

JMNJE V4. N1. 077

Determinación de la calidad de la leche cruda en fincas ganaderas de la parroquia quimiag

Determination of the quality of raw milk on livestock farms in the Quimiag parish

Autores:

Cristian Fernando Vimos Abarca
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
Riobamba – Ecuador
cristian.vimos@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-0885-533X>

Byron Leoncio Díaz Monroy
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
Riobamba – Ecuador
byron.diaz@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-3721-7994>

Luis Fernando Tiupul Urquizo
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
Riobamba – Ecuador
luisf.tiupul@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0004-1863-595X>

Evelyn Estefania Pineida Gavilanez
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
Riobamba – Ecuador
evelyn.pineida@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0000-6541-1685>

Autor de correspondencia: Byron Leoncio Díaz Monroy, byron.diaz@esPOCH.edu.ec

Recepción: 30-abril-2026

Aceptación: 04-junio-2026

Publicación: 16-julio-2026

Cómo citar este artículo:

Vimos Abarca, C. F., Díaz Monroy, B. L., Tiupul Urquizo, L. F., & Pineida Gavilanez, E. E. (2026). Determinación de la calidad de la leche cruda en fincas ganaderas de la parroquia Quimiag. *Journal of Multidisciplinary Novel Journeys & Explorations*, 4(1), 1-27. <https://doi.org/10.63688/54xxvg07>

© 2026; Los autores. Este es un artículo en acceso abierto, distribuido bajo los términos de una licencia Creative Commons (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>) que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea correctamente citada.



RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar la calidad de la leche cruda producida en fincas ganaderas de la parroquia Quimiag (Chimborazo, Ecuador) mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos, de acuerdo con los criterios establecidos en la NTE INEN 9:2012. La leche fue recolectada durante cinco semanas consecutivas en el ordeño matutino. Los análisis fisicoquímicos se realizaron con un equipo Lactoscan by MILKOTRONIC, mientras que los análisis microbiológicos incluyeron el recuento de aerobios mesófilos mediante placas Petrifilm, el recuento de células somáticas con el kit Somaticell y la prueba de reductasa con azul de metileno. Los resultados evidenciaron que más del 75 % de las muestras cumplieron con los parámetros fisicoquímicos establecidos por la normativa. En los análisis microbiológicos, el 100 % de las muestras cumplió con los límites para aerobios mesófilos y la prueba de reductasa, registrándose valores entre ausencia y $3,44 \times 10^5$ UFC/mL y tiempos de reducción de 3 a 5 horas, respectivamente. En el recuento de células somáticas se obtuvieron valores entre $1,50 \times 10^4$ y $1,37 \times 10^6$ células/mL; **la mayoría de las muestras cumplió con la normativa, aunque una muestra superó el límite máximo permitido**, lo que evidenció una condición puntual de incumplimiento. Los sectores Toldo y Guntús presentaron los mejores indicadores de calidad, mientras que Batán y Puelazo mostraron cumplimiento de los parámetros microbiológicos y del contenido de grasa, pero deficiencias en algunas variables fisicoquímicas.

Palabras clave: calidad de la leche, células somáticas, fisicoquímicos, leche cruda, parroquia Quimiag.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the quality of raw milk produced on dairy farms in the Quimiag parish (Chimborazo, Ecuador) through physicochemical and microbiological analyses, according to the criteria established in NTE INEN 9:2012. Milk was collected for five consecutive weeks during morning milking. Physicochemical analyses were performed using a Lactoscan by MILKOTRONIC analyzer, while microbiological analyses included mesophilic aerobic counts using Petrifilm plates, somatic cell counts with the Somaticell kit, and methylene blue reductase assays. The results showed that more than 75% of the samples met the physicochemical parameters established by the standard. In the microbiological analyses, 100% of the samples met the limits for mesophilic aerobes and the reductase test, registering values between absence and 3.44×10^5 CFU/mL and reduction times of 3 to 5 hours, respectively. Somatic cell counts ranged from 1.50×10^4 to 1.37×10^6 cells/mL; **most samples complied with regulations, although one sample exceeded the maximum permitted limit**, indicating an isolated instance of non-compliance. The Toldo and Guntús sectors presented the best quality indicators, while Batán and Puelazo showed compliance with microbiological parameters and fat content, but deficiencies in some physicochemical variables.

Keywords: milk quality, somatic cells, physicochemical properties, raw milk, Quimiag parish.



1. INTRODUCCIÓN

El sector agroalimentario es un eje importante dentro de la dinamización y desarrollo de la economía ecuatoriana, de hecho, su importancia en los últimos años ha ido creciendo significativamente, logrando representar el 15% del Producto Interno Bruto (PIB), posicionándose como un sector importante en la economía de muchas familias ecuatorianas, ya que emplea a una de cada tres personas en el país, siendo así un pilar fundamental en la economía local. Su importancia no solo radica en la producción agrícola, pecuaria y pesquera, sino también en su capacidad para generar empleo y mejorar las condiciones de vida en las zonas rurales Castañeda et al. (2025)

La producción de leche en Ecuador en el año 2023 fue de 5'581,133 litros siendo Chimborazo la cuarta provincia con mayor producción nacional ya que representa el 11% de participación en la producción del país con 621, 168 litros. De toda la producción nacional el 77% de la leche fue destinada a la venta en estado líquido, porcentaje que aumento en un 2% en comparación al año 2022. Sin embargo, el poco fortalecimiento de la cadena de producción de leche está arraigada en gran parte al precio de la leche cruda ya que el mismo se mantiene bajo haciendo que las ganancias del productor sean pequeñas, en el mes de abril de 2023 el precio productor de la leche cruda se situó en \$0,46 cada litro, siendo un rubro relativamente bajo y que genera poca rentabilidad a los productores. Salguero et al. (2023)

Quimiag es una parroquia perteneciente a la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba. La economía de esta parroquia principalmente depende de actividades agropecuarias, en la cual gran parte de las actividades son la producción de ganado bovino lechero, y el procesamiento de productos derivados lácteos, en el contexto de producción lechera presenta una población de 1082 hatos con una producción de 48.865 L leche/día con un promedio de 5,61 L leche/vaca/día, estos niveles altos de producción convierten a la parroquia en una de las principales productoras de leche en la provincia de Chimborazo. Martínez Miranda y Díaz Arango (2016)

La leche es un alimento fundamental en la dieta de la mayoría de ecuatorianos, sobre todo en las parroquias rurales en donde este alimento es consumido regularmente, por ende es un riesgo inminente al que están expuestos muchas personas ya que en varias lugares este alimento puede contener riesgos microbiológicos o con niveles bajos de componentes físico



químicos los cuales pueden ser un factor determinante para no cumplir de manera completa los requerimientos nutricionales, contribuyendo al crecimiento de los niveles de desnutrición infantil, pues es importante recalcar que las producciones lecheras no solo aportan a la alimentación de las familias en donde se desarrollan sino que también es una fuente importante en la economía de las familias rurales pues las mismas son el soporte de muchos hogares y en ciertos casos generan empleos dentro del sector.

La producción ganadera en la provincia de Chimborazo es de suma importancia para la dinamización económica y para el desarrollo social del sector, sin embargo, existen nuevas unidades económicas que se están levantando, las mismas que mayormente están destinados a procesamiento y recolección de leche para su transformación en quesos, sin embargo el manejo que se realiza a toda la cadena de valor para obtener y comercializar estos productos en varios casos carece de conocimientos, técnicas y elementos para poder garantizar un producto seguro para todos los consumidores y cuyas retribuciones económicas sean más representativas.

Por otra parte es importante analizar el panorama real de desarrollo de las fincas ganaderas de la parroquia para en base a ello tener un diagnóstico real y determinar las problemáticas que se desarrollan en la misma para en base a ello poder proponer y realizar diversas soluciones con el fin de garantizar la seguridad para todos los involucrados en la producción, pues en gran parte de los casos de elementos contaminados el problema viene desde el sector primario, presentando distintos riesgos, por ende es una labor interdisciplinaria conjunta para que se determine el estado actual de diversas granjas y poder guiar a los productores a una mejora continua. Esta investigación contempla un estudio transversal estacional considerando como variables independientes a: la procedencia de la leche cruda (sectores y fincas ganaderas de la parroquia Quimiag) y como variables dependientes a: la calidad microbiológica, calidad sanitaria y parámetros fisicoquímicos de la leche cruda.

Así como se pretende encontrar respuesta a estas preguntas de investigación: ¿Cuál es la calidad microbiológica y sanitaria de la leche cruda obtenida en las fincas ganaderas de la parroquia Quimiag? ¿Qué características fisicoquímicas presenta la leche cruda producida en las fincas evaluadas? ¿Existen diferencias en la calidad de la leche cruda entre los sectores y fincas analizadas?

Para ello se plantearon estos objetivos:



1. Determinar la calidad microbiológica y sanitaria de la leche cruda posordeño en fincas asociadas al proyecto ESPOCH- Quimiag.
2. Establecer los parámetros físico-químicos de la leche cruda para conocer su calidad bioquímica composicional.
3. Comparar la calidad de la leche cruda entre los sectores y fincas evaluadas de la parroquia Quimiag

Marco teórico

Producción lechera en Ecuador

Según el Centro de la industria Láctea del Carvajal et al. (2026) en el país la producción de leche bordea los 5,5 millones de litros diarios, producción que es de suma importancia para el dinamismo económico, social y que beneficia en la alimentación de la población. La FAO recomienda consumir 170 litros de leche por habitante al año sin embargo en el país el consumo apenas llega a 100 litros per cápita al año, estas cifras son alarmantes debido a la incidencia en los niveles altos de desnutrición infantil en el país, sobre todo en la región sierra ecuatoriana ya que en esta región el 27, 7% de niños sufren de esta condición, este índice se puede dar debido a diferentes factores, como la falta de educación nutricional, la informalidad en el sector y la incidencia de pobreza en zonas rurales Zambrano Martínez, (2025)

La comercialización informal de leche es una problemática presente en el contexto nacional, en Ecuador dos de cada tres litros de leche son comercializados de manera informal, lo que desencadena una serie de problemas ya que el productor que en la mayoría de los casos son pequeños productores no reciben el pago justo, por otra parte, no se garantiza un producto inocuo y seguro lo que representa un riesgo para la salud de los consumidores Centro de la Industria Láctea del Almeida et al. (2025)

El sistema de producción Lechera en Ecuador está caracterizado de manera ventajosa o desventajosa acorde a la región en la que se desarrolle ya que factores como el clima, el entorno y el manejo van a determinar su productividad y sostenibilidad. Diariamente se producen alrededor de 5,3 millones de litros diarios en Ecuador, sin embargo, en el pasar de los años la producción de leche ha ido disminuyendo debido a la falta de regulación en cuanto al precio justo por cada litro. Solano Pichasaca y Urgilés Urgilés (2024)

Producción lechera en Quimiag.



Quimiag es una parroquia rural de la provincia de Chimborazo, en la cual sus actividades en su totalidad son agropecuarias, sin embargo existe gran desarrollo de ganadería con producción lechera, la parroquia produce aproximadamente 30000 litros de leche diarios, sin embargo la problemática que presenta el sector es que a pesar de que es una cantidad productiva alta, las remuneraciones económicas son bajas ya que en el actual mercado el valor de la leche está ligada también con su calidad, aspecto que aún no se ha fortalecido con los productores, de hecho actualmente el valor por cada litro de leche que se le paga a los productores va desde 0,38 a 0,48 centavos de dólar americano.

Fundamentos de calidad de la leche

La leche cruda considerada de calidad no debe contener residuos, sedimentos, sus cualidades organolépticas y parámetros microbiológicos deben ir acorde la normativa vigente, sus parámetros fisicoquímicos de igual manera deben cumplir los requerimientos de la normativa sin embargo estos parámetros van a definir de igual manera la calidad, su productividad y utilidad.

Composición

Agua

La leche de vaca mayormente está compuesta por agua, cuyo contenido oscila entre los 850 a 880 g/l. Es un indicador de la lactosa presente, la cantidad de agua presente es uno de los factores principales en la producción de la leche. Arauco et al. (2025)

Proteína

La leche de la vaca contiene de 3-4% de proteínas de las cuales están compuestas de la siguiente manera: el 75% corresponde a caseínas la cual es considerada la más importante teniendo en cuenta que es la más abundante, además contiene 11% globulinas y el 5% de albuminas, todas las mencionadas son las más importantes y las cuales juegan un papel importante en el valor nutricional de la leche de vaca. Arrieta et al. (2019)

Grasa

La grasa presente en la leche se encuentra en forma de pequeños glóbulos en suspensión en el agua; el tamaño no está estandarizado si no que los mismos van a variar dependiendo de la raza de la vaca (típicamente es tres milímetros o 1000 por mililitro). Sin embargo, a medida que la lactancia progresa, el tamaño de los glóbulos de grasa generalmente tiende a decrecer. Cada glóbulo está rodeado por una capa de fosfolípidos, cuya función es impedir que se unan



entre sí repeliendo a otros glóbulos y atrayendo agua. Para que la leche permanezca como una emulsión la estructura siempre debe permanecer intacta. Unión Ganadera Regional de Juárez et al. (2016)

Vitaminas y Minerales

La leche posee todas las vitaminas esenciales para el ser humano ya que posee gran cantidad de riboflavina, vitamina A y tiaminas. Sin embargo, las mismas son volátiles y sensibles a procesos térmicos, por ello muchas de las vitaminas se ven perjudicadas en procesos de pasteurización, los cuales son indispensables para garantizar el consumo de la leche. Juárez et al. (2015)

Los minerales presentes en la leche de vaca juegan un papel importante en la estabilidad y las estructuras de las micelas de la caseína. La leche cruda de vaca contiene entre 7 a 9 gramos promedio de minerales por litro representando un gran valor e importancia nutricional, sobre todo por su contenido de calcio y fósforo. Rodríguez et al. (2020)

Composición fisicoquímica

Densidad

La densidad se mide con el objetivo de determinar si la leche fue alterada con agua o alguna sustancia extraña. Además, el valor de la densidad de la leche cruda no es constante pues va en función a la concentración de sólidos no grasos o de la proporción de grasa, los mismos pueden incrementar o reducir su valor. Ramírez et al. (2025)

pH

La leche cruda de vaca tiene un pH cercano a la neutralidad que bordea los 6,6 y 6,8 debido a la presencia de caseína, sin embargo, este valor puede variar ligeramente ya sea por factores como la raza, la alimentación y la salud de la ubre. El pH es un indicador de acidez ya que de él dependen cualidades importantes para el establecimiento de caseínas. Fernández et al. (2015)

Acidez

La acidez se determina con el fin de conocer si existe alguna alteración y cuál es su grado, además es un indicador de que existe una buena manipulación de esta en los distintos eslabones de la cadena productiva. Los valores oscilan entre los 0.15 a 0.17%, ya que valores menores a 0.15% pueden indicar que las vacas tengan mastitis o que contienen alguna



sustancia alcalina. Por otro lado, valores mayores a 0.17% indican crecimiento bacteriano es cuál puede ser por un mal transporte. Villamil et al. (2020)

En promedio aproximadamente el 87% de la leche es agua

Parámetros microbiológicos

La composición, calidad e inocuidad de la leche son los factores de mayor importancia para el procesamiento y la transformación de derivados lácteos los mismos que pueden contener microorganismos psicrotrófilos. El incremento de presencia de microorganismos contaminantes en la leche ha generado grandes pérdidas en las granjas ganaderas consecuentemente, la proliferación de microorganismos presentes en la glándula mamaria representa una de las principales causas de presencia de mastitis, lo que disminuye la calidad de la leche. Albuja et al. (2021)

En los últimos años el consumo de lácteos y de derivados lácteos cuya mala calidad microbiológica se ha visto relacionada a la presencia de brotes de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) en diversos países de los distintos continentes. *Listeria monocytogenes*, *Shigella* spp, *Salmonella* sp. y *Staphylococcus aureus*. Además de esto, las *Pseudomonas*, constituyen un gran grupo microbiano que causa alteraciones en los productos lácteos ya que puede producir enzimas proteolíticas y lipolíticas termoestables que pueden mantenerse activas después de procesos de pasteurización. Motta et al. (2019)

Recuento de aerobios mesófilos

Los aerobios mesófilos son microorganismos indicadores empleados muy a menudo con el fin de verificar la calidad microbiológica y sanitaria de la leche y sus derivados lácteos, pues los mismos proporcionan información importante sobre las condiciones sanitarias e higiénicas en las que se realizó el ordeño, y toda la cadena de valor que conlleva su tratamiento y producción. además, sugieren la presencia de microorganismos patógenos.

Recuento de células somáticas.

El análisis de células somáticas brinda la posibilidad de evaluar aspectos sanitarios y funcionales de la ubre además está ligada al contenido nutricional de la leche, el recuento de células somáticas es un parámetro que representa la calidad. Las células somáticas están mayormente compuestas por leucocitos que actúan en las glándulas mamarias para combatir a los microorganismos patógenos causantes de la enfermedad. Guevara et al. (2019)

Codex Alimentarius



La FAO conjuntamente con la OMS crearon en 1963 la Comisión del Codex Alimentarius el cual este encargado de elaborar normas y directrices en el sector alimentario con la finalidad de proteger la salud del consumidor, garantizar las practicas leales dentro del comercio justo y asegurar la coordinación del trabajo en el cumplimiento de normas alimentarias aplicadas por organismos gubernamentales y no gubernamentales. Tobar Delgado (2020)

El Codex ha elaborado diversas normas relativas a la leche y sus derivados. Dentro de las cuales se encuentran:

- Leche y productos lácteos (segunda edición)
- Leches fermentadas
- Mezclas de leche evaporada desnatada (descremada) y grasa vegetal
- Mezclas de leche condensada edulcorada desnatada (descremada) y grasa vegetal
- Leches en polvo y la nata (crema) en polvo
- Mezclas de leche desnatada (descremada) y grasa vegetal en polvo
- Materias grasas lácteas para untar
- Mantequilla (manteca)
- Productos a base de grasa de la leche
- Leches evaporadas
- Leches condensadas
- Natas (cremas) y las natas (cremas) preparadas
- Sueros en polvo
- Productos a base de caseína alimentaria.

2. METODOLOGÍA

El trabajo de campo (toma de datos y de muestras) se realizó en la parroquia Quimiag en las comunidades Batan, Guntus, Puelazo y Toldo. Por otra parte, el trabajo de laboratorio se realizó en el laboratorio de Biotecnología y Microbiología Animal en la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en la Av. Panamericana Sur km 1 ½ en la ciudad de Riobamba. Con una duración de 10 semanas.

- **Tipo de estudio:** es de tipo estacional con corte transversal al momento del muestreo



- **Diseño experimental:** Para alcanzar los objetivos del proyecto no fue necesario utilizar un diseño experimental, sino más bien un sistema de muestreo dirigido en todas las fincas evaluadas.

- **Muestreo y transporte de las muestras y Unidades experimentales:** El trabajo de campo se realizó en la parroquia Quimiag, en las comunidades Batan, Guntus, Puelazo y Toldo, mientras que el trabajo de laboratorio se desarrolló en el Laboratorio de Biotecnología y Microbiología Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en la ciudad de Riobamba. La investigación tuvo una duración total de 10 semanas.

El estudio fue de tipo estacional con corte transversal al momento de cada muestreo. Para el desarrollo de la investigación se consideraron 31 fincas ganaderas afiliadas al proyecto ESPOCH–Quimiag. En cada finca se recolectó una muestra de leche por semana durante cinco semanas consecutivas, obteniéndose un total de 155 muestras. Las mismas fincas fueron evaluadas durante todo el período de muestreo, por lo que cada unidad experimental correspondió a una finca evaluada repetidamente en el tiempo.

Las muestras fueron recolectadas directamente de los bidones de leche que contenían la producción de cada vaca de la finca, utilizando envases estériles con tapa rosca y medidas de bioseguridad. Posteriormente, fueron transportadas al laboratorio bajo cadena de frío para preservar sus características microbiológicas y fisicoquímicas.

- **Análisis estadístico y pruebas de significancia:** Los datos obtenidos fueron analizados mediante estadística descriptiva, utilizando medidas de tendencia central y dispersión, así como histogramas de frecuencias y porcentajes.

Para evaluar las diferencias entre las comunidades estudiadas y los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos de la leche, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA). Cuando se detectaron diferencias significativas ($p < 0,05$), se empleó la prueba de comparación múltiple de Tukey.

Previamente, se verificó el cumplimiento de los supuestos de normalidad mediante la prueba de Shapiro–Wilk y de homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene

- **Procedimiento**

Cultivo y conteo en Placas 3M™ Petrifilm™ Aerobic Count (AC)



Se esterilizaron los materiales (tubos de ensayo con agua destilada y puntas de pipeta) con ayuda de la autoclave, posteriormente se realizaron diluciones 10-3 en la cabina de flujo laminar, se codificaron las muestras recolectadas en ese día y se codifico los tubos de ensayo, con ayuda de una micropipeta se realizaron las diluciones, cambiando la punta en cada disolución y en cada muestra. Una vez se realizó las diluciones se colocaron las placas petrifilm 3M para aerobios mesófilos en orden y secuencia de las muestras trabajadas, codificando de igual manera las placas petrifilm, dentro de la cabina de flujo laminar colocamos 1 ml de dilución 10-3 en el centro de la placa petrifilm posteriormente con ayuda del disco de plástico del kit presionamos durante 1 minuto para crear círculos del cultivo. Posteriormente colocamos las placas Petrifilm cultivadas en la incubadora a 37°C durante 24 a 48 horas, una vez transcurrido este tiempo realizar el conteo en placa y utilizar la fórmula para determinar las UFC.

Prueba de reductasa

La prueba de reductasa se realiza con el reactivo azul de metileno, mediante una dilución al 3% de azul de metileno con agua destilada, posteriormente en un tubo de ensayo colocamos 10 ml de las muestras de leche recolectada, codificamos cada tubo de ensayo en base a la respectiva muestra, después colocamos 1 ml de azul de metileno al 3%, colocamos la tapa al tubo y homogenizamos con ayuda de un vortex, una vez homogenizadas todas las muestras colocarlas en un baño María a 39°C ir analizando el tiempo de conservación de la leche.

Células somáticas

La prueba de células somáticas se realizó empleando la técnica brasileña con el Kit comercial de “Somaticell” el cual consta de un paquete de tubo Falcon de centrifuga, reactivo somaticell, varillas plásticas de homogenización y tapas para los tubos Falcon de centrifuga. Primero se toma 20 ml de muestra de leche, posteriormente se coloca 20 ml de reactivo, posteriormente con ayuda de la varilla plástica se homogeniza subiendo y bajando 15 veces la varilla en el tubo tapando con el pulgar el orificio superior de la varilla, luego tapamos el tubo Falcon de centrifuga con la tapa del kit, escuchamos el clic de sellado y giramos el tubo durante 60 segundos posteriormente volvemos a girar el tubo y observamos en la escala el resultado de la secreción sobrante en el tubo.

Análisis físico químico



Primero equipamos o armamos y conectamos el equipo Lactoscan, posteriormente encendemos el equipo, luego tomamos los envases de las muestras previamente codificadas y colocamos aproximadamente 10 ml de muestra en los envases del lactoscan, colocamos las muestras en el área de análisis del equipo, levantando levemente el tubo recolector, posteriormente seleccionamos en el equipo analizar “Leche de vaca” posteriormente presionamos “iniciar”, esperamos que analicen la muestra, es primordial descartar el primer resultado, por ende volvemos a presionar “iniciar” y esperamos los resultados, posteriormente anotamos los resultados de la muestra. Repetimos el mismo proceso para las diferentes muestras, y al terminar de analizar las muestras del día, esperamos 15 minutos hasta que el equipo solicite limpiar. Realizamos dos lavados con agua destilada presionando la opción “Limpieza” posteriormente utilizamos el reactivo del equipo que se emplea diariamente y realizamos dos limpiezas, finalmente realizamos dos limpiezas más con agua destilada.

Los resultados obtenidos una vez procesados estadísticamente fueron comparados y analizados frente a la normativa ecuatoriana usando la NTE INEN 9:2012, en donde el instituto Ecuatoriano de Normalización es el organismo encargado de reglamentar y normalización cuyo fin es establecer documentos y parámetros de calidad para los distintos productos que son comercializados en el país, apoyando a las distintas industrias para tener un entorno estandarizado y controlado.

3. RESULTADOS

Análisis fisicoquímicos: En la tabla 1, se presentan los resultados de tipo fisicoquímico obtenidos luego del análisis de las muestras de leche cruda de las diferentes fincas en estudio:

Tabla 1:

Resultados fisicoquímicos de las muestras de leche cruda

Código	Grasa, %		Proteína, %		Lactosa, %		Sales, %		Crioscopia, °C		Sólidos totales, %	
	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
F1		0,0		0,0		0,0		0,0	0,51	0,0		0,0
	3,95 ± 2		2,90 ± 1		4,41 ± 8		0,66 ± 1		6 ± 1		11,82 ± 9	
F2		0,2		0,0		0,0		0,0	0,53	0,0		0,1
	2,60 ± 4		3,10 ± 1		4,66 ± 1		0,66 ± 1		8 ± 1		10,70 ± 8	



		0,0	0,0	0,0	0,0	0,51	0,0	0,1
F3	3,56 ± 1	3,02 ± 1	4,55 ± 1	0,65 ± 1	6 ± 1	11,68 ± 9		
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,53	0,0	0,0
F4	3,17 ± 2	3,10 ± 1	4,66 ± 1	0,67 ± 2	7 ± 1	11,70 ± 9		
		0,1	0,0	0,2	0,0	0,52	0,0	0,1
F5	3,64 ± 4	2,99 ± 1	4,64 ± 5	0,66 ± 1	6 ± 1	11,80 ± 1		
		0,0	0,5	0,0	0,0	0,53	0,0	0,1
F6	3,93 ± 2	3,31 ± 3	4,56 ± 7	0,66 ± 1	4 ± 1	12,07 ± 0		
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,54	0,0	0,0
F7	3,26 ± 2	3,04 ± 1	4,57 ± 1	0,64 ± 2	3 ± 3	11,59 ± 5		
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,52	0,0	0,1
F8	3,35 ± 1	2,99 ± 1	4,48 ± 1	0,64 ± 2	8 ± 2	11,64 ± 3		
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,52	0,0	0,1
F9	3,48 ± 3	3,09 ± 2	4,64 ± 2	0,67 ± 1	9 ± 2	11,87 ± 5		
		0,0	0,1	0,0	0,0	0,52	0,0	0,0
F10	3,67 ± 2	3,12 ± 5	4,56 ± 1	0,65 ± 3	1 ± 1	11,93 ± 7		
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,52	0,0	0,0
F11	3,43 ± 1	3,06 ± 3	4,58 ± 1	0,66 ± 1	7 ± 2	11,72 ± 9		
		0,8	0,0	0,0	0,0	0,49	0,0	0,9
F12	2,39 ± 7	2,85 ± 1	4,28 ± 2	0,64 ± 2	4 ± 1	9,83 ± 2		
		0,4	0,0	0,3	0,0	0,49	0,0	0,0
F13	4,29 ± 6	2,88 ± 9	4,45 ± 4	0,65 ± 3	7 ± 1	11,73 ± 7		
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,54	0,0	0,0
F14	3,94 ± 2	3,16 ± 4	4,72 ± 1	0,66 ± 1	3 ± 1	12,52 ± 3		
		0,0	0,0	0,1	0,0	0,52	0,0	0,0
F15	4,19 ± 3	3,07 ± 3	4,53 ± 1	0,64 ± 2	6 ± 2	12,61 ± 5		
		0,1	0,1	0,0	0,0	0,53	0,0	0,0
F16	3,03 ± 1	3,13 ± 1	4,80 ± 1	0,66 ± 1	6 ± 2	11,67 ± 2		
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,53	0,0	0,0
F17	4,06 ± 1	3,04 ± 6	4,53 ± 1	0,67 ± 2	5 ± 1	12,30 ± 2		
		0,0	0,2	0,0	0,0	0,52	0,0	0,0
F18	4,20 ± 9	2,85 ± 1	4,40 ± 1	0,66 ± 1	0 ± 2	12,25 ± 4		
		0,3	0,0	0,0	0,0	0,52	0,0	0,5
F19	3,51 ± 4	3,00 ± 5	4,51 ± 9	0,67 ± 2	0 ± 1	11,71 ± 0		
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,52	0,0	0,0
F20	3,96 ± 1	3,09 ± 7	4,73 ± 1	0,66 ± 1	6 ± 2	12,56 ± 2		



		0,5		0,0		0,1		0,0		0,52		0,0		0,5
F21	3,40	± 1		3,00	± 6	4,46	± 1	0,67	± 2	0	± 1		11,52	± 1
		0,1		0,1		0,0		0,0		0,52		0,0		0,1
F22	3,01	± 5		2,89	± 0	4,49	± 5	0,66	± 1	4	± 2		11,06	± 3
		0,0		0,0		0,2		0,0		0,52		0,0		0,2
F23	3,05	± 5		3,09	± 8	4,33	± 2	0,66	± 1	3	± 3		11,45	± 0
		0,0		0,0		0,1		0,0		0,52		0,0		0,1
F24	3,53	± 5		2,94	± 5	4,48	± 4	0,65	± 1	2	± 2		11,51	± 2
		0,4		0,0		0,0		0,0		0,51		0,0		0,5
F25	4,70	± 0		2,94	± 8	4,40	± 6	0,65	± 1	8	± 1		12,58	± 1
		0,3		0,0		0,0		0,0		0,52		0,0		0,3
F26	3,29	± 0		3,08	± 7	4,59	± 8	0,69	± 2	5	± 1		11,89	± 1
		0,0		0,1		0,0		0,0		0,54		0,0		0,2
F27	3,04	± 5		3,12	± 1	4,65	± 8	0,69	± 2	4	± 1		11,44	± 4
		0,5		0,0		0,0		0,0		0,49		0,0		0,5
F28	3,22	± 3		2,78	± 8	4,18	± 4	0,62	± 1	2	± 1		10,78	± 1
		0,1		0,1		0,0		0,0		0,51		0,0		1,0
F29	4,20	± 3		2,91	± 3	4,38	± 6	0,65	± 1	3	± 2		11,58	± 3
		0,0		0,0		0,1		0,0		0,49		0,0		0,3
F30	3,11	± 5		2,88	± 8	4,38	± 5	0,65	± 1	7	± 1		11,24	± 6
		0,0		0,0		0,0		0,0		0,52		0,0		0,1
F31	5,55	± 1,3		2,88	± 8	4,27	± 9	0,63	± 1	0	± 2		14,89	± 9
Gene		0,2		0,1		± 0,0		0,0		0,52		0,0		0,2
ral	3,60	± 9		3,01	± 0	4,51	± 8	0,66	± 1	3	± 1		11,80	± 5
	<0,000			0,00		<0,000		0,00		0,00				
Prob.	1			1		1		03		8			<0,0001	

D.E. Desviación estándar.

Prob > 0,05: No existen diferencias significativas;

Prob < 0,05: Existen diferencias significativas.

Prob < 0,01: Existen diferencias altamente significativas.

Realizado por: Pineida (2025)**Grasa**

La normativa nacional vigente en Ecuador para los requisitos de la leche cruda INEN 09: establece que el requisito mínimo para materia grasa debe ser del 3%. Según lo presentado en la Tabla 1 el promedio general del porcentaje de grasa en las muestras de leche cruda



analizadas fue de $3,6 \% \pm 0,29$, marcando un rango de variación comprendido entre un valor mínimo de $2,39\% \pm 0,87$ hasta un valor máximo de $5,55 \pm 1,3$. Además, el análisis estadístico evidencio que las diferencias entre fincas fueron altamente significativas por lo que los valores entre ellos varían entre sí.

Proteína

Los valores de proteína determinados en la presente investigación indican que el promedio general es de $3,1\% \pm 0,10$ (véase en tabla 1), además presentan diferencias altamente significativas entre productores lo que se expresa como variabilidad interproductiva en el sector, según la normativa el valor mínimo de proteína en la leche cruda debe ser de 2,9%.

Lactosa

El contenido de lactosa que se analizó en las muestras de esta investigación arrojo una media general de $4,51\% \pm 0,08$ según se observa en la tabla 4-1 y presentando diferencias altamente significativas entre fincas o productores de la parroquia, además el rango de variabilidad de los valores va desde $4,18\% + 0,04$ siendo el valor mínimo hasta el máximo $4,80\% + 0,01$.

Sales Minerales

Los resultados de las muestras analizadas presentadas en la tabla 1, determinan una media general en porcentaje de sales minerales presentes en la leche de $0,66\% \pm 0,01$ presentando diferencias altamente significativas entre si con rango de valores que se componen entre $0,62\% + 0,01$ hasta $0,69\% + 0,02$.

Solidos Totales

En el análisis de las muestras realizadas se obtuvo una media general de $11,80 \% \pm 0,25$ con diferencias altamente significativas en la variabilidad inter productiva, con un rango de variabilidad en los resultados que van desde el valor más bajo de $9,83\% \pm 0,92$ hasta el valor más alto de $14,89\% \pm 0,19$, teniendo en cuenta la media general de las fincas muestreadas y lo establecido por la normativa nacional (INEN, 2009) para solidos totales, pues se determina que el valor mínimo de cumplimiento es de 11,20%.

Punto de Crioscopia

El punto crioscópico o punto de congelación es un indicador de calidad, el cual se utiliza para determinar si la leche sufrió de adulteraciones o algún cambio en su composición Según los resultados presentados en la tabla 4-1, dentro de las 31 muestras de las fincas analizadas, se presenta un cumplimiento del 74,19 % (23 fincas), las fincas que no cumplieron el



requerimiento (4 fincas) presentaron valores inferiores y los 4 restantes valores superiores, según la normativa nacional (INEN, 2009) el punto crioscópico medido en grados centígrados va del mínimo -0,536 hasta el máximo de -0,512. Dentro de los análisis estadísticos se obtuvo una media general de $-0,52^{\circ}\text{C} \pm 0,01$ con diferencias altamente significativas entre cada finca.

Análisis microbiológicos: En la tabla 2, se evidencia los resultados inherentes a la calidad microbiológica de la leche analizada:

Tabla 2:

Resultados microbiológicos de las muestras de leche cruda

Código	Aerobios mesófilos, UFC/ cm ³		Recuento de células somáticas/cm ³		Reductasa, h	
	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
F1	Ausencia	± 0	1,83x10 ⁵	± 1,44x10 ⁵	4	± 0,58
F2	Ausencia	± 0	1,67x10 ⁵	± 2,89x10 ⁴	4	± 0,58
F3	6,07x10 ⁴	± 1,53x10 ³	2,50x10 ⁵	± 5,00x10 ⁴	3	± 0,58
F4	7,73x10 ⁴	± 1,29x10 ⁴	2,00x10 ⁵	± 8,66x10 ⁴	3	± 0,58
F5	Ausencia	± 0	3,17x10 ⁵	± 2,89x10 ⁴	4	± 1,15
F6	3,33x10 ³	± 3,21x10 ³	5,17x10 ⁵	± 5,77x10 ⁴	4	± 0,58
F7	Ausencia	± 0	3,33x10 ⁵	± 2,89x10 ⁴	4	± 1,15
F8	Ausencia	± 0	2,83x10 ⁵	± 2,89x10 ⁴	4	± 0,58
F9	2,20x10 ⁵	± 6,24x10 ³	5,33x10 ⁵	± 2,89x10 ⁴	5	± 0,58
F10	3,44x10 ⁵	± 2,78x10 ⁴	8,33x10 ⁴	± 2,89x10 ⁴	4	± 1,00
F11	9,77x10 ⁴	± 7,05x10 ⁴	4,67x10 ⁵	± 2,89x10 ⁴	3	± 0,58
F12	2,01x10 ⁵	± 6,88x10 ⁴	1,00x10 ⁵	± 5,00x10 ⁴	5	± 0,58
F13	1,62x10 ⁵	± 1,12x10 ⁴	1,37 x10 ⁶	± 1,15x10 ⁵	4	± 1,15
F14	1,38x10 ⁵	± 3,59x10 ⁴	6,67x10 ⁴	± 2,89x10 ⁴	5	± 0,58
F15	3,13x10 ⁴	± 4,16x10 ³	2,17x10 ⁵	± 2,89x10 ⁴	3	± 0,58
F16	5,33x10 ³	± 2,08x10 ³	8,33x10 ⁴	± 2,89x10 ⁴	5	± 0,58
F17	3,40x10 ⁴	± 7,21x10 ³	8,50x10 ⁵	± 8,66x10 ⁴	5	± 0,58
F18	1,32x10 ⁵	± 2,65x10 ³	4,67x10 ⁵	± 2,89x10 ⁴	3	± 0,58
F19	2,60x10 ⁴	± 5,29x10 ³	1,33x10 ⁵	± 2,89x10 ⁴	4	± 0,58
F20	2,03x10 ⁵	± 4,91x10 ⁴	4,33x10 ⁵	± 2,89x10 ⁴	3	± 0,58
F21	1,33x10 ⁵	± 1,97x10 ⁴	5,37x10 ⁵	± 4,94x10 ⁴	4	± 0,58
F22	1,10x10 ⁴	± 2,65x10 ³	1,50x10 ⁴	± 4,58x10 ³	5	± 0,58
F23	3,38x10 ⁵	± 1,07 x10 ⁵	1,58x10 ⁵	± 7,21x10 ³	5	± 0,58
F24	1,06x10 ⁵	± 1,15x10 ⁴	2,77x10 ⁴	± 2,52x10 ³	4	± 1,15



F25	$1,34 \times 10^5 \pm 2,06 \times 10^4$	$2,25 \times 10^5 \pm 2,91 \times 10^4$	$5 \pm 0,58$
F26	$2,00 \times 10^3 \pm 1,00 \times 10^3$	$5,35 \times 10^5 \pm 2,51 \times 10^4$	$4 \pm 0,58$
F27	$2,33 \times 10^3 \pm 1,53 \times 10^3$	$3,34 \times 10^5 \pm 3,06 \times 10^4$	$5 \pm 0,58$
F28	$3,47 \times 10^4 \pm 7,64 \times 10^3$	$3,43 \times 10^4 \pm 1,01 \times 10^4$	$3 \pm 2,08$
F29	$1,13 \times 10^4 \pm 2,52 \times 10^3$	$1,54 \times 10^5 \pm 1,30 \times 10^5$	$5 \pm 0,58$
F30	$2,16 \times 10^5 \pm 3,02 \times 10^4$	$6,80 \times 10^5 \pm 4,44 \times 10^5$	$5 \pm 0,58$
F31	$2,43 \times 10^5 \pm 9,32 \times 10^4$	$3,82 \times 10^5 \pm 6,66 \times 10^4$	$3 \pm 1,00$
General	$9,57 \times 10^4 \pm 2,88 \times 10^4$	$3,27 \times 10^5 \pm 7,99 \times 10^4$	$4,06 \pm 0,33$
Prob.	$<0,0001$	$<0,0001$	$0,0256$

D.E. Desviación estándar.

Prob > 0,05: No existen diferencias significativas;

Prob < 0,05: Existen diferencias significativas.

Prob < 0,01: Existen diferencias altamente significativas.

Realizado por: Pineida (2025)

Aerobios mesófilos

En la tabla 2 se aprecia los valores del recuento de microorganismos aerobios mesófilos, parámetro que es importante para conocer la inocuidad del alimento, la normativa nacional establece como límite máximo $1,5 \times 10^6$ UFC/cm³, valor que ninguna muestra analizada supera. La media general del recuento de aerobios en el sector es de $9,5 \times 10^4 \pm 2,88 \times 10^4$, cifra que se encuentra alejada de los límites máximos, el rango de resultados entre las muestras va desde la ausencia de microorganismos hasta el valor máximo de $3,44 \times 10^5 \pm 2,78 \times 10^4$

Recuento de células somáticas

El recuento de las células somáticas está determinado según la (INEN, 2009) en donde se establece como límite máximo de $7,0 \times 10^5$. Según los resultados presentados en la tabla 2, para el recuento de células somáticas, el 96,77% de los resultados obtenidos presentaron valores inferiores al límite establecido, siendo apenas 1 finca (F13) que equivale al 3,23% la que no cumple con la normativa lo que infiere gran presencia de mastitis en los animales productores. El promedio general obtenido en esta variable es de $3,27 \times 10^5 \pm 7,99 \times 10^4$ con un rango de variabilidad de $1,50 \times 10^4 \pm 4,58 \times 10^3$ siendo el mínimo hasta $1,37 \times 10^6 \pm 1,15 \times 10^5$. En cuanto a la variabilidad entre productores presenta diferencias altamente significativas entre sí.

Prueba de reductasa



Los resultados del ensayo de reductasa realizado con azul de metileno obtuvieron resultados muy favorables en base a la normativa nacional la cual establece como mínimo 3 horas para que la leche pueda ser aceptada. El promedio general de todas las fincas fue de 4 horas + 0,33(véase en tabla 2) con variabilidad significativa entre las fincas, el tiempo mínimo fue de 3 horas y el máximo de 5, por ende, todas las muestras cumplen con el límite permitido, representando que la calidad microbiológica de la leche es buena y cumple con la normativa nacional.

Tabla 3:

Resultados de la calidad composicional de la leche cruda entre sectores

Sector	Grasa, %		Proteína, %		Lactosa, %		Sales Minerales, %		Crioscopía, °C	
	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
Toldo	3,63 ± 0,53	A	3,06 ± 0,3	A	4,57 ± 0,2	A	0,78 ± 0,4	A	0,53 ± 0,0	A
Batan	3,45 ± 1,04	A	2,78 ± 0,8	A	4,19 ± 1,3	A	0,65 ± 0,0	A	0,48 ± 0,1	A
Puelazo	3,28 ± 0,88	A	2,80 ± 0,6	A	4,23 ± 0,9	A	0,60 ± 0,1	A	0,45 ± 0,2	A
Guntus	3,65 ± 0,83	A	2,96 ± 0,1	A	4,42 ± 0,1	A	0,66 ± 0,0	A	0,51 ± 0,0	A

D.E.: Desviación estándar

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($p>0,05$)**Realizado por:** Pineida (2025)**Tabla 4:** Resultados de la calidad microbiológica de la leche cruda entre sectores

Sector	Aerobios mesófilos, UFC/cm		Recuento de células somáticas/cm ³		Reductasa, h	
	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
Toldo	4,38x10 ⁴ ±	5,21x10 ⁴ B	2,98x10 ⁵ ±	2,30x10 ⁵ A	4 ± 0,67	A
Batan	6,05x10 ⁴ ±	6,70x10 ⁴ B	3,12x10 ⁵ ±	2,21x10 ⁵ A	4 ± 1,18	A
Puelazo	1,26x10 ⁵ ±	1,09x10 ⁵ A	3,91x10 ⁵ ±	3,56x10 ⁵ A	4 ± 0,96	A



	1,12x10 ⁵	1,14x10 ⁵	A	2,80x10 ⁵	2,31x10 ⁵	
Guntus	±	±	B	±	±	A
						4 ± 0,59 A

D.E.: Desviación estándar.

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($p > 0,05$).

Realizado por: Pineida (2025)

4. DISCUSIÓN

Grasa

La composición de la leche puede variar en función de factores como la raza, la alimentación, el manejo y el estado sanitario del ganado. En la parroquia Quimiag predominó la raza Holstein; en este sentido, Condo et al. (2022) reportaron un contenido de grasa de 3,4 % en leche de bovinos Holstein de la provincia de Chimborazo, valor similar al obtenido en la presente investigación. No obstante, las muestras que no alcanzaron el requerimiento mínimo establecido por la NTE INEN 9:2012 podrían estar relacionadas con deficiencias en la alimentación, el manejo productivo o las condiciones fisiológicas de los animales.

Proteína

El contenido de proteína presentó un rango entre $2,78 \pm 0,08$ % y $3,31 \pm 0,53$ %. Considerando que la raza predominante en todas las fincas fue Holstein mestiza, las diferencias observadas difícilmente pueden atribuirse al componente genético. Condo et al. (2022) señalaron que esta raza presenta un contenido promedio de proteína de 3,20 %, resultado similar al encontrado en las fincas con mejores indicadores. Asimismo, Ávila et al. (2025) indicaron que los bajos niveles de proteína en la leche cruda pueden estar asociados con el estado fisiológico de las vacas, las condiciones ambientales y, principalmente, con la calidad de la alimentación y el equilibrio entre energía y proteína de la dieta.

Lactosa

Si bien el contenido de lactosa no está normado a nivel nacional, es un valor importante que determina la calidad de la leche.

Según Portnoy et al. (2021) el contenido de lactosa puede variar según el periodo o etapa de lactancia de la vaca, su estado fisiológico y la salud del animal, otra forma en la que se vincula el contenido de la lactosa es en la producción, pues la lactosa es un componente clave en la síntesis y secreción de leche ya que para producir lactosa es necesaria energía alimentaria.

Sales Minerales



Si bien el porcentaje de sales no está normado a nivel nacional, este porcentaje es indicador del valor nutricional, además de la estabilidad de sus proteínas.

Según (Huaraca, y otros, 2024) en su investigación realizada en bovinos de altas zonas de Perú obtuvieron un porcentaje de sales entre 0,69 y 0,76% , estos valores son superiores a los obtenidos, sin embargo, puede inferir mucho las condiciones ambientales y la alimentación del animal, una investigación realizada por (Arauco, y otros, 2021) que también se realizó en bovinos en los andes peruanos presento resultados similares, pues obtuvieron un rango de 0,69% hasta 0,73%. Otra investigación propuesta por (Fuentes, 2021) sugiere que las sales en la leche también varían de acorde a la raza, en esta investigación la raza Holstein presento menores valores en porcentaje de sales teniendo como promedio 0,73%.

Solidos Totales

Cedeño et al. 82022) establecen que valores bajos en el porcentaje de solidos totales de la leche están directamente relacionados con factores como la raza, la alimentación del animal y etapa o el periodo productivo, además también mencionan que un contenido alto de solidos totales aporta el valor nutricional del alimento y el rendimiento en la elaboración de productos lácteos.

Punto de Crioscopia

Los valores pueden fluctuar ya sea aumentando o disminuyendo debido a diversos factores, Cañar et al. (2024) sugieren que valores cercanos al 0°C alteran el punto de congelación debido a adición de agua, además en esta investigación se observó que el periodo de ordeño en la mañana presento disminuciones en el punto de congelación, por ende estos valores no están relacionados directamente con factores propios del animal como la raza, edad o etapa de producción, sino del manejo en el ordeño, la alimentación, en la manipulación y calidad de la leche.

Análisis microbiológicos

Aerobios mesófilos

Según Albuja et al. (2021), la carga microbiana presente en la leche cruda puede originarse en la ubre, la piel del animal, el ambiente o los utensilios empleados durante el ordeño. Por ello, la aplicación de buenas prácticas de ordeño, la higiene del personal, la limpieza de los equipos y el adecuado almacenamiento de la leche constituyen factores determinantes para reducir la contaminación microbiológica y garantizar la inocuidad del producto.



Recuento de células somáticas

Por otra parte, Contero et al. (2021) menciona que los factores que elevan el CCS están vinculados a los periodos de post parto, agentes físicos o químicos del entorno o el número de lactaciones, ya sea cualquiera de estos factores es importante la detección y control o tratamiento temprano.

Prueba de reductasa

Según Acuña et al. (2020) el análisis o prueba de reductasa se realiza con el fin de determinar la calidad higiénica de la leche, esta prueba se produce a través de una reacción óxido-reducción, que reacciona a través de los microorganismos que se encuentran presente en las muestras de leche, estos mismos microorganismos reducen el paso de la forma oxidada a la forma reducida del azul de metileno, por ende entre menor tiempo mayor cantidad de microorganismos, sin embargo esta prueba no puede determinar la cantidad de microorganismos de manera exacta, sino que lo hace por tiempos para determinar la calidad sanitaria de la leche.

Resultados fisicoquímicos entre sectores.

Según los resultados obtenidos se puede definir a Quimiag como una parroquia con buena calidad de la leche en general, sin embargo se determinó que los barrios: Toldo y Guntus cumplen a cabalidad con los requerimientos fisicoquímicos establecidos por la NTE INEN 9:2012, incluso en los porcentajes de sales y lactosa obtuvieron resultados favorables, lo que define a esta leche no solo apta y con alto valor nutritivo para el consumo sino que también la ideal para procesos de elaboración de productos lácteos. La calidad de la leche de las muestras analizadas en mayor parte es satisfactoria, aunque existen requerimientos que se pueden mejorar con ayuda de dietas equilibradas, brindando suplementos energéticos o alimenticios para estandarizarla.

Resultados fisicoquímicos entre sectores

En la tabla 4, se observa el recuento de aerobios mesófilos, células somáticas y el ensayo de reductasa realizado en las muestras de las fincas de la parroquia Quimiag. En los resultados de los microorganismos aerobios mesófilos todos los sectores cumplen con la normativa, de hecho, los valores son bajos en cuanto a lo establecido, los lugares con menor carga microbiana son Toldo y Batan, sin embargo, a pesar de que Puelazo y Guntus tengan más UFC presentan una carga microbiana relativamente baja y aceptable.



Según el análisis estadístico realizado la única variable que difiere según la prueba de Tukey son los microorganismos aerobios mesófilos en donde Toldo y Batán difieren significativamente con menor carga microbiana a comparación de Guntús y en mayor cantidad Puelazo

En el recuento de células somáticas se observó que los sectores Toldo y Guntús presentaron los menores valores, mientras que Batán y Puelazo registraron concentraciones más elevadas. En términos generales, la mayoría de las muestras cumplió con los límites establecidos por la NTE INEN 9:2012; sin embargo, se identificó una muestra con un recuento de $1,37 \times 10^6$ células somáticas/mL, valor que superó el límite máximo permitido por la normativa. Este resultado podría estar asociado con deficiencias en el manejo sanitario del hato o con la presencia de mastitis subclínica. No obstante, al tratarse de un caso aislado, la calidad microbiológica de la leche fue satisfactoria en la mayor parte de las fincas evaluadas.

En cuanto al ensayo de reductasa la NTE INEN 9:2012 establece como mínimo 3 horas para considerar a la leche apta para el consumo o su procesamiento, por lo que según los resultados obtenidos, todos los sectores superan el tiempo mínimo en promedio general con una media de 4 horas en cada sector, en general los resultados microbiológicos realizados en las 31 fincas presentaron resultados favorables para las muestras, garantizando así que la leche que se produce es de buena calidad para el consumo.

5. CONCLUSIÓN

- Los análisis microbiológicos correspondientes al recuento de aerobios mesófilos y la prueba de reductasa cumplieron con los límites establecidos por la NTE INEN 9:2012 en todas las muestras analizadas. En el recuento de células somáticas, la mayoría de las muestras cumplió con la normativa; sin embargo, se identificó una muestra que superó el límite máximo permitido.
- Los parámetros fisicoquímicos evidenciaron resultados favorables en la mayor parte de las fincas evaluadas; no obstante, algunas unidades productivas, principalmente de los sectores Batán y Puelazo, presentaron valores inferiores a los establecidos para determinadas variables, lo que sugiere oportunidades de mejora en el manejo nutricional y productivo del ganado.



- En términos generales, la calidad de la leche cruda producida en la parroquia Quimiag fue satisfactoria y cumplió, en su mayoría, con los criterios de calidad establecidos por la NTE INEN 9:2012, aunque se identificaron incumplimientos puntuales que requieren medidas de mejora para garantizar una producción homogénea.
- Se recomienda capacitar a los propietarios de las fincas en programas de alimentación y manejo nutricional del ganado, considerando los requerimientos fisiológicos de los animales y los factores que influyen en la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche.
- Asimismo, se recomienda implementar registros sistemáticos de producción, alimentación y control sanitario en las unidades productivas, con el fin de fortalecer el seguimiento del hato, facilitar la toma de decisiones y contribuir al mejoramiento continuo de la calidad de la leche.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albuja, A., Escobar, S., & Andueza, F. (2021). Calidad bacteriológica de la leche cruda bovina almacenada en el centro de acopio Mocha, Tungurahua, Ecuador. *Siembra*, 8(2), e3176. <https://doi.org/10.29166/siembra.v8i2.3176>
- Almeida, M., Bonilla, S., Rivera, R., Martínez, C., & Martínez, K. (2025). Promedio de producción lechera bovina basado en su alimentación, parroquia Santa María del Toachi. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(1), 904–914. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.15818
- Arauco, F., Guzmán, L., Pantoja, R., Mayorga, N., Unchupaico, I., & Huamán, A. (2025). Evaluación de la calidad fisicoquímica, microbiana e higiénica de la leche de vaca producida por rebaños en los Andes peruanos. *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida*, 41(1), 127–139. <https://doi.org/10.17163/lgr.n41.2025.08>
- Arrieta, G., Gomezcaceres, L., Albis, D., Calderón, A., & Rodríguez, V. (2019). Calidad de la leche cruda para consumo humano en dos localidades de Sucre, Colombia. *Revista MVZ Córdoba*, 24(3), 7355–7361. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1829>
- Carvajal, L., Montenegro, G., Terán, G., Urgilés, G., Cobo, F., & Herrera, M. (2026). Factores socioeconómicos que inciden en la calidad de vida laboral de pequeños productores de leche del Carchi, Ecuador. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 16(4), 787–802. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v16i4.6956>



- Castañeda, G., Haros, M., Perales, J., Durán, S., Fierros, C., Hernández, L., & Jiménez, M. (2025). Calidad microbiológica de la leche cruda de vaca y evaluación de prácticas domésticas para su seguridad y calidad proteica: Un estudio de caso. *Biotechnia*, 27, e2323. <https://doi.org/10.18633/biotechnia.v27.2323>
- Fernández, E., Martínez, J., Martínez, V., Moreno, J., Collado, L., Hernández, M., & Morán, F. (2015). Documento de consenso: Importancia nutricional y metabólica de la leche. *Nutrición Hospitalaria*, 31(1), 92–101. <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v31n1/09revision09.pdf>
- Guevara, D., Montero, M., Rodríguez, A., Valle, L., & Avilés, D. (2019). Calidad de leche acopiada de pequeñas ganaderías de Cotopaxi, Ecuador. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(1), 247–255. <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i1.15679>
- Juárez, J., Díaz, P., Rodríguez, J., Martínez, C., Hernández, B., Ramírez, E., . . . Herman, E. (2016). Caracterización de la leche y clasificación de calidad mediante análisis clúster en sistemas de doble propósito. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 7(4), 525–537. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242016000400525
- Juárez, J., Rodríguez, J., Martínez, C., Hernández, B., Paz, E., Gómez, C., . . . Herman, E. (2015). Evaluación y clasificación de calidad de leches comerciales consumidas en Tuxtepec, Oaxaca, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 2(6), 327–337. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282015000300008
- Martínez Miranda, M., & Díaz Arango, F. (2016). Evaluación de la calidad de la leche cruda recibida en industrias lácteas de Manizales. *Producción + Limpia*, 11(1), 75–84. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552016000100008
- Motta, L., Bustamante, A., Medina, B., Ayma, F., & Choque, B. (2019). Análisis del recuento de la población bacteriana de muestras de leche no pasteurizada. *Revista de Sanidad Militar*, 72(5–6), 366–367. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-696X2018000400366
- Ramírez, F., Mora, J., Martínez, M., García, J., Hernández, O., & Valtierra, E. (2025). Determinantes del consumo de leche bovina y sustitutos de leche en el municipio de



Texcoco, Estado de México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 16(4), 772–786. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v16i4.6867>

Rodríguez, J., Rodríguez, A., González, O., & Dolores, M. (2020). Leche y productos lácteos como vehículos de calcio y vitamina D: Papel de las leches enriquecidas. *Nutrición Hospitalaria*, 36(4), 962–973. <https://doi.org/10.20960/nh.02570>

Salguero, A., Torre, D., & Puga, B. (2023). Calidad de leche cruda de pequeños productores de los cantones Cayambe y Pedro Moncayo, Ecuador, mediante análisis fisicoquímicos y ensayos cualitativos. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 34(1), e24611. <https://doi.org/10.15381/rivep.v34i1.24611>

Solano Pichasaca, B., & Urgilés Urgilés, G. (2024). Análisis de la producción de leche bovina y su impacto económico en la organización agropecuaria Tucayta del cantón Cañar. *Tierra Infinita*, 10(1), 94–111. <https://doi.org/10.32645/26028131.1308>

Tobar Delgado, M. (2020). Calidad de la leche cruda en el trópico alto de Nariño, Colombia. *Agronomía Mesoamericana*, 31(3), 685–697. <https://doi.org/10.15517/am.v31i3.40892>

Villamil, R., Robelto, G., Mendoza, M., Guzmán, M., Cortés, L., Méndez, C., & Giha, V. (2020). Desarrollo de productos lácteos funcionales y sus implicaciones en la salud: Una revisión de la literatura. *Revista Chilena de Nutrición*, 47(6), 1018–1028. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182020000601018>

Zambrano Martínez, D. (2025). Análisis de los factores que inciden en la producción de leche en la provincia de Pichincha, periodo 2016–2021. *Revista Científica y Académica*, 4(4), 243–265. <https://doi.org/10.63371/ic.v4.n4.a379>

CONFLICTO DE INTERESES

No existe.

FINANCIAMIENTO

No aplica.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Cristian Fernando Vimos Abarca, Byron Leoncio Díaz Monroy, Luis Fernando Tiupul Urquizo, Evelyn Estefania Pineida Gavilanez.



Curación de datos: Byron Leoncio Díaz Monroy, Luis Fernando Tiupul Urquizo, Evelyn Estefania Pineida Gavilanez.

Análisis formal: Cristian Fernando Vimos Abarca, Luis Fernando Tiupul Urquizo.

Investigación: Cristian Fernando Vimos Abarca, Byron Leoncio Díaz Monroy, Luis Fernando Tiupul Urquizo, Evelyn Estefania Pineida Gavilanez.

Metodología: Cristian Fernando Vimos Abarca, Byron Leoncio Díaz Monroy.

Administración del proyecto: Cristian Fernando Vimos Abarca.

Recursos: Cristian Fernando Vimos Abarca, Byron Leoncio Díaz Monroy, Luis Fernando Tiupul Urquizo, Evelyn Estefania Pineida Gavilanez.

Software: Luis Fernando Tiupul Urquizo, Evelyn Estefania Pineida Gavilanez.

Supervisión: Cristian Fernando Vimos Abarca.

Validación: Cristian Fernando Vimos Abarca, Byron Leoncio Díaz Monroy, Luis Fernando Tiupul Urquizo, Evelyn Estefania Pineida Gavilanez.

Visualización: Byron Leoncio Díaz Monroy, Evelyn Estefania Pineida Gavilanez.

Redacción – borrador original: Cristian Fernando Vimos Abarca, Byron Leoncio Díaz Monroy.

Redacción – revisión y edición: Cristian Fernando Vimos Abarca, Byron Leoncio Díaz Monroy, Luis Fernando Tiupul Urquizo, Evelyn Estefania Pineida Gavilanez.

