

## Evaluación de la calidad composicional, microbiológica y sanitaria de la leche cruda en el segundo tercio de lactancia en vacas lecheras

### Evaluation of the compositional, microbiological and sanitary quality of raw milk in the second third of lactation in dairy cows

H. Jurado-Gómez<sup>1</sup>, L. Muñoz-Domínguez<sup>1</sup>, D. Quitiaquez-Montenegro<sup>1</sup>,  
C. Fajardo-Argoti<sup>1</sup>, E. Insuasty-Santacruz<sup>1</sup>

Artículo recibido: 24 de junio de 2018 · Aprobado: 24 de enero de 2019

#### RESUMEN

**Introducción:** uno de los parámetros más importantes asociados a la producción de leche y su transformación es contar con condiciones higiénico-sanitarias adecuadas que permitan mejorar las condiciones del productor y empresas transformadoras y, por ende, garantizar inocuidad alimentaria al consumidor garantizando su bienestar y salud. **Objetivo:** se evaluaron características composicionales, microbiológicas y sanitarias de leche cruda durante el segundo tercio de lactancia en vacas lecheras. **Materiales y métodos:** se tomaron muestras de leche por duplicado cada 10 días a siete vacas lecheras durante su segundo tercio de lactancia. Posteriormente, se realizaron las siguientes pruebas: análisis composicional, adulterantes, presencia de antibióticos, recuento de células somáticas (RCS/ml), identificación de *Staphylococcus aureus* y antibiograma por el método de Kirby-Bauer. **Resultados:** se detectó la presencia de *Staphylococcus aureus* en el 66,2% de las muestras y 4,6% resultaron positivas para *Listeria* sp. No hubo presencia de antibióticos, peróxidos y almidones. Se evidenciaron muestras positivas para cloruros y neutralizantes, además se determinó que por cada kilogramo de leche se obtiene 30, 25 y 84 g de proteína, caseína y sólidos no grasos (SNG), respectivamente; donde la caseína representó el 83% de la proteína. Para el caso del RCS/ml se encontraron valores superiores a un millón de RCS/ml. **Conclusiones:** para el caso estudiado la calidad composicional, sanitaria y microbiológica de la leche cruda en el segundo tercio de lactancia en vacas lecheras no es adecuada debido a que se obtuvieron valores que sobrepasan algunos lineamientos de la Norma Técnica Colombiana (NTC) 399 de 2002, en la cual se establece un conteo de mesófilos y de células somáticas (RCS/ml) máximo de 700.000/ml de leche cruda, a partir del cual se debe descartar el consumo de leche o su transformación.

**Palabras clave:** inocuidad alimentaria, *Staphylococcus aureus*, mastitis subclínica, salud pública.

#### ABSTRACT

**Introduction:** One of the most important parameters associated with the production of milk and its transformation, is to have adequate hygienic-sanitary conditions in terms of milk quality that allow improving the conditions of the producer and processing

<sup>1</sup> Departamento de Producción y Procesamiento Animal, Programa de Zootecnia, Universidad de Nariño. Pasto (Colombia).

companies, and therefore to provide food safety to the consumers, guaranteeing their well-being and health. **Objective:** Compositional, microbiological and sanitary characteristics of raw milk were evaluated during the second third of lactation in dairy cows. **Materials and methods:** Two milk samples were taken every 10 days from 7 dairy cows during their second third of lactation. Then the following tests were carried out: compositional analysis, adulterants, presence of antibiotics, somatic cell count (SCC/mL), identification of *Staphylococcus aureus* and antibiogram by the Kirby-Bauer method. **Results:** *Staphylococcus aureus* was evidenced in 66.2% of the samples, and 4.6% of them gave positive for *Listeria* sp. No traces of antibiotics, peroxides and starches were found. Positive samples were found for chlorides and neutralizers, and it was determined that for each kilogram of milk, 30, 25 and 84 grams of protein, casein and non-fatty solids (NFS) were obtained, with 83% of the protein formed by casein. In the case of SCC/mL, values higher than one million SCC/mL were found. **Conclusions:** The compositional, sanitary and microbiological quality of the studied raw milk in the second third of lactation in dairy cows was not adequate, because values found lied above the Colombian technical standard 399 of 2002, which establishes a maximum of mesophile and somatic cell count (SCC/ mL) of 700000/ml in raw milk, therefore not allowing its consumption and transformation.

**Keywords:** food safety, *Staphylococcus aureus*, subclinical mastitis, public health.

## INTRODUCCIÓN

Colombia es el cuarto país de Latinoamérica con mayor producción de leche, listado que encabezan Brasil y Argentina, con Bolivia y Panamá ubicadas en los últimos lugares (FAO-FEPALE 2012). El país cuenta con cuencas lecheras que están localizadas en el norte y oriente, en el departamento de Antioquia; en el sur, con el departamento de Nariño, y en el centro, en los departamentos de Boyacá y Cundinamarca. La cuenca lechera del sur del país está dividida en tres subcuencas que son la de Pupiales, conformada por Pupiales, Ipiales, Aldana y Carlosama; Guachucal, compuesta por Guachucal, Cumbal, Túquerres y Sapuyes; y Pasto, que abarca Pasto, Tangua, Yacuanquer y Buesaco. Entre las tres logran un volumen diario de 820.000 litros de leche, que representan el 5% de la producción nacional (Castrillón 2014).

El municipio de Sapuyes es una de las zonas de producción lechera más representativas en el territorio sur del departamento de Nariño debido ya que en este lugar la leche cruda es destinada principalmente a la industrialización de distintos derivados lácteos. Al respecto, se debe hacer énfasis en los parámetros de calidad y control de la leche cruda como son los parámetros composicionales, microbiológicos y sanitarios, con el fin de evitar problemas asociados a mastitis subclínica que es común en los hatos de ganado bovino lechero, debido a las malas prácticas de ordeño por parte de los operarios o campesinos dedicados a este tipo de producción pecuaria, y que según la Resolución 000017 de 2012 que establece el sistema de pago de la leche cruda y la cual determina que pago o bonificación depende de la calidad de la leche cruda (MADR 2012).

Para producir leche y productos lácteos inocuos la manipulación, el almacenamiento y el transporte adecuados son fundamentales, ya que el contacto con equipos en condiciones insalubres o con sustancias extrañas es una de las causas de contaminación de la leche. Es sabido además que temperaturas indebidas incrementan la carga microbiana de la leche; al respecto, en la mayoría de los países se recomienda una temperatura de conservación de la leche de 4°C como la más eficaz para controlar el crecimiento bacteriano. Por el contrario, una temperatura inferior a los 3°C puede generar fenómenos de congelación que deben ser evitados, ya que pueden alterar su calidad y composición (FAO-OMS 2004). Además de esto, los microorganismos pueden contaminar la leche por dos vías principales: la vía mamaria y la vía externa, de esta forma, los microorganismos que pueden estar en la ubre contaminan la leche antes o después del ordeño. Así, las bacterias alcanzan la leche por medio de las vías mamarias ascendente y descendente, por la vía ascendente lo hacen bacterias como *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus* y Coliformes, que se adhieren a la piel de la ubre y posterior al ordeño entran al esfinter del pezón (Celis y Juárez 2009).

Diversas investigaciones han señalado que altos recuentos de células somáticas (RCS/ml) son responsables de alteraciones en la composición de la leche, afectando de manera negativa la calidad y rendimiento de los productos lácteos (Vásquez *et al.* 2014). Ahora bien, cuando existe mastitis subclínica los cambios en la ubre o en la leche son imperceptibles y solo se detectan mediante la *California Mastitis Test* (CMT), con la que se pueden identificar alteraciones en la composición de la leche y la presencia de factores inflamatorios, o

por la reducción en la producción de leche. Ya que este tipo de mastitis no suele detectarse a tiempo, es importante realizar con frecuencia el conteo de células somáticas mediante técnicas de laboratorio y realizar un cultivo bacteriológico; de lo contrario, el impacto económico será mayor por la reducción en la producción y el aumento de células somáticas en la leche (Mera *et al.* 2017).

Por lo anterior, en los procesos de transformación industrial de la leche es de vital la importancia la exigencia de protocolos que busquen la inocuidad alimentaria, que integra acciones encaminadas a garantizar mayor calidad sanitaria. Las políticas y actividades que siguen este fin deberán de abarcar desde la producción al consumo, asegurando de tal manera el alimento (González 2013). De esta manera, el objetivo principal de esta investigación fue evaluar la calidad composicional, microbiológica y sanitaria de la leche cruda bovina durante todo el segundo tercio de lactancia en vacas lecheras en el municipio de Sapuyes, Nariño (Colombia).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en la Granja Lechera Chimangual, propiedad de la Universidad de Nariño, ubicada en la vereda Verbena del Municipio de Sapuyes, a 20 km del municipio de Túquerres vía a Tumaco, a una altura de 3050 msnm, temperatura promedio de 11°C, precipitación de 800 mm al año y humedad relativa del 75%.

La muestra se determinó por conveniencia teniendo en cuenta el número de animales que se encontraron en segundo tercio de lactancia en el hato evaluado. Se utilizaron 7 vacas lecheras de las razas Holstein y Normando, las cuales se muestrea-

ron cada 10 días siguiendo el instructivo INT/CL/010 para toma de muestras de leche cruda (Agrocalidad 2015), para un total de 70 muestras durante el segundo tercio de lactancia. Posteriormente, las muestras fueron llevadas al laboratorio del Grupo de Investigación FISE-Probiotec y al Laboratorio de Diagnóstico Veterinario y Microbiológico de la Universidad de Nariño para su respectivo análisis.

El procedimiento fue el siguiente: inicialmente se realizó la prueba *California Mastitis Test* (CMT) bajo los criterios establecidos para la identificación de mastitis clínica o subclínica, conocidas como pruebas biológicas que permiten un diagnóstico inmediato de este tipo de afección frecuente en el hato. Posteriormente, se procedió a realizar el recuento de células somáticas (RCS/ml) de acuerdo a lo establecido en el protocolo de la prueba PortaSCC® para leche de vaca, evaluando así la cantidad de células somáticas presentes en la leche del animal que puede ser un indicativo de la presencia de mastitis subclínica, este recuento se realizó con el lector digital portátil marca Portacheck.

Para el análisis composicional de la leche cruda se usó el equipo Ekomilk Standard®, modelo Ekomilk M, fabricado por EON (Bulteh 2000 Ltd.)—Bulgaria, y se evaluaron parámetros como: grasa, sólidos no grasos, densidad y proteína. Para determinar el punto crioscópico se utilizó el equipo de medición Funke Gerber® (Figura 1). Por otra parte, se evaluó la identificación de adulterantes en base a procesos como prueba de peróxidos, prueba de cloruros, prueba de neutralizantes y prueba de detección de harinas y almidones según protocolo de la casa comercial Centro Agro Lechero (CAL 2011).

Para determinar la acidez en leche se hizo uso de la metodología de titulación en

donde un volumen conocido de la muestra (9 ml), se tituló con una solución alcalina o básica de hidróxido de sodio 0.1N y con ayuda de un indicador (fenolftaleína al 1%), se obtiene un color rosa como resultado final del proceso (Negri 2005).

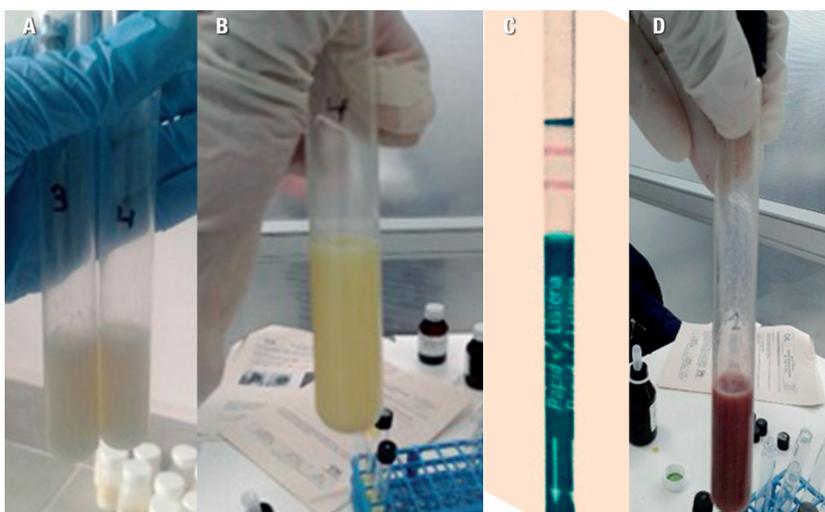
Para la identificación de *Staphylococcus aureus* se utilizó la prueba 3M Placas PetrifilmMR Staph Express®, la cual consiste en un medio de cultivo listo para ser empleado, que contiene un agente gelificante soluble en agua fría. El medio modificado cromogénico Baird-Parker en la placa es selectivo y diferencial para el *Staphylococcus aureus*; las colonias rojo-violeta en la placa son positivas para *S. aureus*, en este sentido, cuando solamente se aprecian colonias rojo-violeta, se cuentan las colonias y la prueba se habrá completado.

Por su parte, para la identificación de *Listeria* sp. primero se prepararon los medios de cultivo siguiendo el procedimiento descrito en la Guía de Uso Rapidcheck *Listeria*®, posteriormente, se agregaron 400µl del cultivo en tubos de plástico que luego se sumergieron en agua hirviendo a 100°C durante 15 minutos, paso seguido, se procedió a insertar las tiras reactivas con las flechas hacia abajo durante 10 minutos. La aparición de una línea roja (control) en la tira indica que el resultado es negativo, y la aparición de dos líneas rojas indica que el resultado es positivo (Figura 2).

A continuación, se evaluaron las variables cuantitativas número de parto (Núm. parto), producción (kg), densidad (g/cm<sup>3</sup>), punto crioscópico, adición de agua, acidez, grasa (kg), proteína (kg), caseína (kg), sólidos totales (kg), recuento de células somáticas (RCS/ml) y las variables cualitativas antibióticos, peróxido, cloruros, almidón, neutralizantes, presencia de *Listeria* sp. y *Staphylococcus aureus*.



**FIGURA 1.** A: prueba CMT, B: recolección de muestras, C: lector digital Recuento de Células Somáticas, D: analizador de leche Ekomilk, E: prueba negativa para antibióticos, F: prueba negativa para peróxidos.



**FIGURA 2.** A: prueba negativa para almidones, B: prueba positiva para cloruros, C: prueba positiva para listeria, D: prueba para neutralizantes.

Para la producción, registrada en litros en la granja, se usó la densidad para ajustarla a kg:

$$\text{kg leche} = \text{densidad} \cdot \text{volumen (l)}$$

Los valores de grasa, proteína, sólidos no grasos y caseína se transformaron a

kg mediante la fórmula propuesta en la resolución 000017 de 2012 del MADR (2012); dado que esta fórmula se expresa en gramos, su valor se dividió entre mil para obtenerlo en kg, posteriormente, este valor fue multiplicado por la producción para

obtener la cantidad total de kg obtenidos (producción/día).

Valor g = Valor % · densidad de la leche · 10

La variable recuento de células somáticas (RCS) fue transformada a puntuación de células somáticas, con el fin de tener una mejor interpretación de la variable, mediante la fórmula:

$$SCC = ((\log 2 (RCS)/100000)+3$$

Para el análisis estadístico la información se evaluó mediante estadística descriptiva. Las variables cuantitativas se relacionaron mediante correlación de Pearson, para ello, las variables fueron estandarizadas con el fin de obtener una misma escala. A partir de la matriz de correlación se creó un heatmap (mapa de calor) con su dendrograma, las agrupaciones de este último se crearon con la distancia euclidiana mediante el paquete Pheatmap versión 1.3.4 (2009) del programa estadístico R® versión 3.4.4 (2015). Las variables con mayor correlación se evaluaron mediante regresión lineal simple.

## RESULTADOS

Los resultados de las variables cuantitativas evaluadas, incluyendo el RCS/ml, se observan en la Tabla 1 y los resultados del análisis de correlación (heatmap) en la Figura 3. El dendrograma muestra un agrupamiento entre las variables número de parto (parto), grasa, producción, sólidos no grasos, proteína y caseína. De igual manera, se observó una relación entre las variables punto crioscópico y acidez. Además, se observa una correlación negativa de estas dos últimas variables con el primer agrupamiento.

Así pues, la relación es más fuerte entre las variables producción, SNG, proteína y caseína, con correlaciones superiores al 0,84 ( $p < 0,05$ ). La grasa y el número de parto hacen parte de este grupo, pero su relación con las demás es menor con correlaciones que oscilan entre los 0,2 a 0,4.

Por su parte, las variables que presentaron correlación superior a 0,7 fueron evaluadas mediante un modelo de regresión simple para evidenciar su comportamiento; los resultados se pueden observar en la Tabla 2 y Figura 4.

Se observó que por cada kilogramo de leche se obtuvieron 30, 25 y 84 g de proteína, caseína y SNG, respectivamente. De igual manera, la caseína representó el 83% de la proteína.

El análisis de las variables cualitativas se puede observar en la Figura 5, se encontró que, en las variables antibiótico, peróxido y almidón todas las muestras fueron negativas. Mientras que las otras variables presentaron muestras positivas de diferentes grados en el análisis de *Staphylococcus aureus* (Figura 6).

## DISCUSIÓN

La composición de la leche varía considerablemente teniendo en cuenta factores tales como la raza, la genética, el estado de lactancia, el número de partos, la alimentación, la época del año, la actividad del animal, y también el número de ordeños. Teniendo en cuenta lo anterior, existen relaciones entre los componentes que son muy estables y que son utilizadas para indicar si existe alguna adulteración en la composición de la leche (Wattiaux 2014).

El decreto 616 de 2006 (MinSalud 2006) establece valores mínimos para las siguientes características de la leche cruda: grasa, 3% y punto crioscópico, un valor

**TABLA 1.** Análisis descriptivo de las variables cuantitativas.

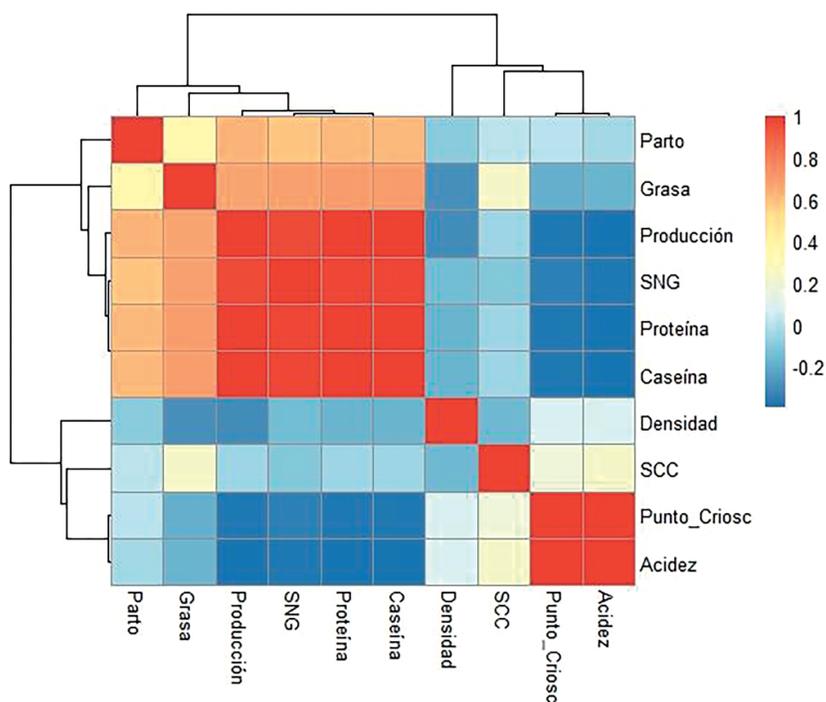
	Mínimo	Máximo	Media	DS	
	Estadística	Estadística	Estadística	EE	Estadística
<b>N parto</b>	1,0	8,0	4,185	,3131	2,5242
<b>Producción</b>	9,8283	31,826	21,223	,9016	7,2686
<b>Grasa (kg)</b>	0,1138	1,598	0,614	,0427	,3442
<b>SNG (kg)</b>	0,8648	2,901	1,839	,0793	,6390
<b>Densidad</b>	1,0278	1,039	1,031	,0002	,0019
<b>P. crioscópico</b>	-1,0000	-0,502	-0,798	,0299	,2410
<b>Proteína (kg)</b>	0,2971	0,998	0,638	,0270	,2176
<b>SCS</b>	1,1635	6,472	2,805	,1713	1,3811
<b>Acidez</b>	0,0000	0,210	0,069	,0104	,0837
<b>Caseína (kg)</b>	0,2466	0,829	0,530	,0224	,1806
<b>Grasa (%)</b>	1,1200	8,630	2,743	,1471	1,1863
<b>SNG (%)</b>	3,9300	11,600	8,445	,0928	,7482
<b>Agua adicionada</b>	0,0000	2,000	0,031	,0308	,2481
<b>Proteína (%)</b>	2,6300	4,130	2,926	,0232	,1873
<b>RCS/ml</b>	28000	1110000	158892	28019	225899
<b>Caseína (%)</b>	2,1829	3,428	2,428	,0193	,1554

EE: error estándar, DS: desviación estándar, **N parto**: número de parto, **SNG**: sólidos no grasos, **P. crioscópico**: punto crioscópico, **SCS**: puntuación células somáticas, **RCS**: recuento células somáticas.

mínimo de -0,550 y máximo de -0,530. Comparando con los valores obtenidos se puede decir que la media estadística obtenida de la grasa es de 2,743%, el cual es un valor cercano al establecido en el decreto. En lo que se refiere al punto crioscópico, dos de los factores que lo alteran son la acidificación por procesos de fermentación y la adición de agua que altera el punto crioscópico haciendo que se acerque a 0°C (Mercado *et al.* 2014).

Por otra parte, la calidad nutricional de la leche no se ve afectada por el número de células somáticas en sí, ya que estas células son importantes como indicadores

de diferentes procesos que pueden ocurrir en el tejido mamario; no obstante, si se encuentran en cantidades mayores de medio millón por mililitro puede ser indicador de la presencia de mastitis subclínica (Cerón *et al.* 2007). En este sentido, cuando los microorganismos entran en la ubre los mecanismos de defensa envían grandes cantidades de leucocitos para intentar destruir las bacterias; si la infección es eliminada el recuento de células vuelve a su normalidad. Por el contrario, si los leucocitos no logran destruir los microorganismos se crea una infección subclínica que a su vez produce un conteo elevado



**FIGURA 3.** Análisis de correlación (Heatmap).

**TABLA 2.** Ecuaciones de regresión para las variables con mayor correlación.

Pendiente	R2	Ecuación
Proteína	0,97	Proteína = 0,011 + 0,030 x Producción
Caseína	0,97	Caseína = 0,009 + 0,025 x Producción
SNG	0,91	SNG = 0,049 + 0,084 x Producción
Caseína	0,99	Caseína = 0,000000001 + 0,830 x proteína

de células somáticas. Un segundo factor que contribuye con el aumento del CCS son las lesiones en la ubre, ya que atrae a los leucocitos a la zona afectada; así, una elevada concentración de células somáticas en la leche cruda es indicador de que el animal, no solo puede estar infectado con mastitis, sino que además, brinda información indirecta sobre pérdidas en la producción, modificaciones bioquímicas de la leche, calidad de la leche para

su comercialización y también permite descartar animales del proceso productivo. Al respecto, la Norma Técnica Colombiana (NTC) 399 de 2002 (ICONTEC 2002), establece un conteo de mesófilos y de células somáticas (RCS/ml) máximo de 700.000/ml de leche cruda, a partir del cual se debe descartar el consumo de leche o su transformación, valor que fue sobrepasado en los resultados del presente estudio (Tabla 1).

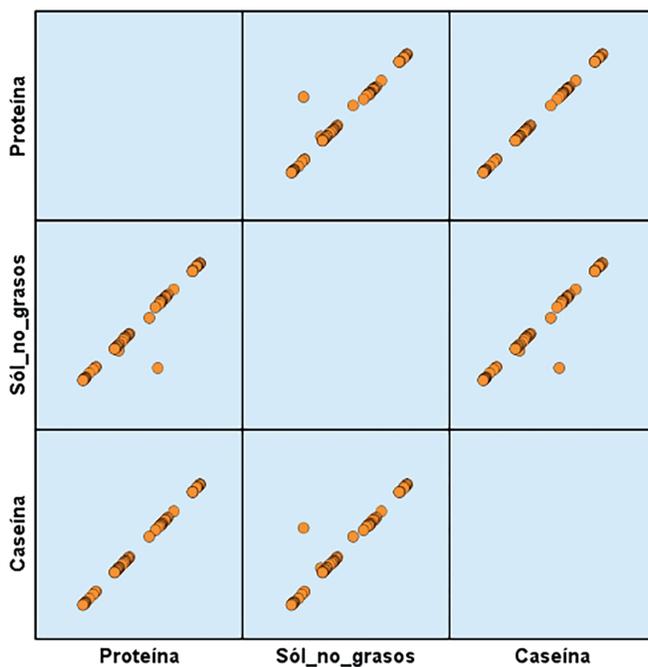


FIGURA 4. Diagrama de dispersión para las variables con mayor correlación.

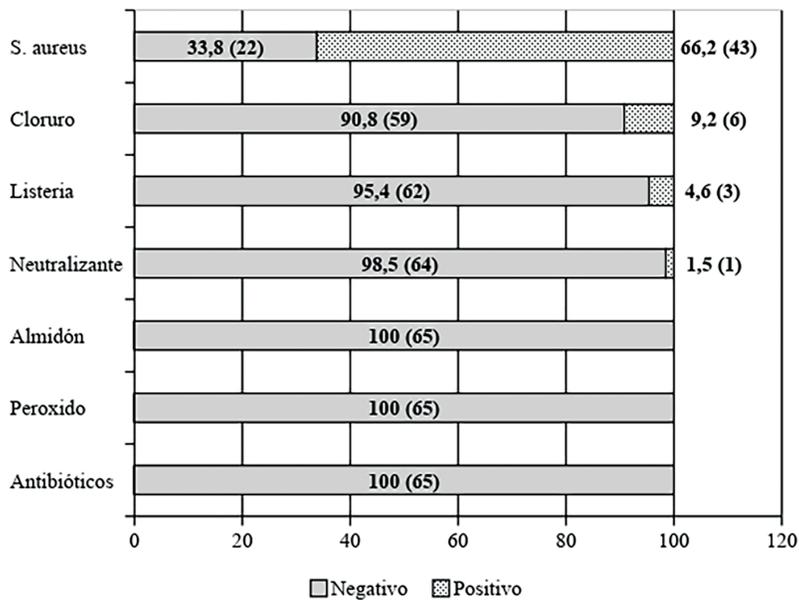


FIGURA 5. Distribución porcentual de las variables cualitativas.



**FIGURA 6.** Cultivos de *Staphylococcus aureus*.

Las células somáticas tienen dos funciones principales en la ubre, la primera, es combatir a los microorganismos infectantes mediante fagocitosis al envolverlos y destruirlos; la segunda, es intervenir en la reparación del tejido secretor que ha sido dañado por una infección o lesión. Es por ello que el RCS/ml es la medida más usada para evaluar el estado de salud de la ubre y puede constituirse en un indicador de la calidad de la leche cruda (Mariscal *et al.* 2014). No obstante, si bien la causa más importante del aumento del RCS/ml es una infección bacteriana de la glándula mamaria, existen otros factores no bacterianos que influyen como la etapa de lactancia, la edad, la estación, el intervalo entre ordeños y el estrés (Ramírez *et al.* 2011).

Entre las vacas muestreadas cabe resaltar que el mínimo número de lactancias fue de uno y el máximo de ocho, teniendo en cuenta esto, se sabe que estos animales presentaban una diferencia en edades significativa, sin embargo, todas se encontraban en su segundo tercio de lactancia y no presentaron problemas de salud durante el tiempo de muestreo. Es importante mencionar que el periodo de lluvias fue predominante durante el tiempo de muestreo, ya que todos los factores citados anteriormente de alguna u otra manera afectan los valores del RCS/mL.

Ahora bien, la normatividad establece que la leche cruda debe tener unos valores de 2,9% de proteína; 3,0% de grasa, y 11,30% de sólidos totales (MinSalud

2006). Contrastando esta información con los valores obtenidos en este estudio, se encontró una media estadística para estos parámetros con valores dentro de lo establecido en la normatividad colombiana. En este sentido, González *et al.* (2010) señalan que en la leche cruda existe una relativa uniformidad en su composición, sin embargo, los valores pueden variar dependiendo de las diferentes razas de las vacas y su alimentación.

Por otra parte, la calidad composicional de la leche cruda se evaluó mediante el contenido de grasa, proteína y sólidos totales, ya que son parámetros que determinan su valor nutritivo y aseguran su calidad como materia prima para posteriores transformaciones.

Para el caso de antibióticos, peróxidos y almidones, considerados como adulterantes adicionados en la leche por parte de los manipuladores del producto, no se encontró ningún tipo de alteración con adición de almidones o sustancias ajenas a su naturaleza; a su vez, la presencia de antibióticos fue negativa, puesto que los animales no se encontraban en ningún tratamiento durante la fase de lactancia. Por su parte, Chamorro *et al.* (2010) resaltaron que la leche es un producto altamente perecedero que debe ser enfriado a 4°C lo más rápidamente posible luego de su recolección. Las temperaturas extremas, la acidez (pH) o la contaminación por microorganismos pueden deteriorar su calidad rápidamente.

En cuanto al diagnóstico de *Listeria* sp., para las 70 muestras evaluadas se encontraron resultados positivos correspondientes al 4,6% de la totalidad de los datos, lo cual indica la presencia del microorganismo. En este sentido, es importante resaltar el problema de salud pública que este evento puede representar

en la transmisión de enfermedades al ser humano, en especial a personas vulnerables como niños, ancianos y mujeres en estado de embarazo; por tal razón, es vital considerar los factores que influyen en la transmisión de este patógeno, como los biológicos, químicos, ambientales, etc. Algunos de estos factores incluyen el manejo por parte de los operarios o personas a cargo de la producción lechera, también la presencia de la bacteria en los pastos, utensilios usados y en el ambiente en general, considerando además que este microorganismo puede resistir temperaturas superiores de hasta 3,5°C. Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, se podría deducir que la presencia de *Listeria* sp. puede ser consecuencia del contacto con diferentes agentes del entorno productivo (MinSalud 2011).

En cuanto a la presencia de *Staphylococcus aureus*, se encontró un importante porcentaje positivo del 66,2% para el número de muestras recolectadas durante el segundo tercio de lactancia; al respecto, cabe resaltar que esta bacteria patógena es uno de los principales microorganismos relacionados con la presencia de mastitis subclínica de tipo contagioso, que se asocia, en la mayoría de casos, a prácticas de ordeño inadecuadas dentro de la producción (Mendoza *et al.* 2017).

Ahora bien, es importante considerar que la mastitis puede definirse como la inflamación de las glándulas mamarias o la ubre del animal, lo cual ocasiona dolor y por ende, estrés en los animales que la contraen, lo cual repercute en la disminución de la producción y en la modificación de la apariencia y calidad de la leche, dado su mayor contenido de bacterias en relación a un animal sano. Esta enfermedad tiene como inicio la entrada de microorganismos patógenos de la parte externa del entorno al

interior de la ubre, a través de la cisterna del pezón o conducto glandular, posterior a ello, se van deteriorando los tejidos internos de la ubre, dependiendo del tiempo de duración de enfermedad, dando lugar a la formación de edemas inflamatorios, fibrosis, atrofia del tejido mamario y abscesos o gangrena en casos graves; en este último caso se puede presentar pérdida parcial o total de los cuartos mamarios (Núñez *et al.* 2008).

En este orden de ideas, *Staphylococcus aureus* es considerada como una de las bacterias patógenas de relevancia clínica, debido a que es causante de una toda una serie de infecciones; adicionalmente, es un microorganismo con la capacidad de adaptarse con rapidez a condiciones de presión selectiva del medio y cuya capacidad de propagación es acelerada, además, se expande rápidamente en el huésped dada la extensa variedad de factores de virulencia que expresa, lo cual afecta seriamente a la población animal, causando lesiones o problemas de salud a nivel mamario y en casos complejos, a nivel intramamario (Gordon y Lowy 2008). Adicionalmente, el contagio con *Staphylococcus aureus* puede causar infecciones de la piel y en algunos casos neumonía, endocarditis y osteomielitis. Así mismo, se lo asocia generalmente con la formación de abscesos y algunas cepas elaboran toxinas que causan gastroenteritis, síndrome de la piel escaldada y síndrome de shock tóxico (Todd 2005).

De esta manera, es importante tener en cuenta puntos claves como el manejo zootécnico y nutricional de los animales, la limpieza y desinfección de los utensilios y el lugar donde se realiza el ordeño, mejorar estructuras, establos, limpieza y desinfección de los pezones de los animales (González *et al.* 2010). Además, es fundamental que los operarios mantengan

la asepsia a la hora de realizar el ordeño haciendo uso de todos los implementos propuestos por las Buenas Prácticas de Ordeño (BPO), todo esto con el fin de obtener un producto de calidad tanto a nivel composicional, microbiológico y sanitario, reduciendo así el riesgo de transmisión de agentes causantes de enfermedades.

## CONCLUSIONES

En el presente estudio el RCS presentó un valor mínimo de 28.000 RCS/ml y un máximo de 1.110.000 RCS/ml, con una media estadística de 158.892 RCS/ml; por lo tanto, ya que la NTC 399 de 2002 establece un conteo de mesófilos y de células somáticas (RCS/ml) máximo de 700.000/ml de leche cruda, a partir del cual se debe descartar el consumo de leche o su transformación, se concluye que para el caso estudiado la calidad composicional, sanitaria y microbiológica de la leche cruda en el segundo tercio de lactancia en vacas lecheras no es adecuada.

En este estudio se encontró un valor negativo del 100% en antibióticos para todas las muestras, es decir que no se encontró ningún residuo de antibióticos que pueda alterar la calidad de la leche.

Se evidenció en el estudio que las muestras de leche cruda presentaron valores máximos para proteína de 4,13%; de 3,4% para caseína, y una media para grasa de 2,926%.

Es importante incluir en el proceso productivo las Buenas Prácticas Ganaderas (BPG) y las Buenas Prácticas de Ordeño (BPO), para evitar inconvenientes con la contaminación de *Staphylococcus aureus* y *Listeria* sp, los cuales son microorganismos patógenos que modifican la calidad de la leche e influyen en la alteración de la salud del consumidor.

## REFERENCIAS

- [Agrocalidad] Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro. 2015. Instructivo para la toma de muestra de leche cruda [Internet]. Quito (EC): Laboratorio de Control de Calidad de Leche, Agrocalidad; [consultado 2018 oct. 20]. Disponible en: <https://bit.ly/2VL4r6C>.
- [CAL] Centro Agro Lechero [Internet]. 2011. Bogotá (CO): Centro Agrolechero Group SAS; [citado 2018 oct. 20]. Disponible en: <http://calgroup.com.co/>
- Castrillón D. 2014. Informe: cuencas lecheras, motores de la producción nacional [Internet]. Bogotá (CO): Contexto Ganadero; [citado 2018 ago. 8]. Disponible en: <https://bit.ly/2IUfqVr>.
- Celis M, Juárez D. 2009. Microbiología de la Leche [Internet]. Buenos Aires (Arg): Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional, Edutecne; [citado 2018 oct. 20]. Disponible en: <https://bit.ly/2J8FsUc>.
- Cerón M, Agudelo E, Maldonado J. 2007. Relación entre el recuento de células somáticas individual o en tanque de leche y la prueba CMT en dos fincas lecheras del departamento de Antioquia (Colombia). *Rev Col Cienc Pecu.* 20(4): 472 - 483.
- Chamorro J, Lopez E, Astaiza J, Benavides C, Hidalgo A. 2010. Determinación de la calidad composicional y de residuos antibióticos betalactámicos en leche cruda expendida en el sector urbano del Municipio de Ipiales. *Uni Salud.* 12(1): 89-101.
- FAO-FEPALE. 2012. Situación de la Lechería en América Latina y el Caribe en 2011. Informe producido en el ámbito del Observatorio de la cadena láctea de América Latina y el Caribe [Internet]. Chile: FAO/FEPALE; [citado 2018 oct. 20]. Disponible en: <https://bit.ly/2VcSJ5e>.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, [OMS] Organización Mundial de la Salud. . 2004. CAC/RCP 57-2004: Código de prácticas de higiene para la leche y los productos lácteos [Internet]. En: Codex Alimentarius - Leche y productos lácteos. 2° ed. Roma (IT): FAO / OMS; [citado 2018 oct. 20]. p. 191-239. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i2085s.pdf>.
- González G, Molina B, Coca R. 2010. Calidad de la leche cruda. Primer Foro sobre Ganadería Lechera de la Zona Alta de Veracruz [Internet]. Veracruz (MX): Universidad Veracruzana; [citado 2018 Ag. 9]. Disponible en: <https://bit.ly/2KeUR7M>.
- González MA. 2013. La inocuidad en el Plan Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional: análisis orientado a la valoración del concepto. *Diaeta.* 31(145): 15-21.
- Gordon R, Lowy F. 2008. Pathogenesis of Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* Infection. *Clinical Infectious Diseases.* 46: S350-S359. Doi: <https://doi.org/10.1086/533591>.
- [ICONTEC] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. 2002. Norma Técnica Colombiana 399: Productos Lácteos. Leche Cruda [Internet]. Bogotá (CO): Icontect; [consultado 2018 oct. 20]. Disponible en: <https://bit.ly/2DF6G1h>.
- [MADR] Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2012. Resolución 000017 de 2012: por la cual se establece el sistema de pago de la leche cruda al proveedor [Internet]. Bogotá (CO): Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, República de Colombia; [citado 2018 ago. 8]. Disponible en: <https://bit.ly/2pCw6Up>.
- Mariscal P, Anderson Z, Gutiérrez M. 2014. Concentración de células somáticas en leche cruda de vaca en mercados de abasto, Trinidad-Bolivia. *Agrociencias Amazonia.* 4: 19-27.
- Mendoza JA, Vera YA, Peña LC. 2017. Prevalencia de mastitis subclínica, microorganismos asociados y factores de riesgo identificados en hatos de la provincia de Pamplona, Norte de Santander. *Rev Med Vet Zoot.* 64(2): 11-24. Doi: <http://dx.doi.org/10.15446/rfmvz.v64n2.67209>.
- Mera R, Muñoz M, Artieda J, Ortiz P, González R, Vega V. 2017. Mastitis bovina y su repercusión en la calidad de la leche. *RedVet.* 18(11): 1-16.
- Mercado M, González V, Rodríguez D, Carrascal A. 2014. Perfil sanitario nacional de la leche cruda para consumo humano directo [Internet]. Bogotá (CO): Ministerio de Salud y Protección Social / FAO; [citado 2018 agosto 9]. Disponible en: <https://bit.ly/2F1CD2m>.
- [MinSalud] Ministerio de Salud y la Protección Social. 2011. Evaluación de Riesgos de *Listeria monocytogenes* en queso fresco en Colombia.

- Contrato 081 de 2010 [Internet]. Bogotá (CO): Ministerio de Salud y Protección Social / Instituto Nacional de Salud; [citado 2010 ago. 9]. Disponible en: <https://bit.ly/2VANufi>.
- [MinSalud] Ministerio de Salud y Protección Social. 2006. Decreto Numero 616 de 2006: por el cual se expide el Reglamento Técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercializa, expendi, importe o exporte en el país [Internet]. Bogotá (CO): Ministerio de Salud y Protección Social, República de Colombia; [consultado 2018 ago. 9]. Disponible en: <https://bit.ly/2SVNkL8>.
- Negri L. 2005. El pH y acidez de la leche [Internet]. En: Manual de Referencias Técnicas para el logro de leche de calidad. 2° ed. Buenos Aires (Arg): INTA; [citado 2018 ago. 8]. Disponible en: <https://bit.ly/2p8kLxn>.
- Núñez C, Morales E, Martínez J, Hernández L. 2008. Detección de mastitis bovina subclínica por micoplasmosis mediante ELISA indirecta y aislamiento. *Vet Méx.* 39(2): 161-171.
- Ramírez N, Correa G, Echeverry J. 2011. Efecto del intervalo entre ordeños sobre el recuento de células somáticas en vacas holstein en condiciones tropicales. *Rev Fac Nac Agron Med.* 64(1): 5909-5916.
- Todd JK. 2005. Staphylococcal Infections. *Pediatrics in Rev.* 26(12): 444-450.
- Vásquez JA, Novoa CF, Carulla JE. 2014. Efecto del recuento de células somáticas sobre la aptitud quesera de la leche y en la calidad fisicoquímica y sensorial del queso campesino. *Rev Med Vet Zoot.* 61(2): 171-185. Doi: <http://dx.doi.org/10.15446/rfmvz.v61n2.44680>.
- Wattiaux ME. 2014. Composición de la leche y valor nutricional [Internet]. Madison (WI): Instituto Babcock, Universidad de Wisconsin-Madison; [citado 2018 Ago. 8]. Disponible en: <https://bit.ly/2DQsarY>.

### Article citation:

Jurado-Gómez H, Muñoz-Domínguez L, Quitiaquez-Montenegro D, Fajardo-Argotí C, Insuasty-Santacruz E. 2019. Evaluación de la calidad composicional, microbiológica y sanitaria de la leche cruda en el segundo tercio de lactancia en vacas lecheras. [Evaluation of the compositional, microbiological and sanitary quality of raw milk in the second third of lactation in dairy cows]. 66(1): 53-66. Doi: 10.15446/rfmvz.v66n1.79402.