

# Análisis bacteriológico y composicional de la leche bovina de cuatro municipios del departamento de Putumayo, Colombia

*Bacteriological and compositional analysis of bovine milk from four municipalities of the department of Putumayo, Colombia*

*Análise bacteriológica e composicional do leite bovino de quatro municípios do departamento de Putumayo, Colômbia*

Dixon Fabián Flórez Delgado<sup>1</sup>  
 Dubel Cely Leal<sup>2</sup>  
 Sthefany Daniela González<sup>3</sup>  
 Lady Johana Niño Vera<sup>4</sup>  
 Yoicy Robledo Palomino<sup>5</sup>

**Recibido:** 15 de febrero de 2023

**Aprobado:** 25 de julio de 2023

**Publicado:** 30 de diciembre de 2023

## Cómo citar este artículo:

Flórez Delgado, D.F., Cely Leal, D., González, S.D., Niño Vera, L.J., Robledo Palomino, Y. Análisis bacteriológico y composicional de la leche bovina de cuatro municipios del departamento de Putumayo, Colombia. Spei Domus. 2023;19(2): 1-9.  
 doi: <https://doi.org/10.16925/2382-4247.2023.02.04>

Artículo de investigación. <https://doi.org/10.16925/2382-4247.2023.02.04>

Zootecnista, Magister en Sistemas Sostenibles de Producción, Docente tiempo completo. Universidad de Pamplona, Norte de Santander, Colombia.

Correo electrónico: [dixon.florez@unipamplona.edu.co](mailto:dixon.florez@unipamplona.edu.co)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3915-8396>

<sup>2</sup> Médico veterinario zootecnista, Magister en Salud y Producción Animal, Docente tiempo completo. Universidad de Pamplona, Norte de Santander, Colombia.

Correo electrónico: [dubel.cely@unipamplona.edu.co](mailto:dubel.cely@unipamplona.edu.co)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9075-0125>

<sup>3</sup> Ingeniera Ambiental, Maestrante en sistemas integrados de gestión: prevención, medio ambiente y calidad. Universidad de Pamplona, Norte de Santander, Colombia.

Correo electrónico: [sthefany.gonzalez@unipamplona.edu.co](mailto:sthefany.gonzalez@unipamplona.edu.co)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-4905-1040>

<sup>4</sup> Microbióloga, Maestrante en ciencia y tecnología de alimentos, Docente catedra. Universidad de Pamplona, Norte de Santander, Colombia.

Correo electrónico: [lady.nino@unipamplona.edu.co](mailto:lady.nino@unipamplona.edu.co)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9710-2251>

<sup>5</sup> Administradora de empresas, Magister en Administración, Líder de Proyectos de Regalías. Vicerrectoría de investigación. Universidad de Pamplona, Norte de Santander, Colombia.

Correo electrónico: [yoicy.robledo@unipamplona.edu.co](mailto:yoicy.robledo@unipamplona.edu.co)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-5684-552X>



## Resumen

La calidad bacteriológica y composicional de la leche cruda bovina tiene implicaciones económicas y sanitarias muy importantes para el desarrollo agropecuario del país. El objetivo de esta investigación fue analizar bacteriológicamente y composicionalmente la leche bovina cruda proveniente de sistemas de producción ganaderos doble propósito de los municipios de Puerto Asís, Villagarzón, Orito y Valle del Guamuez en el departamento de Putumayo. Para ello, se empleó un muestreo intencional en 250 predios ganaderos obteniendo de esta manera 854 muestras de leche. Se analizaron los parámetros de células somáticas (cs/mL), recuento de bacterias mesófilas aerobias (UFC/mL), grasa, proteína, lactosa y sólidos totales. Los datos obtenidos fueron sujetos a análisis de varianza con significancia del 5%. Se evidenció diferencia para los parámetros de grasa y sólidos totales entre los municipios. Al analizar los resultados respecto a la Norma Técnica Colombiana 399 para leche cruda se cumplen los parámetros de células somáticas, bacterias mesófilas, proteína, lactosa y sólidos totales se cumplen en los cuatro municipios. Por su parte, el parámetro de grasa se cumple en Puerto Asís y Valle del Guamuez.

**Palabras clave:** bacterias mesófilas, células somáticas, grasa, producción láctea

## Abstract

The bacteriological and compositional quality of raw bovine milk has very important economic and health implications for the agricultural development of the country. The aim of this research was to analyze raw bovine milk bacteriologically and compositionally from dual-purpose livestock production systems in the municipalities of Puerto Asís, Villagarzón, Orito and Valle del Guamuez in the department of Putumayo. For this, intentional sampling was used in 250 livestock farms, thus obtaining 854 milk samples. The parameters of somatic cells (cs/mL), aerobic mesophilic bacteria count (CFU/mL), fat, protein, lactose, and total solids were analyzed. The data obtained were subject to analysis of variance with a significance of 5%. A difference was evident for the parameters of fat and total solids between the municipalities. When analyzing the results with respect to the NTC 399 raw milk standard, the parameters of somatic cells, mesophilic bacteria, protein, lactose, and total solids are met in the four municipalities. For its part, the fat parameter is met in Puerto Asís and Valle del Guamuez.

**Keywords:** Mesophilic Bacteria, Somatic Cells, Fat, Milk Production.

## Resumo

A qualidade bacteriológica e composicional do leite bovino cru tem implicações econômicas e sanitárias muito importantes para o desenvolvimento agrícola do país. O objetivo desta pesquisa foi analisar bacteriológica e composicionalmente o leite bovino cru proveniente de sistemas de produção pecuária de duplo propósito nos municípios de Puerto Asís, Villagarzón, Orito e Valle del Guamuez no departamento de Putumayo. Para isso, utilizou-se amostragem intencional em 250 explorações pecuárias, obtendo-se assim 854 amostras de leite. Foram analisados os parâmetros de células somáticas (cs/mL), contagem de bactérias mesófilas aeróbias (UFC/mL), gordura, proteína, lactose e sólidos totais. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com significância de 5%. Evidenciou-se diferença para os parâmetros de gordura e sólidos totais entre os municípios. Ao analisar os resultados em relação à Norma Técnica Colombiana 399 para leite cru, os parâmetros de células somáticas, bactérias mesófilas, proteínas, lactose e sólidos totais são atendidos nos quatro municípios. Por sua vez, o parâmetro gordura é atendido em Puerto Asís e Valle del Guamuez.

**Palavras-chave:** bactérias mesófilas, células somáticas, gordura, produção de leite

# Introducción

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura (FAO), la leche es un alimento básico de la canasta familiar debido a sus aportes nutricionales especialmente para niños. Por este motivo, su producción es un pilar fundamental dentro de las estrategias de seguridad alimentaria [1]. Para el caso de Colombia, la producción ganadera es una actividad de alto impacto en la economía del país, no solo por la obtención y comercialización de productos como la carne y la leche, sino, por la agroindustria derivada de estos. La actividad ganadera, se desarrolla a lo largo de todo el territorio nacional. Sin embargo, la producción láctea se lleva a cabo en regiones de altiplanos y zonas de páramo bajo comprendidas entre los 2000 y 3200 msnm [2]. La comercialización de la leche producida se da en empresas procesadoras de cada una de las regiones y otros casos con intermediarios que re-comercializan con el consumidor final sin ningún tipo de tratamiento térmico ni medición de parámetros de calidad e higiene, existiendo muy poca información en relación con estos.

La leche obtenida en los sistemas de producción ganaderos debe conservar sus propiedades y características de calidad tanto bacteriológica como microbiológica tendientes a garantizar y preservar la salud y bienestar de los consumidores finales. Sin embargo, durante la práctica de ordeño, almacenamiento y transporte, puede resultar alterada, comprometiendo su valor nutricional y llevando a su deterioro. De acuerdo con Mercado et al. [2] la calidad de la leche bovina está determinada por los siguientes aspectos: composición nutricional de excelencia con cantidades adecuadas de los principales nutrientes como proteína, grasa, lactosa y sólidos totales, recuentos bacteriológicos bajos, libre de sustancias y contaminantes químicos y libre de microorganismos que puedan transmitir enfermedades [4].

Por tanto, se requiere la medición de los parámetros microbiológicos y composicionales de la leche que contribuyan a mejorar la dinámica de las actividades productivas encaminadas a la obtención de este producto y garantizar su inocuidad en la cadena de transformación, comercialización y consumo [5]. Bajo este escenario, el objetivo del presente trabajo fue analizar bacteriológica y composicionalmente la leche bovina producida en cuatro municipios del departamento Putumayo (Colombia).

## Metodología

**Lugar de trabajo y muestra:** la investigación se realizó en los municipios de Puerto Asís, Orito, Villagarzón y Valle del Guamuez del departamento de Putumayo los cuales fueron priorizados dentro del proyecto "Fortalecimiento del sector ganadero mediante

la implementación de prácticas sostenibles en el departamento del Putumayo” financiado por el Sistema General de Regalías. Se realizó un muestreo intencional en los 250 predios ganaderos seleccionados por el proyecto con un total de 854 muestras de leche. En la tabla 1, se presentan las características de los municipios priorizados.

**Tabla 1. Características de los municipios priorizados**

Municipio	Sub región	Altitud (msnm)	Total de muestras
Puerto Asís	Bajo Putumayo	250	161
Villagarzón	Medio Putumayo	426	288
Orito	Bajo Putumayo	310	91
Valle del Guamuez	Bajo Putumayo	280	314

Fuente: Autor, 2023.

**Toma de muestras:** para el análisis bacteriológico y composicional de la leche, se colectaron muestras de cada predio ganadero en frascos de 50 mL empleando pastillas de bromopol como conservante. Las muestras fueron remitidas a laboratorio para analizar los siguientes parámetros: células somáticas (cs/mL), recuento de bacterias mesófilas aerobias (UFC/mL), grasa, proteína, lactosa y sólidos totales.

**Análisis estadístico:** se aplicaron pruebas de estadística descriptiva y análisis de varianza con una significancia del 5% en el paquete estadístico SPSS v. 22

## Resultados y análisis

En este estudio fue observada diferencia ( $p < 0,05$ ) para las variables composicionales de grasa y sólidos entre los municipios (tabla 2).

**Tabla 2. Parámetros bacteriológicos y composicionales de la leche bovina de cuatro municipios del departamento de Putumayo**

Variable	Unidad	Municipio				p-valor
		Puerto Asís	Villagarzón	Orito	Valle del Guamuez	
Células somáticas	CS/mL	475.368,20 <sup>a</sup>	495.296,84 <sup>a</sup>	718.718,81 <sup>a</sup>	567.428,81 <sup>a</sup>	0,448
Recuento de bacterias mesófilas aerobias	UFC/mL	63.037,81 <sup>a</sup>	231.664,00 <sup>a</sup>	357.855,80 <sup>a</sup>	436.779,00 <sup>a</sup>	0,056

(continúa)

(viene)

Variable	Unidad	Municipio				p-valor
		Puerto Asís	Villagarzón	Orito	Valle del Guamuez	
Grasa	%	3,89 <sup>b</sup>	2,39 <sup>a</sup>	2,26 <sup>a</sup>	3,06 <sup>c</sup>	0,000
Proteína	%	3,34 <sup>a</sup>	3,37 <sup>a</sup>	3,38 <sup>a</sup>	3,50 <sup>a</sup>	0,163
Lactosa	%	4,77 <sup>a</sup>	4,75 <sup>a</sup>	4,79 <sup>a</sup>	4,67 <sup>a</sup>	0,074
Sólidos totales	%	13,98 <sup>a</sup>	12,09 <sup>b</sup>	11,62 <sup>b</sup>	11,93 <sup>b</sup>	0,005

**Nota:** letras diferentes en las filas indican diferencia estadísticamente significativa.

**Fuente:** Autor, 2023.

La calidad microbiológica se refiere a la concentración de la población microbiana de la leche y presencia de microorganismos patógenos [6]. En esta microbiota, presente en la leche cruda bovina, se incluyen microorganismos de la piel y ubre de la vaca, al igual, que otros que están presentes en el ambiente y que se adhieren al producto durante su manipulación, transporte y transformación. Las células blancas denominadas también leucocitos y células epiteliales propias del sistema linfático de la vaca, sirven de defensa de la glándula mamaria contra organismos patógenos, siendo un parámetro de calidad de la leche y del estado de salud del animal (principalmente de la glándula mamaria). De acuerdo con la Norma Técnica Colombiana (NTC) 399 ICONTEC [7], un recuento de células somáticas inferior a 700 000 cs/mL indica que la leche proviene de un animal en óptimas condiciones de salud, libre de enfermedades como la mastitis, siendo el caso de los municipios de Puerto Asís, Villagarzón y Valle del Guamuez. Para Orito, el recuento de células somáticas fue superior a las 700 000 cs/mL indicando un aumento de los leucocitos como respuesta del organismo a microorganismos patógenos ya sea en la glándula mamaria del animal o en el tanque de almacenamiento de la leche. Otras posibles causas, radican en malas prácticas de ordeño, prácticas inadecuadas de limpieza e higiene del equipo de ordeño y contaminación cruzada entre vacas. Diversas investigaciones han señalado que altos recuentos de células somáticas (RCS/ml) como las presentadas en el Municipio de Orito son responsables de alteraciones en la composición de la leche, afectando de manera negativa la calidad y rendimiento de los productos lácteos [8]. Es por ello que el RCS/ml es la herramienta de medida más empleada para evaluar el estado de salud de la ubre y puede constituirse en un indicador de la calidad de la leche cruda [9].

Las bacterias mesófilas aerobias, son un conjunto de microorganismos capaces de desarrollarse en temperaturas que oscilan entre los 20°C y 45°C. El recuento de mesófilos indica la microflora total sin especificar ninguna especie de microorganismos y

su conteo refleja la calidad sanitaria de la leche. Recuentos inferiores a 700 000 UFC/mL reflejan la calidad de la leche asociada a buenas prácticas de ordeño NTC 399 y decreto 1880 de 2011 Ministerio de Protección Social [10] aspecto que se observó en las ganaderías doble propósito de los municipios estudiados. El recuento de bacterias mesófilas aerobias permite valorar la calidad higiénica de la leche. Este parámetro está directamente relacionado con los factores de calidad del agua utilizada en el sistema de producción lechero, la higiene en el ordeño, la limpieza del personal ordeñador, el lavado de los equipos y utensilios que están en contacto con la leche y su enfriamiento [11]. Resultados similares fueron reportados por Mayorga et al. [12] quienes evaluaron la calidad higiénica de la leche bovina obteniendo 222 750 UFC/ml siendo clasificada como leche de buena calidad.

La composición de la leche bovina varía de acuerdo con aspectos propios del sistema de producción como: genética, fase de lactancia, número de partos, la alimentación y suplementación, actividad del animal y número de ordeños Wattiaux [13]. La grasa láctea se encuentra en forma de triglicéridos en la leche en un 99%. El porcentaje restante está compuesto por fosfolípidos, ácidos grasos libres, colesterol y vitaminas liposolubles. Es el componente de mayor variación en la leche, dependiendo de factores como la genética del animal (se resalta, que el componente racial en los cuatro municipios está compuesto por la raza Gyr y sus cruces con animales criollos, Holstein, Parto Suizo y, en menor proporción, Brahman y Simmental), su alimentación, edad y fase de la lactancia. De acuerdo con la NTC 399 [7] y el decreto 616 de 2006 Ministerio de Protección Social [14] la leche bovina debe contener un mínimo de 3% de grasa indicando que proviene de animales que metabolizan los nutrientes ingeridos para la producción de lípidos que hacen parte de la grasa láctea de manera adecuada, acorde con su estirpe racial y edad principalmente siendo éste el caso de Valle del Guamuez y Puerto Asís. Para Villagarzón y Orito, se obtuvieron medias inferiores al 3% del contenido graso de la leche. Dentro de las posibles causas pueden estar: niveles bajos de fibra en la dieta, suplementación con concentrados ricos en almidón y falta de suplementación con semillas de oleaginosas que condicionan o limitan la producción de ácidos grasos volátiles a nivel ruminal. También, vacas sub-ordeñadas y equipos de ordeño con fallas mecánicas que rompen los glóbulos grasos afectando de esta manera el análisis composicional de la leche. Resultados similares a los de los municipios de Villagarzón y Orito fueron reportados por Jurado et al. [15] con una media de 2,92% de contenido graso. Por su parte, Martínez y Gómez [16] encontraron concentraciones de grasa superiores a 3,4% en Sucre (Colombia), siendo catalogada como leche de buena calidad, ya que se encuentra por encima del valor normativo, siendo el caso también de los municipios de Puerto Asís y Valle del Guamuez.

El contenido de proteína de la leche se encuentra en el rango comprendido entre el 3 y el 4 %. Se divide principalmente en las siguientes categorías: las proteínas del lactosuero, las caseínas y las proteínas de la membrana del glóbulo graso. La ubre sintetiza seis tipos de proteína: cuatro caseínas (alfa-1, alfa-2, beta y kappa), beta-lactoglobulina, alfa-lactalbúmina, seroalbúminas, gamma-caseína y proteosas-peptonas. Para los cuatro municipios, el nivel de proteína láctea se encuentra en este rango. De acuerdo con la norma del NTC 399 ICONTEC [7], el Decreto 616 de 2006 [10] y el Decreto 1880 de 2011 [8], concentraciones de proteína superiores a 2,9% hacen referencia a leche proveniente de vacas en cuya alimentación cuentan con aminoácidos, proteína y carbohidratos disponibles que favorecen la síntesis de la proteína láctea. Niveles superiores al 4% se presentan en animales especializados de genética destacada. Resultados similares fueron reportados por [17] con rangos entre 3 y 4% cumpliendo con lo establecido por la normatividad para leche de buena calidad.

La lactosa, azúcar de la leche, está compuesta por la unión de una molécula de glucosa y otra de galactosa. El contenido en lactosa propio de la leche es difícil de alterar, generalmente, su nivel en la leche es constante y su aumento es proporcional al aumento de volumen de la leche, es decir, el volumen de leche producido diariamente depende de la cantidad de lactosa sintetizada en la glándula mamaria. Aunque en la normatividad, la concentración de lactosa en la leche no está regulada, porcentajes iguales o superiores a 4,5% hacen referencia a un producto de calidad proveniente de animales con alimentación adecuada y, en general, en condiciones idóneas de bienestar animal. En este parámetro, las medias de lactosa láctea para las ganaderías doble propósito de los cuatro municipios están por encima de 4,5%.

Los sólidos totales de la leche corresponden a la suma de los componentes proteína, lactosa, grasas y minerales y representan entre el 10 al 15% del total de la leche. Variaciones en uno de estos componentes, afectan el contenido de sólidos totales lácteos. De acuerdo con la NTC 399 ICONTEC [7] y al Decreto 616 de 2006 [10] niveles superiores al 11,3% corresponden a leche de buena calidad con equilibrio en sus componentes: proteína, minerales, lactosa y grasa siendo este el caso para las ganaderías de los cuatro municipios estudiados. Estudios similares fueron realizados por Martínez y Gómez [16] reportando concentraciones de 12,95%, estando acorde a lo establecido en la normatividad colombiana.

## Conclusión

La leche producida en las ganaderías doble propósito de los municipios de Puerto Asís, Villagarzón, Valle del Guamuez y Orito del departamento de Putumayo cumplen

los parámetros de calidad bacteriológica y composicional establecidos en la Norma Técnica Colombiana 399 ICONTEC en relación con el conteo de células somáticas, bacterias mesófilas, proteína, lactosa y sólidos totales. Por su parte, el parámetro de grasa se cumple en los municipios de Puerto Asís y Valle del Guamuez. Es importante implementar medidas, especialmente las referentes al mejoramiento de la alimentación y nutrición de los bovinos que, asociadas a buenas prácticas de ordeño, permitan mejorar las concentraciones de células somáticas y grasa de acuerdo con la normatividad colombiana vigente.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Gobernación del departamento de Putumayo, financiadora del proyecto: "Fortalecimiento del sector ganadero mediante la implementación de prácticas sostenibles en el departamento del Putumayo", la oportunidad de trabajar en el mismo, lo cual permitió los recursos necesarios para desarrollar la investigación y obtener la información que sirvieron de base al presente artículo mediante el Sistema General de Regalías.

## Referencias

- [1] Fuentes-Coto G, Ruiz-Romero RA., Sánchez-Gómez JI., Ávila-Ramírez DN, Escutia-Sánchez J. Análisis microbiológico de leche de origen orgánico: atributos deseables para su transformación. *Agricultura, sociedad y desarrollo*. 2013;10(4):419-432.
- [2] Benavides R., Sánchez H. Sostenibilidad de sistemas ganaderos bovinos de alta montaña en Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*. 2017;8(2):29-36.
- [3] Mercado M., González V., Rodríguez D., Carrascal A. Perfil sanitario nacional de leche cruda para consumo humano directo. 146 p. 2014. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SNA/Perfil-sanitario-nacional-leche-cruda.pdf>
- [4] Olivero R, Aguas Y y Cury K. Comercialización de leche cruda en Sincelejo, Sucre, Colombia. *Rev. Colombiana Ciencias Animales*. 2011; 3(1):157-163.
- [5] Muchnik, J. Identidad Territorial y Calidad de los Alimentos, Procesos De Calificación y Competencias de los Consumidores. *Agroalimentaria* 2: 200. 2006.



- [6] Vásquez E., Pérez E., Hurtado L., Alcántara L. Evaluación de la calidad microbiológica de la leche. Revisión Sistemática de 2003 a 2013. *Revista Iberoamericana de Ciencias*. 2014.1(3):91-99.
- [7] ICONTEC. Norma Técnica Colombiana 399. Productos lácteos, leche cruda. 2002. <https://bit.ly/3VfdVWg>
- [8] Vásquez J., Novoa C., Carulla J. Efecto del recuento de células somáticas sobre la aptitud quesera de la leche y en la calidad fisicoquímica y sensorial del queso campesino. *Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia*. 2014; 61(2): 171-185. <http://dx.doi.org/10.15446/rfmvz.v61n2.44680>
- [9] Mariscal P., Anderson Z., y Gutiérrez M. Concentración de células somáticas en leche cruda de vaca en mercados de abasto, Trinidad-Bolivia. *Agrociencias Amazonia*. 2014;4: 19-27.
- [10] Ministerio de Protección Social. Decreto 1880. 2011. <https://bit.ly/48V7wCL>
- [11] Brousett M., Torres A., Chambi A., Mamani B., y Gutierrez H. Calidad fisicoquímica, Microbiológica y toxicológica de leche cruda en las cuencas ganaderas de la región Puno - Perú. *Revista Scientia Agropecuaria*. 2015; 6(3): 165-176.
- [12] Mayorga N., Guzmán L., y Uchupaico, L. Evaluación de las características organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas de leche producida en la Estación Experimental Agropecuaria del Mantaro UNCP. *Revista electrónica Convicciones*. 2014; 1:84-89.
- [13] Wattiaux, M. Composición de la leche y valor nutricional. Instituto Babcock. Universidad de Wisconsin-Madison. Pp. 73-76. 2014. <https://bit.ly/4a0iW9S>
- [14] Ministerio de Protección Social. Decreto 616. 2006. <https://bit.ly/3IYwQ0l>
- [15] Jurado H., Muñoz L., Quitiaquez D., Fajardo C., Insuasty E. Evaluación de la calidad composicional, microbiológica y sanitaria de la leche cruda en el segundo tercio de lactancia en vacas lecheras. 2019;66(1):53-66. <http://doi:10.15446/rfmvz.v66n1.79402>
- [16] Martínez M., Gómez C. Calidad composicional e higiénica de la leche cruda recibida en industrias lácteas de Sucre, Colombia. *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. 2024;11(2):93-100.
- [17] García C., Montiel R., Borderas T. Grasa y proteína de la leche de vaca: componentes, síntesis y modificación. *Archivos de Zootecnia*. 2014; 63: 85-105. <https://doi.org/10.21071/az.v63i241.592>