



*Calidad sensorial, fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda de vaca
expedida en la Parroquia San Isidro, Cantón Morona – Ecuador*

*Sensory, physicochemical and microbiological quality of raw cow's milk issued in
the San Isidro Parish, Morona Canton – Ecuador*

*Qualidade sensorial, físico-química e microbiológica do leite de vaca cru emitido
na Paróquia de San Isidro, Cantão de Morona - Equador*

Javier Ignacio Briones-García^I
javier.briones@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-2675-3495>

Campo Elías Morillo-Robles^{II}
campo.morillo@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-9551-2599>

Manuel María Fiallos-Ramos^{III}
manuelm.fiallos@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-1895-2790>

Norma del Rocío Toledo-Castillo^{IV}
norma.toledo@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-1116-760X>

Correspondencia: javier.briones@esPOCH.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 06 de mayo de 2024 * **Aceptado:** 15 de junio de 2024 * **Publicado:** 18 de julio de 2024

- I. Sede Morona Santiago, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Macas, Ecuador.
- II. Sede Morona Santiago, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Macas, Ecuador.
- III. Sede Morona Santiago, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Macas, Ecuador.
- IV. Sede Morona Santiago, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Macas, Ecuador.

Resumen

En este artículo se evaluó la calidad sensorial, fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda de vaca en la parroquia San Isidro, cantón Morona, Ecuador. Se analizaron 50 muestras de leche cruda, representando aproximadamente el 85% de los productores locales. Los análisis incluyeron evaluación sensorial (color, olor, sabor y aspecto), análisis fisicoquímicos (densidad, pH, proteína, grasa, sólidos no grasos, sólidos totales, acidez titulable y cenizas) y análisis microbiológicos (aerobios totales, coliformes fecales y *E. coli*). Los resultados mostraron que las características sensoriales tenían valores promedio aceptables, con margen de mejora. Los parámetros fisicoquímicos cumplieron con los estándares de la norma INEN 9:2012, destacando un alto contenido de sólidos totales (12,1%) y proteínas (3,35%). El análisis microbiológico reveló que el recuento de aerobios totales (680 UFC/mL) estaba dentro de los límites aceptables, pero la presencia de coliformes fecales (450 UFC/mL) y *E. coli* (194 UFC/mL) indicó deficiencias en las prácticas higiénicas. El estudio concluyó que la leche cruda de la región tiene una buena calidad nutricional, pero requiere mejoras en las prácticas de higiene y manejo post-ordenado. Se recomienda implementar programas de capacitación para los productores locales sobre buenas prácticas de orden y manejo para mejorar la calidad microbiológica de la leche. Esta investigación proporciona una base importante para futuras estrategias de mejora en la producción lechera de la parroquia San Isidro y regiones similares de la Amazonía ecuatoriana.

Palabras clave: Leche cruda; Calidad; Amazonia Ecuatoriana.

Abstract

In this article, the sensory, physicochemical and microbiological quality of raw cow's milk in the San Isidro parish, Morona canton, Ecuador was evaluated. 50 raw milk samples were analyzed, representing approximately 85% of local producers. The analyzes included sensory evaluation (color, odor, flavor and appearance), physicochemical analyzes (density, pH, protein, fat, non-fatty solids, total solids, titratable acidity and ash) and microbiological analyzes (total aerobes, fecal coliforms and *E. coli*). The results showed that the sensory characteristics had acceptable average values, with room for improvement. The physicochemical parameters met the standards of the INEN 9:2012 standard, highlighting a high content of total solids (12.1%) and proteins (3.35%). Microbiological analysis revealed that the total aerobic count (680 CFU/mL) was within acceptable limits, but the presence of fecal coliforms (450 CFU/mL) and *E. coli* (194 CFU/mL) indicated

deficiencias in practices. higienic. The study concluded that the region's raw milk has good nutritional quality, but requires improvements in hygiene and post-scratch handling practices. It is recommended to implement training programs for local producers on good order and management practices to improve the microbiological quality of milk. This research provides an important basis for future improvement strategies in dairy production in the San Isidro parish and similar regions of the Ecuadorian Amazon.

Keywords: Raw milk; Quality; Ecuadorian Amazon.

Resumo

Neste artigo foi avaliada a qualidade sensorial, físico-química e microbiológica do leite de vaca cru na freguesia de San Isidro, cantão de Morona, Equador. Foram analisadas 50 amostras de leite cru, representando aproximadamente 85% dos produtores locais. As análises incluíram avaliação sensorial (cor, odor, sabor e aspeto), análises físico-químicas (densidade, pH, proteína, gordura, sólidos não gordos, sólidos totais, acidez titulável e cinzas) e análises microbiológicas (aeróbios totais, coliformes fecais e *E. coli*). Os resultados mostraram que as características sensoriais apresentaram valores médios aceitáveis, com margem para melhorias. Os parâmetros físico-químicos cumpriram as normas da norma INEN 9:2012, destacando-se um elevado teor de sólidos totais (12,1%) e de proteínas (3,35%). A análise microbiológica revelou que a contagem aeróbia total (680 UFC/mL) estava dentro dos limites aceitáveis, mas a presença de coliformes fecais (450 UFC/mL) e de *E. coli* (194 UFC/mL) indicava deficiências nas práticas higiénicas. O estudo concluiu que o leite cru da região tem uma boa qualidade nutricional, mas requer melhorias nas práticas de higiene e manuseamento pós-colagem. Recomenda-se a implementação de programas de formação para os produtores locais sobre boas práticas de gestão e ordem para melhorar a qualidade microbiológica do leite. Esta investigação fornece uma base importante para futuras estratégias de melhoria na produção leiteira na freguesia de San Isidro e regiões semelhantes da Amazônia equatoriana.

Palavras-chave: Leite cru; Qualidade; Amazônia Equatoriana.

Introducción

La producción de leche en Ecuador es una actividad económica de gran importancia, especialmente en las áreas rurales del país. En las últimas décadas, el sector lácteo ecuatoriano ha experimentado un crecimiento constante, convirtiéndose en un pilar esencial para la seguridad alimentaria y el progreso rural. Según estadísticas proporcionadas por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (2020), la producción nacional de leche alcanzó los 5.2 millones de litros diarios en 2019, con un aumento del 3% con respecto al año anterior. Las provincias de la Sierra concentran aproximadamente el 75% de la producción total, destacando Pichincha, Azuay y Cotopaxi como las principales áreas productoras.

En la investigación realizada por Grijalva (2018) en la provincia de Imbabura muestra que la mayoría de los productores son pequeños ganaderos con rebaños que van desde 5 hasta 20 vacas. Esta estructura de producción plantea desafíos en términos de modernización y calidad del producto. Por otro lado, Velásquez y colaboradores (2019) realizaron un análisis sobre los sistemas de producción lechera en la provincia de Manabí, encontrando una notable diversidad en las prácticas de gestión y ordeño, lo cual tiene un impacto directo en la calidad de la leche producida. La producción de leche de vaca en la provincia de Morona Santiago, específicamente en el cantón Morona, se ha vuelto cada vez más importante para el desarrollo de la región, esta es conocida por su clima tropical húmedo y su biodiversidad, teniendo en las últimas décadas un crecimiento significativo en el desarrollo de la ganadería. Según el informe del Ministerio de Agricultura y Ganadería de 2021, Morona Santiago en el 2020 produjo aproximadamente 150,000 litros de leche por día, lo que sugiere un aumento del 5% en comparación con el año anterior (2020). El cantón Morona, se produce alrededor del 30% de la producción total diaria provincial.

La calidad de la leche cruda es un factor determinante para el sector lácteo ecuatoriano. Estudios como el realizado por Torres y Vásquez (2017) en Tungurahua han subrayado la relevancia de aplicar buenas prácticas durante el ordeño y el manejo posterior al mismo para mejorar los aspectos físico-químicos y microbiológicos de la leche. Una investigación llevada a cabo por Rivadeneira y Torres (2020) en el cantón Morona mostró que solo el 55% de las muestras de leche analizadas cumplían con los estándares microbiológicos establecidos por la normativa ecuatoriana. Este estudio resaltó la importancia de mejorar las prácticas de ordeño y el manejo post-ordeño para garantizar la inocuidad del producto.

La seguridad alimentaria, definida por la FAO como el acceso físico y económico a alimentos suficientes, seguros y nutritivos, tiene en la leche un componente esencial. Estudios realizados por Guevara et al. (2019) en la región amazónica ecuatoriana han demostrado que la leche cruda puede ser vehículo de diversos patógenos cuando no se manejan adecuadamente las prácticas de ordeño y conservación.

La calidad sensorial de la leche, por su parte, no solo influye en la aceptación del producto por parte del consumidor, sino que también puede ser indicativa de problemas en la cadena de producción. Investigaciones de Rodríguez y López (2018) en la provincia de Morona Santiago revelaron que alteraciones en el sabor y olor de la leche cruda estaban frecuentemente asociadas con prácticas inadecuadas de alimentación del ganado o problemas de mastitis subclínica.

Los parámetros fisicoquímicos de la leche, como el contenido de grasa, proteínas y sólidos totales, son cruciales para determinar su valor nutricional y su aptitud para el procesamiento industrial. Un estudio realizado por Torres et al. (2021) en diferentes cantones de Morona Santiago mostró variaciones significativas en estos parámetros según la época del año y las prácticas de manejo del ganado, lo que resalta la importancia de un monitoreo constante.

El objetivo de esta investigación se enfocó en evaluar la calidad sensorial, fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda de vaca expedida en la parroquia San Isidro, cantón Morona. Los resultados de este estudio no solo proporcionaron información valiosa sobre la calidad de la leche en esta localidad específica, sino que también contribuyó a la comprensión de los factores que influyen en la seguridad alimentaria de los productos lácteos en la región amazónica de Ecuador.

Materiales y métodos

Muestras de leche

Un total de 50 muestras de leche cruda fueron recolectadas de productores de la parroquia San Isidro, cantón Morona, provincia de Morona Santiago, Ecuador. Estas muestras representan aproximadamente el 85% de los productores de leche de la parroquia y el 90% de la leche producida en la zona. El ganado predominante en la región es mestizo charoláis, mestizo Holstein, mestizo bronswis. Dentro de la parroquia solo el 2% maneja ganado de raza pura como charoláis y bronswis, el mejoramiento genético es muy bajo en biotecnologías como inseminación artificial y lavados de embriones.

La parroquia San Isidro se ubica en la región amazónica del Ecuador, con una altitud que oscila entre los 1200 msnm y un clima tropical húmedo. Las precipitaciones anuales durante el período evaluado fueron de alrededor de 2500 mm, con una distribución relativamente uniforme a lo largo del año, aunque con picos de lluvia entre marzo y julio. La temperatura promedio anual es de 18°C. El sistema de producción lechera en San Isidro se basa principalmente en pastoreo extensivo, con predominancia de pastos nativos y algunas especies introducidas como la gramínea gramalote. La suplementación con concentrados es limitada y varía según el tipo de productor. Los pequeños productores, que constituyen la mayoría, suelen depender casi exclusivamente del pastoreo, mientras que los productores de mayor escala incorporan en su manejo el uso de suplementos y mejores prácticas de ordeño.

Existen diferencias notables en las prácticas de manejo y alimentación del ganado de acuerdo con la tipología del productor. Los productores de mayor escala tienden a ofrecer una alimentación más balanceada y utilizan técnicas de ordeño más modernas, lo que se refleja en la calidad y cantidad de leche producida. Por otro lado, los pequeños productores enfrentan desafíos en términos de acceso a tecnología y conocimientos técnicos, lo que puede impactar en la calidad de la leche (GAD Parroquial San Isidro, 2020; MAG Morona Santiago, 2021).

Las muestras se tomaron de los recipientes de almacenamiento, utilizando elementos de desinfectados con alcohol 70% (previa agitación de la leche para lograr una adecuada homogenización) para la extracción y se colectaron en frascos estériles de 500 mL, siendo transportados en frío inmediatamente según la metodología de (Oliszewski et. All, 2016). Las muestras correspondían al ordeño del día.

Análisis físico-químicos

Los parámetros físico-químicos se analizaron siguiendo los métodos establecidos en la norma INEN 9:2012 "Leche cruda. Requisitos". Evaluando: Densidad relativa a 20°, Contenido de materia grasa, Acidez titulable como ácido láctico, Sólidos totales, Sólidos no grasos, Cenizas, Punto de congelación y Proteínas. Todos los análisis se realizaron por triplicado para asegurar la precisión de los resultados.

Análisis sensorial

Se evaluaron las características organolépticas de la leche cruda, incluyendo color, olor y aspecto, utilizando una escala hedónica de 5 puntos.

Análisis microbiológico

Se realizó el recuento de microorganismos aerobios mesófilos como lo indica la norma INEN 9:2012 "Leche cruda. Requisitos", coliformes totales (VRBA, 48 hs a 30 °C) (Oliszewski et. All, 2016) y *Escherichia coli* en agar EMB (las colonias pueden exhibir un brillo verde metálico característico debido a la rápida fermentación de la lactosa).

Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados utilizando un software estadístico. Se realizaron análisis descriptivos para cada parámetro evaluado, incluyendo medias y desviaciones estándar. Se compararon los resultados con los estándares establecidos en la norma INEN 9:2012.

Esta metodología permitió una evaluación integral de la calidad sensorial, físico-química y microbiológica de la leche cruda de vaca producida en la parroquia San Isidro, proporcionando una base sólida para el análisis y discusión de los resultados obtenidos.

Resultados y discusión

Resultado de análisis sensorial

En la tabla 1, se observa los resultados obtenidos en la valoración sensorial de la leche cruda de la parroquia San Isidro: el color presenta un promedio de 3,5/5, el olor con un promedio de 3/5, en el sabor un promedio de 3,5/5 y por último el aspecto con un promedio de 3/5. En la normativa NTE INEN 9:2012 menciona que la leche debe cumplir con lo siguiente:

Color: Debe ser blanco opalescente o ligeramente amarillento.

Olor: Debe ser suave, lácteo característico, libre de olores extraños.

Aspecto: Debe ser homogéneo, libre de materias extrañas.

Tabla 1: Resultados de las características sensoriales de la leche cruda de vaca

MEDIA N= 50

CARACTERÍSTICAS	Valor	Porcentaje
COLOR	3,5	70%
OLOR	3	60%
SABOR	3,5	70%
ASPECTO	3	60%

Fuente: Elaborado por los autores

Las variaciones en el color, olor, sabor y aspecto de la leche son influenciadas por múltiples factores que incluyen la dieta, salud del animal, condiciones de almacenamiento y procesamiento. Cada tipo de mestizo (Charolais, Holstein, Brown Swiss) presenta características sensoriales distintivas, que son resultado de la combinación de factores genéticos y ambientales, teniendo en cuenta que son el principal ganado predominante en la parroquia.

Las características sensoriales por raza de vacas mestizas presentan las siguientes peculiaridades:

Mestizo Charoláis según (Nozière et. All., 2006):

- **Color:** La leche de vacas mestizas con Charolais tiende a ser ligeramente más amarilla debido a una mayor cantidad de carotenoides.
- **Olor:** Generalmente suave, aunque puede variar dependiendo de la dieta.
- **Sabor:** Sabor suave y cremoso.
- **Aspecto:** Homogéneo y con una buena cantidad de grasa.

Mestizo Holstein según (Bauman y Griinari, 2003)

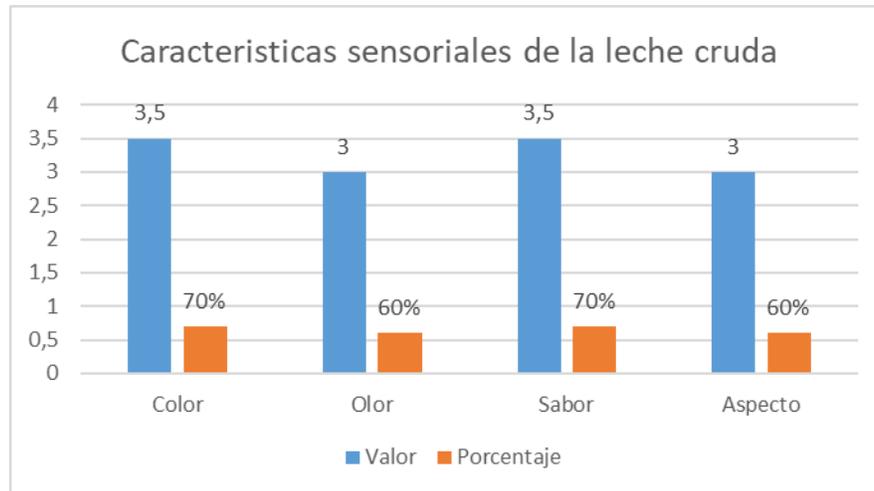
- **Color:** La leche de vacas Holstein es generalmente blanca y uniforme.
- **Olor:** Suave, casi neutro.
- **Sabor:** Sabor limpio y fresco.
- **Aspecto:** Homogéneo y con menor contenido de grasa en comparación con otras razas, ya que Holstein es conocida por su alta producción de leche con menos contenido de grasa.

Mestizo Brown Swiss según (Schwendel et. All., 2015)

- **Color:** Puede ser ligeramente más cremoso que el de Holstein.
- **Olor:** Suave y agradable.
- **Sabor:** Rico y ligeramente más dulce debido a un mayor contenido de grasa.

- **Aspecto:** Homogéneo y con un buen contenido de grasa, lo que le da una textura más cremosa.

Figura 1: Características sensoriales de la leche cruda de la parroquia San Isidro.



Fuente: Elaborado por los autores

Cada tipo de mestizo (Charolais, Holstein, Brown Swiss) presenta características sensoriales distintivas, resultado de la combinación de factores genéticos y ambientales.

Resultado de análisis físico-químicos

Los resultados físico-químicos indican que la leche cruda analizada cumple con los requisitos establecidos en la norma INEN 9:2012, e incluso supera algunos parámetros mínimos. El alto contenido de sólidos totales (12,1%) y proteínas (3,35%) sugiere una leche de buena calidad nutricional, lo cual es consistente con estudios previos en regiones similares de Ecuador (Contero et al., 2021).

La densidad ligeramente elevada (1,033 g/mL) podría estar relacionada con el alto contenido de sólidos, lo que es generalmente considerado positivo en términos de calidad (Ramírez-Rivera et al., 2019). Sin embargo, es importante monitorear este parámetro para asegurar que no haya adición de agua o adulteraciones.

El pH y la acidez titulable se encuentran dentro de los rangos normales, indicando una adecuada conservación de la leche desde el ordeño hasta el análisis. Esto sugiere buenas prácticas de manejo post-ordeño en la región estudiada.

Las cenizas representan el contenido mineral de la leche, un valor típico es alrededor de 0.7%, lo que sugiere una buena mineralización.

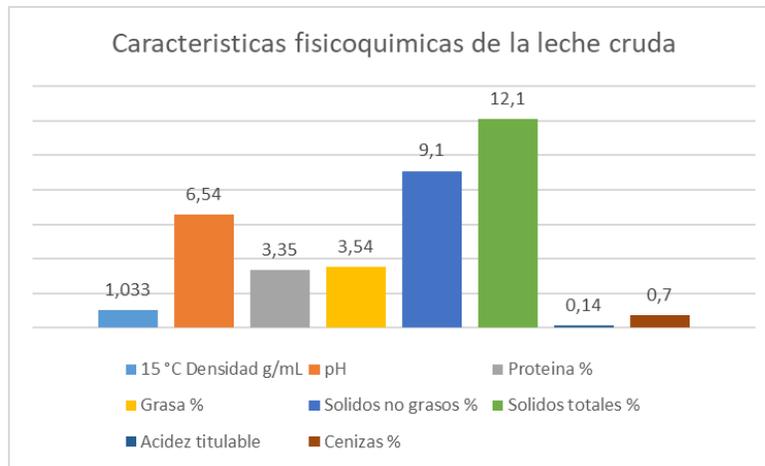
Tabla 2: Resultados de las características fisicoquímicas de la leche cruda de vaca

CARACTERISTICAS	N	MEDIA	DE
15 °C DENSIDAD G/ML	50	1,033	0,001
PH	50	6,54	0,25
PROTEINA %	50	3,35	0,13
GRASA %	50	3,54	0,32
SOLIDOS NO GRASOS %	50	9,1	0,31
SOLIDOS TOTALES %	50	12,1	0,3
ACIDEZ TITULABLE	50	0,14	0,64
CENIZAS %	50	0,7	0,25

Fuente: Elaborado por los autores

Las características fisicoquímicas de la leche cruda de vaca de la parroquia San Isidro, Cantón Morona, cumplen con los estándares especificados en la norma INEN 9:2012. La densidad, contenido de proteína, grasa, sólidos no grasos, sólidos totales, acidez titulable y pH están dentro de los rangos esperados, lo que sugiere que la leche es apta para el consumo y la producción de productos lácteos.

Figura 2: Características fisicoquímicas de la leche cruda de San Isidro.



Fuente: Elaborado por los autores

Resultado de análisis microbiológicos

Los resultados microbiológicos obtenidos indican una carga microbiana considerable en la leche cruda analizada.

El recuento de aerobios totales (680 UFC/mL) está por debajo del límite máximo establecido por la norma INEN 9:2012, que especifica un máximo de 1.5×10^6 UFC/mL para leche cruda (INEN, 2012). Esto sugiere que, en términos generales, la carga microbiana total se encuentra dentro de los parámetros aceptables.

Sin embargo, la presencia de coliformes fecales (450 UFC/mL) y *E. coli* (194 UFC/mL) es preocupante. La norma INEN 9:2012 no establece límites específicos para estos microorganismos en leche cruda, pero su presencia en estas cantidades indica deficiencias en las prácticas higiénicas durante la obtención y manejo de la leche (Pantoja et al., 2009).

La presencia de *E. coli*, un indicador de contaminación fecal, sugiere riesgos potenciales para la salud del consumidor si la leche se consume sin pasteurización adecuada. Estos hallazgos concuerdan con estudios previos que han encontrado niveles similares de contaminación en leche cruda en otras regiones de Ecuador (Zambrano y Grass, 2008).

Tabla 3: Resultados de las características microbiológicas de la leche cruda de vaca

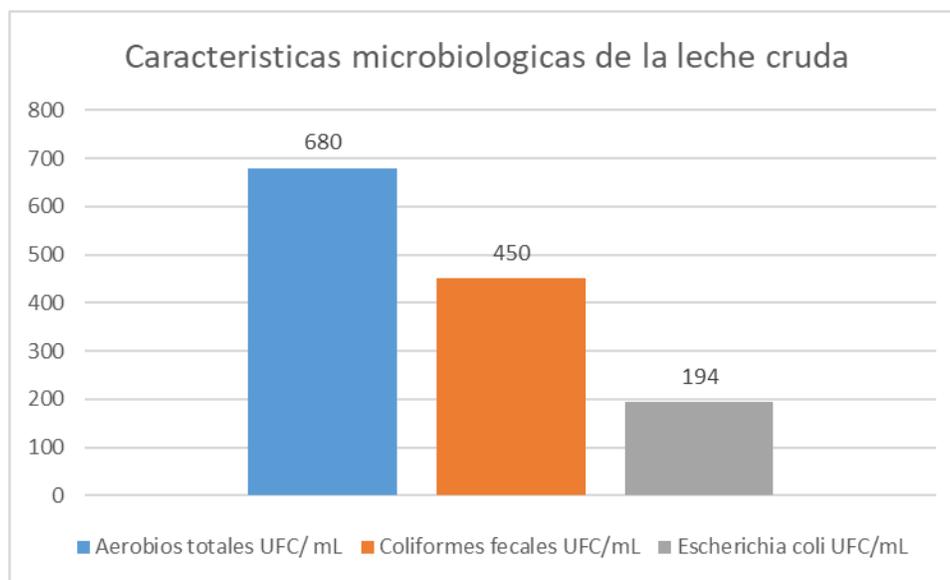
CARACTERISTICAS MICROBIOLÓGICAS	N	MEDIA	DE
---------------------------------	---	-------	----

AEROBIOS TOTALES UFC/ ML	50	680	5,32
COLIFORMES FECALES UFC/ML	50	450	5,37
ESCHERICHIA COLI UFC/ML	50	194	5,45

Fuente: Elaborado por los autores

Es importante señalar que, aunque la carga de aerobios totales cumple con la norma, la presencia de coliformes fecales y E. coli indica la necesidad de mejorar las prácticas de higiene en la producción y manejo de la leche en la parroquia San Isidro, Cantón Morona. Se recomiendan intervenciones enfocadas en la capacitación de los productores sobre buenas prácticas de ordeño y manejo post-ordeño para reducir la contaminación microbiana (FAO, 2011).

Figura 3: Características microbiológicas de la leche cruda de San Isidro.



Fuente: Elaborado por los autores

Conclusiones

- La leche cruda de vaca producida en la parroquia San Isidro, cantón Morona, Ecuador, cumple en general con los estándares de calidad físico-químicos establecidos por la norma

INEN 9:2012, presentando un alto contenido de sólidos totales (12,1%) y proteínas (3,35%), lo que indica una buena calidad nutricional.

- Las características sensoriales de la leche (color, olor, sabor y aspecto) presentan valores promedio aceptables, pero con margen de mejora, lo que podría estar relacionado con la diversidad de razas mestizas presentes en la región y las prácticas de manejo del ganado.
- Aunque el recuento de aerobios totales está dentro de los límites aceptables, la presencia de coliformes fecales y E. coli en la leche cruda sugiere deficiencias en las prácticas higiénicas durante la obtención y manejo de la leche, lo que requiere la implementación de mejoras en las prácticas de higiene y manejo post-ordenado.
- Este estudio proporciona una base importante para futuras investigaciones y para el desarrollo de estrategias de mejora en la producción lechera de la parroquia San Isidro, incluyendo la necesidad de programas de capacitación para los productores locales sobre buenas prácticas de orden y manejo post-orden para mejorar la calidad global de la leche.

Referencias

1. Bauman, D. E., Griinari, J. M. (2003). Nutritional regulation of milk fat synthesis. *Annual Review of Nutrition*, 23, 203-227.
2. Beltrán-Barreiro, A., & Cuarán-Rosero, V. (2015). Determinación de parámetros físico-químicos y microbiológicos de la leche cruda que ingresa a las industrias lácteas del cantón Montúfar, provincia del Carchi. *Revista Politécnica*, 36(2), 55-63.
3. Contero, R., Requelme, N., Cachipundo, C., & Acurio, D. (2021). Calidad de la leche cruda y sistema de pago por calidad en el Ecuador. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 33(1), 31-43.
4. FAO. (2011). Buenas prácticas de ordeño. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italia.
5. GAD Parroquial San Isidro. (2020). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia San Isidro 2019-2023. Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de San Isidro, Morona Santiago, Ecuador.
6. Grijalva, J. (2018). Análisis de los sistemas de producción lechera en la provincia de Imbabura. *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal*, 2(3), 45-62.

7. Guevara, M., Peña, G., & Intriago, L. (2019). Prevalencia de patógenos en leche cruda de la Amazonía ecuatoriana: Implicaciones para la salud pública. *Revista Ecuatoriana de Medicina Veterinaria*, 14(2), 89-104.
8. Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2012). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 9:2012. Leche cruda. Requisitos. Quito, Ecuador.
9. Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2020). Informe anual del sector lechero ecuatoriano. Quito: MAG.
10. Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2021). Informe de producción lechera en la Amazonía ecuatoriana. Quito: MAG.
11. Nozière, P., Graulet, B., Lucas, A., Martin, B., Grolier, P., Doreau, M. (2006). Carotenoids for ruminants: From forages to dairy products. *Animal Feed Science and Technology*, 131(3-4), 418-450.
12. Oliszewski, R., Cisint, J. C., & Medina, C. F. (2016). Caracterización composicional, fisicoquímica y microbiológica de leche de vaca de la cuenca de Trancas.
13. Pantoja, J. C. F., Reinemann, D. J., & Ruegg, P. L. (2009). Associations among milk quality indicators in raw bulk milk. *Journal of Dairy Science*, 92(10), 4978-4987.
14. Ramírez-Rivera, E. J., Rodríguez-Miranda, J., Huerta-Mora, I. R., Cárdenas-Cágal, A., & Juárez-Barrientos, J. M. (2019). Tropical milk production systems and milk quality: a review. *Tropical Animal Health and Production*, 51(6), 1295-1305.
15. Requelme, N., & Bonifaz, N. (2012). Caracterización de sistemas de producción lechera de Ecuador. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 15(1), 55-69.
16. Rivadeneira, A., & Torres, M. (2020). Evaluación microbiológica de leche cruda en el cantón Morona: Implicaciones para la salud pública. *Revista Ecuatoriana de Medicina Veterinaria*, 15(3), 112-128.
17. Rodríguez, A., & López, C. (2018). Evaluación sensorial de leche cruda en Morona Santiago: Relación con prácticas de manejo ganadero. *Revista de Ciencias Agropecuarias*, 7(1), 56-70.
18. Schwendel, B. H., Wester, T. J., Morel, P. C., Tavendale, M. H., Deadman, C., Shadbolt, N. M., Otter, D. E. (2015). Invited review: Organic and conventionally produced milk—An evaluation of factors influencing milk composition. *Journal of Dairy Science*, 98(2), 721-746.

19. Torres, J., Vera, E., & Andrade, R. (2021). Variación estacional de parámetros fisicoquímicos en leche cruda de Morona Santiago. *Revista La Técnica*, 25, 78-92.
20. Torres, M., & Vásquez, C. (2017). Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica de leche cruda en Tungurahua. *Revista de Ciencias Agrarias*, 10(2), 90-105.
21. Velásquez, L., Vera, E., & Zambrano, R. (2019). Caracterización de los sistemas de producción lechera en la provincia de Manabí. *Revista La Técnica*, 21, 68-79.
22. Zambrano, J. L., & Grass, J. 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. *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 6(2), 56-66.
23. Zambrano, J. L., Ramírez, J. L., López, M. G., & Clavijo, J. A. (2017). Evaluación de la calidad fisicoquímica de leche cruda en época seca y lluviosa en Manabí, Ecuador. *Revista Científica*, 27(2), 80-85.

© 2024 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).