-0,600	-0,550	COVENIN 940
Grasa (%) ^b	3,20	-	>1,00	< 3,20	-	<1,00	-	<1,00	COVENIN 931
Proteínas (%) ^b	3	-	3	-	3	-	3,30	-	COVENIN 370
Cloruros (%) ^b	0,07	0,11	0,07	0,12	0,07	0,12	0,07	0,13	COVENIN 369
Cenizas (%) ^b	0,70	0,80	0,70	0,80	0,70	0,80	0,75	0,85	COVENIN 368
Sólidos totales (%) ^b	12,00	-	9,50	-	8,80	-	10,80	-	COVENIN 932
Sólidos no grasos (%) ^b	8,80	-	8,50	-	8,50	-	10,30	-	Diferencia entre el contenido de sólidos totales y el contenido de grasa
Fosfatasa alcalina	Negativo								COVENIN 573
Índice de homogeneización (%) ^c	-	10,00	-	10,00	-	10,00	-	10,00	Ver capítulo 8

^a Para calcular °C se debe multiplicar °H x 0,9656. °H es una medida de temperatura a la que se congela la leche y se conoce como grados Horvet y para calcular °H se debe multiplicar °C x 1,0356.

^b Es una fracción de masa sobre volumen expresado en porcentaje.

^c Sólo para leche pasteurizada homogeneizada.

NOTA. La leche procesada podría presentar valores del punto crioscópico superiores a -0,535 °C, valores de acidez titulable hasta un mínimo de 14 y valores menores de proteínas hasta un mínimo de 2,8 siempre y cuando el contenido de sólidos totales sea el mínimo, esto debe ser comprobado previamente, ya que, por razones fisiológicas y épocas del año, las leches de vacas de rebaños individuales de ciertas zonas del país no cumplen con estos requisitos.

^a Para calcular °C se debe multiplicar °H x 0,9656. °H es una medida de temperatura a la que se congela la leche y se conoce como grados Horvet y para calcular °H se debe multiplicar °C x 1,0356.

^b Es una fracción de masa sobre volumen expresado en porcentaje.

^c Solo para leche pasteurizada homogeneizada.

NOTA: La leche procesada podría presentar valores del punto crioscópico superiores a -0,535 °C, valores de acidez titulable hasta un mínimo de 14 y valores menores de proteínas hasta un mínimo de 2,8 siempre y cuando el contenido de sólidos totales sea el mínimo, esto debe ser comprobado previamente, ya que, por razones fisiológicas y épocas del año, las leches de vacas de rebaños individuales de ciertas zonas del país no cumplen con estos requisitos.

[FUENTE: Elaboración propia del Subcomité Técnico de Normalización SC4 Leche y Productos Derivados adscrito al Comité Técnico de Normalización CT10 Productos Alimenticios a partir de la COVENIN 903].

Anexo 6. Prueba de Estabilidad proteica



www.bdigital.ula.ve

Anexo 7. Temperatura de Pasteurización y recepción de las muestras.



Anexo 8. Prueba de TRAM.



Anexo 9. Prueba de Resazurina.



Anexo 10. Requisitos microbiológicos de la leche pasteurizada (COVENIN, 2025).

TABLA 5. Límites microbiológicos (A nivel de distribuidor de la planta)

Requisitos	n^a	m^b	M^c	c^d	Método de ensayo
Aerobios mesófilos (UFC ^e /mL)	5	2,0 x 10 ³	2,0 x 10 ⁴	1	COVENIN 902
Coliformes (NMP ^f /mL)	5	<3	23,0	1	COVENIN 1104
Coliformes (UFC ^e /mL)	5	<1	10,0	1	COVENIN 1086 COVENIN 3276 AOAC 020902
<i>Escherichia coli</i> (UFC ^e /mL)	5	0	-	0	COVENIN 1104 AOAC 020902

dónde:

^an = número de muestras del lote a examinar.

^bm = índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad.

^cM = índice máximo permisible para identificar nivel de calidad aceptable.

^dc = número de muestras permitidas con resultado entre m y M.

^eUFC = unidades formadoras de colonias.

^fNMP = número más probable.

NOTA. El distribuidor de la planta, que depende directamente del fabricante, almacena el producto en condiciones de refrigeración y debe conservarlo a una temperatura no mayor de 5 °C.

[FUENTE: Elaboración propia del Subcomité Técnico de Normalización SC4 Leche y Productos Derivados adscrito al Comité Técnico de Normalización CT10 Productos Alimenticios].