



Evaluación de la calidad de la leche cruda recibida en industrias lácteas de Manizales*

María Marcela Martínez Miranda**, Félix Octavio Díaz Arango***

Quality assessment of raw milk in dairy industries from Manizales

Avaliação da qualidade do leite cru recebido em indústrias leiteiras de Manizales

RESUMEN

Introducción. La calidad de la leche cruda es de gran importancia para la competitividad de la cadena láctea y se evalúa mediante parámetros microbiológicos y fisicoquímicos. **Objetivo.** Evaluar la calidad higiénica y composicional de la leche cruda recibida en industrias lácteas de Manizales. **Materiales y métodos.** Fueron analizadas 42 muestras de leche cruda provenientes de fincas proveedoras, mediante ensayos de laboratorio. **Resultados.** Se encontró

una acidez promedio de 0,16 % m/V, densidad de 1,031 (g/mL/20 °C), 3,44 % de proteína, 3,39 % de grasa y 12,86 % de sólidos totales; todos estos valores estuvieron dentro de los parámetros establecidos por la normativa. El valor promedio de aerobios mesófilos fue de $3,5 \times 10^6$ UFC/mL, con un 33,3 % de las muestras por encima del rango establecido por la resolución 017/2012; se halló una prevalencia de 24 % de *S. aureus*, 2,4 % de *Salmonella* spp., 7,1 % de *L. monocytogenes*, 33,3 % de *E. coli* O157:H7 y 1,5 % de *Brucella* spp. No se detectaron trazas de antibióticos.

*Artículo derivado de la investigación "Diseño de estrategias para el mejoramiento de la competitividad en la industria láctea de Manizales" código VIP 0757009. Financiado por la Universidad de Caldas, Instituciones gubernamentales y empresas del sector lácteo de Manizales y el Sistema de Gestión de la Inocuidad del Sector Lácteo de Caldas e Industrias lácteas de Manizales. Vigencia: Enero de 2012 a diciembre de 2013. ** Bacterióloga y Laboratorista Clínico. Magíster en Microbiología. Profesor Asistente. Departamento de Ingeniería. Universidad de Caldas. *** Ingeniero de Alimentos. Magíster en Inocuidad Alimentaria. Profesor Asociado Departamento de Ingeniería. Universidad de Caldas.

Conclusiones. En general, la leche cruda recibida en industrias lácteas de Manizales tuvo una calidad estándar en cuanto a sus propiedades higiénicas y composicionales. Sin embargo, hay que tener en cuenta el considerable porcentaje de muestras con altos recuentos de aerobios mesófilos, así como la presencia de patógenos que podrían afectar la calidad

higiénica de la leche cruda y generar problemas durante la elaboración de derivados lácteos, deducciones en el precio pagado al productor y riesgos potenciales para la salud de los consumidores.

Palabras clave: control de calidad, análisis fisicoquímico, análisis microbiológico, legislación.

ABSTRACT

Introduction. The quality of raw milk is very important for the competitiveness of the dairy production chain and it is assessed with microbiological and physical-chemical parameters. **Objective.** To evaluate the hygienic and compositional quality of raw milk from dairy industries located in Manizales. **Materials and methods.** 42 samples of raw milk supplied by several farms were analyzed, by means of laboratory tests. **Results.** An average acidity of 0,16 %m/V, plus 1,031 (g/mL/20 °C) of density, 3,44 % of protein, 3,39 % of fat and 12,86 % of total solids were found. All of these values were within those established by the regulations. The average value of mesophilic aerobics was $3,5 \times 10^6$ UFC/mL, with 33% of the samples above the ratio established by

resolution 017/2012; Prevalences of 24 % *S. aureus*, 2,4 % de *Salmonella* spp., 7,1 % de *L. monocytogenes*, 33,3 % de *E. coli* 0157:H7 y 1,5 % de *Brucella* spp were also found. No traces of antibiotics were detected.

Conclusions. In general, the raw milk from dairy industries in Manizales had a standard quality, in terms of its hygienic and compositional properties. However, the considerable percentage of samples with high numbers of mesophilic aerobics and the presence of pathogens that can affect the hygienic quality of raw milk and bring problems for the elaboration of dairy products, reduction of the price paid to producers and potential risks for the consumers' health.

Key words: quality control, physical-chemical analysis, microbiologic analysis, laws.

RESUMO

Introdução. A qualidade do leite cru é de grande importância para a competitividade da cadeia leiteira e se avalia mediante parâmetros microbiológicos e físico-químicos. **Objetivo.** Avaliar a qualidade higiénica e composicional do leite cru recebido em indústrias leiteiras de Manizales. **Materiais e métodos.** Foram analisadas 42 amostras de leite cru provenientes de sítios fornecedores, mediante ensaios de laboratório. **Resultados.** Se encontrou uma acidez média de 0,16 % m/V, densidade de 1,031 (g/mL/20 °C), 3,44 % de proteína, 3,39 % de gordura e 12,86 % de sólidos totais; todos estes valores estiveram dentro dos parâmetros estabelecidos pela normativa. O valor médio de aeróbios mesófilos foi de $3,5 \times 10^6$ UFC/mL, com um 33,3 % das amostras por encima da faixa estabelecida pela resolução 017/2012;

se encontrou uma prevalência de 24 % de *S. aureus*, 2,4 % de *Salmonella* spp., 7,1 % de *L. monocytogenes*, 33,3 % de *E. coli* 0157:H7 e 1,5 % de *Brucella* spp. Não se detectaram indícios de antibióticos. **Conclusões.** Em geral, o leite cru recebido em indústrias leiteiras de Manizales teve uma qualidade padrão em quanto a suas propriedades higiénicas e composicionais. Porém, há que ter em conta a considerável porcentagem de amostras com altos índices de aeróbios mesófilos, assim como a presença de patógenos que poderiam afetar a qualidade higiénica do leite cru e gerar problemas durante a elaboração de derivados leiteiros, deduções no preço pago ao produtor e riscos potenciales para a saúde dos consumidores.

Palavras chave: controle de qualidade, análise físico-químico, análise microbiológico, legislação.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la calidad constituye una ventaja competitiva fundamental para la industria láctea,

que viene buscando satisfacer las necesidades de los consumidores nacionales y las exigencias de los mercados externos (Piñeros y Téllez, 2005).

La calidad de la leche incluye propiedades composicionales, higiénicas y sanitarias de la misma. La calidad composicional está relacionada con el contenido de sólidos totales, sólidos no grasos, grasa y proteína que determina su valor nutricional y su aptitud como materia prima para el procesamiento de derivados lácteos (Piñeros y Tellez, 2005), además de las propiedades fisicoquímicas como densidad, acidez, pH e índice crioscópico (Calderón, Rodríguez y Vélez, 2007). La calidad higiénica establece patrones de carga microbiana, presencia de patógenos, residuos de antibióticos y medicamentos (Calderón, García, y Martínez, 2006) y microorganismos patógenos presentes en la leche (Piñeros y Tellez, 2005). La calidad sanitaria está referida al recuento de células somáticas que constituyen un parámetro de gran valor diagnóstico para establecer el nivel sanitario de la glándula mamaria de un animal o un rebaño (Contreras, 1992).

El mercado de leche cruda en Colombia es regulado en el Decreto 616 del 2006 y en la Resolución 2674 del 2013 que consideran que este producto es uno de los de mayor impacto en la salud pública por ser un alimento de alto riesgo, debido a que su calidad e inocuidad se pueden ver comprometidas desde el ordeño hasta la llegada al consumidor final por peligros biológicos y químicos (MADR, 2006; MSPS, 2013). La Resolución 017 de 2012 establece que para considerar la leche como calidad higiénica estándar, el recuento total de bacterias debe estar entre 175.000 y 200.000 UFC/mL (MADR, 2012). Además, establece que la calidad composicional será calculada con base en los promedios anuales de proteína, grasa y sólidos totales que son actualizados por ANALAC. La última actualización de calidad composicional promedio fue hecha en 2013 y establece los porcentajes mínimos de proteína (3,09 %), grasa (3,64 %) y sólidos totales (12,05 %) (ANALAC, 2013).

El sector lácteo de Manizales ha presentado una problemática en cuanto a la calidad e inocuidad de la leche cruda debido al inadecuado manejo del ganado lechero, el ordeño, el almacenamiento y conservación en el hato, la recolección, acopio

y transporte hasta la planta de transformación (Mazzeo, 2012). Dicha situación es crítica porque la industria láctea debe estar preparada para enfrentar las exigencias que establecen los mercados más abiertos y competitivos por la firma de acuerdos comerciales entre Colombia y diferentes países del mundo. Por tal razón, el objetivo del presente estudio fue realizar una evaluación de la calidad higiénica y composicional de la leche cruda recibida en industrias lácteas de Manizales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recolectaron 42 muestras de leche cruda en fincas proveedoras de cinco industrias lácteas de Manizales durante el año 2012. Estas muestras se tomaron en las cantinas de leche o en los vehículos cisterna de las industrias. Cada muestra de leche se tomó asepticamente y fue transportada al laboratorio en frascos herméticos estériles de 500 mL, dentro de neveras con gel refrigerante, conservándose a la temperatura de 4 °C hasta su análisis.

Análisis de laboratorio

La calidad composicional se evaluó mediante las pruebas fisicoquímicas de densidad por lactodensímetro a 15 °C (*Association of Official Analytical Chemists AOAC 925.23B*), pH a 20 °C, acidez (% m/v) por titulación con hidróxido de sodio 0,1 N (AOAC 16.023) e índice crioscópico (IC). Además, se evaluó el porcentaje de proteína (% proteína) por el método de Kjeldahl (AOAC 920.105), el porcentaje de grasa (% grasa) por el método de Gerber (AOAC 15.030) y el porcentaje de sólidos totales (% ST) por gravimetría (AOAC 92.523). El porcentaje de sólidos no grasos (% SNG) se obtuvo por diferencia entre % ST y % grasa.

La calidad higiénica fue evaluada mediante recuento de aerobios mesófilos (RAM) (*International Commission on Microbiological Specifications for Foods ICMSCF, 2000*), recuento de termodúricos, recuento de *S. aureus* (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, 2007), detección de *L. monocytogenes*

(AFNOR UNI 03/04-04/05), detección de *Salmonella* spp. (ICONTEC, 2007) y detección de *E. coli* O157:H7 (ICONTEC, 2001). También, se realizó la detección de *Brucella* spp. en medio selectivo suplementado con suero equino inactivado al 10 % (Oxoid®) y la detección de antibióticos mediante el juego de reactivos Twin Sensor (Biosolutions®) para beta-lactámicos, sulfonamidas y tetraciclinas.

Análisis estadístico

Se aplicó estadística descriptiva usando la herramienta de análisis de datos de Microsoft

Excel 2010®. Los resultados obtenidos se compararon con los valores de referencia establecidos en el Decreto 616 de 2006 (MADR, 2006), la Resolución 017 de 2012 (MADR, 2012) y la Asociación Nacional de Productores de Leche, (ANALAC).

RESULTADOS

En la tabla I se observan los resultados de la evaluación fisicoquímica y composicional de las muestras de leche cruda analizadas y los valores referencia establecidos por la normativa vigente.

Tabla I. Resultados fisicoquímicos y composicionales de la leche cruda recibida en industrias lácteas de Manizales

Parámetro	\bar{X}	DS	V	CV	VMáx	VMín	Decreto 616 Decreto 1880/
pH (20°C)	6,70	0,06	0,00	0,96	6,81	6,54	
Acidez (%m/V)	0,16	0,02	0,00	14,34	0,22	0,12	0,13 - 0,17
Densidad (g/mL/20°C)	1,031	0,003	0,000	0,284	1,048	1,029	1,030 – 1,033
Índice crioscópico (°C)	-0,591	0,011	0,000	-1,923	-0,555	-0,617	-0,530 a -0,510
Adición de agua	0	0	0		0	0	—
%SNG	9,44	0,52	0,27	5,48	12,00	8,48	8,30
%proteína	3,44	0,28	0,08	8,21	4,29	2,52	3,09
%grasa	3,39	0,51	3,39	14,98	4,34	1,68	3,64
%ST	12,86	0,65	0,43	5,09	14,42	11,00	12,05

\bar{X} =promedio; DS= Desviación estándar,V= Variación; CV= Coeficiente de variación;VMáx= Valor máximo;VMín= Valor mínimo.

Fuente: elaborado por los autores.

En la figura 1 se observa los resultados de la evaluación higiénica de las muestras de leche cruda analizadas tomando como referencia el recuento de aerobios mesófilos y su comparación

con el límite establecido por la Resolución 017 de 2012.

Los resultados de la detección de patógenos en la leche cruda analizada se muestran en la figura 2.



Figura 1. Distribución del RAM con respecto a la Resolución 017/2007

Fuente: elaborado por los autores.

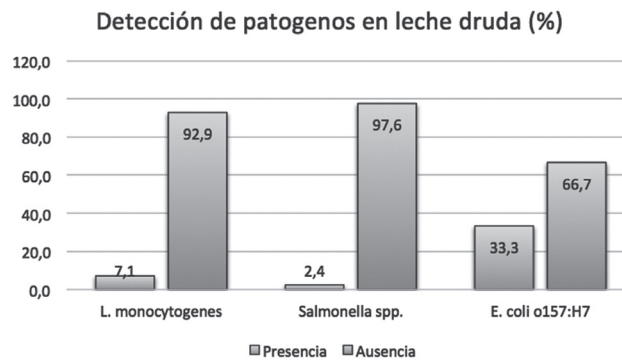


Figura 2. Detección de patógenos en muestras de leche cruda recibida en industrias lácteas de Manizales

Fuente: elaborado por los autores.

DISCUSIÓN

En cuanto a la evaluación fisicoquímica de la leche cruda, se encontró un pH de 6,7 y una acidez promedio de 0,16 %, lo cual está dentro de lo establecido por el Decreto 616 de 2006 (MSPS, 2006). Sin embargo, se observó un 39,4 % de leches acidificadas con valores por encima de 0,17 %. Esto puede deberse a la falta de refrigeración de la leche en la finca y al almacenamiento en recipientes no apropiados, factores que crean condiciones adecuadas para la proliferación bacteriana (González, Molina, y Coca, 2010). Se ha establecido que la inadecuada manipulación de la leche cruda y las malas prácticas de ordeño en la producción primaria, así como la carencia

o insuficiencia de enfriamiento de la leche cruda conducen al crecimiento microbiano en menor tiempo, poniendo en riesgo a la población que la consume (Ruegg, 2003). En un estudio de los factores que afectan el recuento de UFC en leche de tanque realizado en hatos lecheros del norte de Antioquia, se encontró que un punto crítico dentro de la rutina de ordeño fue el tiempo transcurrido desde el ordeño hasta la llegada al tanque, sin alcanzar la cadena de frío. Otro factor crítico fue el número de vacas, quizá porque esto estaría aumentando el tiempo que dura el ordeño; igualmente, la altitud, por su posible relación con la temperatura y la proliferación de bacterias (Ruiz-Cortés et. al., 2012).

Con respecto a la calidad composicional de la leche, se encontró que los promedios de % proteína (3,44 %), % grasa (3,39 %) y % ST (12,86 %) estuvieron por encima de lo establecido por el Decreto 616, lo cual indica una calidad estándar de las muestras analizadas (MSPS, 2006).

El % proteína promedio en las muestras analizadas (3,44 %) fue mayor al promedio (3,09 %) hallado por ANALAC en la región I durante el 2013 (ANALAC, 2013) y al reportado en otras regiones del país (3,32 %) con sistemas de producción de lechería especializada y doble propósito como la Faja Litoral, el Valle de Sinú, la Sabana de Bogotá y el Bajo Cauca (Calderón, García y Martínez, 2006). Por el contrario, fue menor al % proteína encontrado en leches analizadas en procesadoras de quesos en Montería (3,6 %) (Calderón, Rodríguez y Vélez, 2007) y Galeras, Sucre (3,57 %) (Botero, Vertel y Florez, 2012). El % de proteína en la leche puede variar entre 3,0 y 4,0 %, según la raza de la vaca y en relación con la cantidad de grasa. En el departamento de Caldas predominan los cruces entre razas Cebú/Pardo suizo y Cebú/Holstein (Mazzeo, 2012), las cuales tienen teóricamente un % proteína entre 3,32 % y 3,61 % (González, Molina y Coca, 2010). Por otro lado, a pesar de que no se obtuvo información sobre las pasturas y el tipo de nutrición del ganado en las fincas incluidas en este estudio, se sabe que la riqueza de proteínas en la leche también puede verse afectada por la dieta del animal, ya que esta desciende, por ejemplo, con un nivel muy bajo de carbohidratos o de proteína en la ración (Vásquez y González, 2006).

El % grasa promedio (3,39 %) estuvo por debajo del valor promedio reportado por ANALAC (3,64 %) y de los valores encontrados en estudios similares realizados en el trópico bajo y alto, donde los valores promedio variaban entre 3,44 % y 3,70 % (Calderón, Rodríguez y Vélez, 2007; Calderón, García y Martínez, 2006). La grasa es el componente más variable de la leche y es afectado por factores genéticos, fisiológicos y nutricionales (Calderón, García y Martínez, 2006). En el caso de Caldas, se

esperaría que las razas predominantes tengan un % grasa entre 3,40 % y 4,01 %, por lo que este factor es susceptible a intervención por parte del gremio ganadero para lograr aumentos en este componente. En este sentido, los antecedentes resaltan la posibilidad de controlar la concentración de materia grasa a través de la modificación del patrón fermentativo, por medio de diversos factores como: tipo y presentación del forraje, relación forraje-concentrado, nivel y frecuencia de alimentación, naturaleza química de los carbohidratos de rápida fermentación, entre otros (González, 2011).

De los anteriores, el factor que más interfiere en el % grasa es la concentración de la fibra en la dieta o la relación forraje/concentrado. Así, cuanto mayor es la concentración de fibra, mayor es la de la grasa en la leche debido a la proporción de ácidos grasos volátiles producidos en el rumen (González, Molina y Coca, 2010). Por ejemplo, se ha sugerido que la relación más favorable para aumentar el contenido de grasa en la leche sería 40 % de forraje y 60 % de concentrado; sin embargo, esta relación puede variar según el tipo de forraje y concentrado utilizado, y según el plano de alimentación (Manterola, 2010).

Con respecto a la calidad higiénica, se encontró que el valor promedio de RAM fue de $3,5 \times 10^5$ UFC/mL, el cual se encuentra por encima del límite establecido por la Resolución 017/2012, que establece que leches con un recuento inferior a 200.000 UFC/mL son de calidad estándar (MADR, 2012). En la figura 1 se observa que el 66,7 % de las muestras cumplieron con lo establecido por la Resolución 017; sin embargo, un porcentaje significativo de las mismas (33,3 %) no cumple con el límite máximo, lo cual se traduciría en la aplicación de deducciones al precio pagado por cada litro de leche al proveedor y en la disminución de la calidad higiénica de la leche usada para elaborar productos lácteos. Estos resultados contrastan ligeramente con los hallados por Vásquez y colaboradores en un estudio realizado en 11 regiones colombianas, en el que se encontró que la mayoría (93,9 %) de las muestras de leche analizadas cumple con

los parámetros de la Resolución 017 (Vásquez, Loaiza y Olivera, 2012).

La causa de un alto RAM en la tercera parte de las muestras puede ser la contaminación bacteriana de los implementos usados en la obtención y almacenamiento de la leche, las ubres sucias o no higienizadas previo al ordeño y la no refrigeración rápida de la leche (Calderón, García y Martínez, 2006).

Con respecto al recuento de termodúricos, se consideran aceptables valores de 200 a 300 UFC/mL (Molineri, Neder, Calvino y Cavavesio, 2013). En el presente estudio se encontró que el 40,5 % de las muestras tenían recuentos ≥ 400 UFC/mL. Se ha establecido que altos recuentos de termodúricos son generalmente el resultado de una higiene inadecuada del equipo de ordeño o de realizar esta operación con ubres mojadas o cargadas de suciedad (Molineri, et al., 2013).

Para el caso del recuento de *S. aureus*, se encontró que el 24 % de las muestras tenían valores superiores a 1000 UFC/mL. Estos resultados difieren de los obtenidos por Vásquez y colaboradores, quienes hallaron entre un 64,70 % y 84,85 % de muestras analizadas con valores superiores a 1000 UFC/mL en la región del Alto Chicamocha (Boyacá) (Moreno, Rodríguez, Mendez, Osuna y Vargas, 2007). Se considera que este tipo de microorganismos proviene de la ubre y no son el resultado de contaminación externa. Su presencia en leche indica que están causando infecciones intramamarias en el hato. El número de patógenos aislados no guarda una correlación directa con el número de vacas infectadas dentro de un hato, sino que debe interpretarse en conjunto con otras pruebas como el recuento de células somáticas (Molineri, et al., 2013).

Con respecto a la detección de *Salmonella* spp. se encontró que solo el 2,4 % de las muestras tenía presencia de este patógeno. Dichos resultados son diferentes a los hallados por Calderón y Rodríguez en Paipa, Boyacá, quienes reportaron una presencia de *Salmonella* spp. en el 70 %

de proveedores de leche antes la capacitación en Buenas Prácticas de Ordeño (BPO) y 60 % después de la misma, demostrando que la capacitación no influyó en las condiciones de higiene en el ordeño (Neira y Silvertrini, 2006).

En cuanto a la detección de *L. monocytogenes*, el 7,1 % de las muestras tenían presencia este patógeno. Estos resultados coinciden con los reportados por Carrascal y colaboradores, quienes encontraron una prevalencia del 3 % en leches comercializadas en Pamplona (Carrascal, Albarracín, y Sarmiento, 2007), y difieren de los obtenidos por Calderón y Rodríguez quienes detectaron una prevalencia de *L. monocytogenes* del 50 % en leche destinada a elaboración de queso, antes y después de capacitar a los manipuladores en BPO (Neira y Silvertrini, 2006). Se sugiere que la contaminación de la leche con *L. monocytogenes* puede estar dada por la alimentación de las vacas con ensilaje de mala calidad o a la presencia del patógeno en el ambiente del lugar del ordeño o sobre la superficie de los tanques de recepción (Moreno, et al., 2007).

Por otra parte, se encontró una alta incidencia de *E. coli* O157:H7 (33,3 %) en las muestras analizadas, resultados que difieren de los reportados por Flores Hernández en 2006 quien no encontró presencia de este patógeno en leche cruda de tanques de enfriamiento en vaquerías de Puerto Rico (Flores Hernández, 2006), y por Conedera y colaboradores quienes tampoco lo encontraron en derivados lácteos (Conedera et al., 2004). La baja detección de *E. coli* O157:H7 resulta poco probable teniendo en cuenta la alta prevalencia de este patógeno en los establecimiento de ordeño, pero podría deberse al factor de dilución que representa la mezcla en el tanque de almacenamiento y al efecto inhibitorio que tienen algunos componentes de la leche como el sistema peroxidasa sobre bacterias contaminantes, el cual resulta más efectivo cuando el inculo inicial y la temperatura son bajos (Conedera et al., 2004). En este sentido, la alta incidencia de *E. coli* O157:H7 en el presente estudio podría

explicarse por la falta de refrigeración de la leche, el almacenamiento en recipientes inadecuados y la alta carga microbiana inicial que se notó en el RAM (Mazzeo, 2012).

La contaminación de los alimentos se debe principalmente al contacto con las heces del ganado bovino, así que si la cepa O157:H7 se encuentra en el ganado lechero, el riesgo de que llegue a la leche aumenta (Rivas, et. al., 2006). Se considera entonces necesario establecer la aplicación de medidas de control y de manejo tendientes a evitar la transmisión de cepas entre animales, y la contaminación del ambiente. Entre estas medidas se debería considerar la higiene de los lugares en donde se encuentran los bovinos, evitar el contacto de animales de diferente edad, considerar el adecuado tratamiento de los efluentes de los hatos ganaderos y realizar una adecuada rutina de ordeño para disminuir la probabilidad de contaminación de la leche (Fernández y Padola, 2012).

Por otro lado, en este estudio se encontró que solo el 1,5 % de las muestras analizadas tenía presencia de *Brucella* spp., lo cual contrasta con lo hallado por Moreno y colaboradores quienes detectaron que el 15,79 % de los hatos ganaderos eran positivos para *Brucella* spp. debido al contacto de animales sanos con animales infectados, al ingreso a la finca de otros animales y/o al semen contaminado (Moreno, et al., 2007). La importancia de esta enfermedad radica en que ocasiona pérdidas importantes en la producción y reproducción del ganado lechero, lo cual genera barreras en el comercio nacional e internacional de animales y sus productos (Moreno, et al., 2007), y que afecta la salud de humanos, especialmente al grupo económicamente activo, causando fiebre elevada, escalofríos, sudación profusa de olor característico, cefalea, quebrantamiento general y artromialgias, lo cual impacta en la economía del país por los altos costos que representa el tratamiento de los enfermos (Navarro; Bustamante y Guillen, 2005)

Por último, ninguna de las muestras analizadas presentó residuos de antibióticos

(Betalactámicos, Sulfonamidas y Tetraciclinas), lo cual cumple con el Decreto 616 que establece que la leche cruda no debe tener residuos de antibióticos en niveles superiores a los límites máximos permisibles (MSPS, 2006).

CONCLUSIONES

Todos los parámetros fisicoquímicos y composicionales de las muestras de leche cruda analizadas cumplen con los requisitos establecidos por el Decreto 616 de 2006.

Sin embargo, al comparar los resultados composicionales con los promedios reportados por ANALAC, que son la base para el pago por calidad a los proveedores de leche en la región, se observó que el % grasa promedio está por debajo del valor esperado.

El 33,3 % de las muestras analizadas tenía un RAM \geq 200.000 UFC/mL, lo cual se traduciría en una disminución de la calidad higiénica de la leche y en deducciones el precio pagado por cada litro de leche.

De los patógenos analizados (Figura 2), se encontró presencia de *Salmonella* spp. (2,4 %), *L. monocytogenes* (7,1%) y *E. coli* O157:H7 (33,3 %), lo cual está relacionado con prácticas inadecuadas de producción, almacenamiento y transporte, y convierte a la leche cruda en un alimento que puede ser de alto riesgo para la salud pública de los consumidores.

Por otro lado, se encontró una incidencia muy baja de *Brucella* spp. (1,5 %) y ningún resultado positivo en la detección de residuos de antibióticos en las muestras de leche cruda analizadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANALAC-Asociación Nacional de productores de leche. (2013). *Tablas para pagos por calidad composicional y bonificaciones higiénicas Región I*. Recuperado de <http://analac.org/assets/tablasparapagoporcalidadcomposicionalybonificacioneshigienicasregionI.pdf>

- Botero, L.; Vertel, M., Flórez, L. y Medina, J. (2012). Calidad composicional e higiénico sanitaria de leche cruda entregada en época seca por productores de Galeras, Sucre. *Vitae*, 18(1), 314-316.
- Calderón, A. García, F. y Martínez, G. (2006). Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia. *Rev. MVZ Córdoba*, 11(1), 725-737.
- Calderón, A., Rodríguez, V. y Vélez, S. (2007). Evaluación de la calidad de leches en cuatro procesadoras de quesos en el municipio de Montería, Colombia. *Rev. MVZ Córdoba*, 12(1), 912-920.
- Carrascal, A., Albarracín, Y. y Sarmiento, P. (2007). Incidencia de *Listeria monocytogenes* en leche de vaca expandida en el municipio de Pamplona, Colombia. *Bistua*, 5(2), 49-57.
- Conedera, G., Dalvit, P., Martín, M., Galiero, G., Gramaglia, M., Goffredo, E., Loffredo, G., Morabito, S., Ottaviani, D., Paterlini, F., Pezzotti, G., Pisanu, M., Semprini, P., Caprioli, A. (2004). Verocytotoxin-producing *Escherichia coli* O157 in minced beef and dairy products. Italy. *Int J Food Microbiol*, 96, 67-73.
- Contreras, J. (1992). *Enfermedades de los bovinos*. Barquisimeto, Venezuela: Ediciones Impresos Apilit.
- Fernández, D. y Padola, N. (2012). *Escherichia coli* verocitotóxico: varias cuestiones... y los tambos también. *Revista Argentina de Microbiología*, 44, 312-323
- Flores Hernández, M. (2006). *Incidencia de los patógenos Escherichia coli O157:H7, Listeria monocytogenes y Salmonella spp. en leche cruda en los tanques de enfriamiento en vaquerías de Puerto Rico*. Mayagüez, Puerto Rico: Universidad de Puerto Rico.
- González, G. Molina, B. y Coca, R. (2010). *Calidad de la leche cruda*. Recuperado de http://www.uv.mx/apps/agronomia/foro_lechero/Bienvenida_files/CALIDADDELALECHECRUDA.pdf.
- González, H. (2011). Factores nutricionales que afectan la producción y composición de la leche. Recuperado de <http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/Material%20II/A%20archivos%20internet/Factor/Factor.pdf>
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2010). *Brucelosis Bovina. Prevención, diagnóstico y control*. Bogotá, Colombia: Producción Editorial.
- Recuperado de [http://www.ica.gov.co/Areas/Pecuaría/Servicios/Enfermedades-Animales/Brucelosis-Bovina-\(1\)/Brucelosis-Bovina4.aspx](http://www.ica.gov.co/Areas/Pecuaría/Servicios/Enfermedades-Animales/Brucelosis-Bovina-(1)/Brucelosis-Bovina4.aspx).
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2001). Norma Técnica Colombiana NTC 4899: Métodos para la detección de *Escherichia coli* O157. Bogotá: ICONTEC
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2007). Norma Técnica Colombiana NTC 4779: Método horizontal para el recuento de *Staphylococcus coagulasa positiva (Staphylococcus aureus y otras especies)*. Bogotá: ICONTEC
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2007). Norma Técnica Colombiana NTC 4574: Método horizontal para la detección de *Salmonella spp.* Bogotá: ICONTEC
- International Commission on Microbiological Specifications for Foods. (2000). *Microorganismos de los Alimentos, Volumen 1: Su significado y métodos de enumeración*. 2.ª ed. Zaragoza, España: Acibia S.A.
- Mazzeo Meneses, M.H. (2012). *Diseño e implementación de sistema de gestión de inocuidad lácteo*. Madrid, España: Académica Española.
- MADR-Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2011). Decreto 1880 de 2011 "Por el cual se señalan los requisitos para la comercialización de leche cruda para consumo humano directo en el territorio nacional. Bogotá: Min. Agricultura y Desarrollo.
- MADR-Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2012). Resolución 000017: Por la cual se establece el sistema de pago de la Leche Cruda al Proveedor. Bogotá: Min. Agricultura y Desarrollo.
- MSPS-Ministerio de Salud y Protección Social. (2006). Decreto 616: 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, expendia, importe o exporte en el país. Bogotá: Min. Salud y Protección Social.
- MSPS-Ministerio de Salud y Protección Social. (2013). Resolución 2674 de 2013: Por la cual se reglamenta el artículo 126 del Decreto Ley 019 del 2012 y se dictan otras disposiciones. Bogotá: Min. Salud y Protección Social.

- Molineri, A., Neder, V., Calvino, L. y Cavavesio, V. (2013). *Análisis de leche de tanque frío del tambo para detectar problemas higiénico-sanitarios*. Recuperado de <http://www.lezgon.com/pdf/IB00000016/18%2019%20tec%20Laboratorio.pdf>.
- Manterola, H. (2010). *Manejo nutricional y composición de la leche. El desafío de incrementar los sólidos totales en la leche. Una necesidad de corto plazo*. Recuperado de www.uchile.cl/documentos/nutricion-del-rebano-lechero-para-la-produccion-de-solidos_58311_5.pdf+ycd=2yhl=esyct=clnkygl=co
- Moreno, F., Rodríguez, G., Méndez, V., Osuna, L. y Vargas, M. (2007). Análisis microbiológico y su relación con la calidad higiénica y sanitaria de la leche producida en la región del Alto Chicamocha (Departamento de Boyacá). *Revista de Medicina Veterinaria*, 14, 61-83.
- Navarro, A., Bustamante, J., Guillen, A. (2005). Estrategias de prevención y control de la brucelosis humana en el Perú. *Rev. Perú. Med. Exp. Salud Pública*, 22(2), 87-97.
- Neira, E. y Silvestrini, J. (2006). Análisis del proceso de ordeno y de la calidad higiénica de la leche utilizada en la fabricación del queso paipa en el municipio de Paipa (Boyacá), Colombia. *Revista de Investigación*, 6 (2), 163-170.
- Piñeros Gómez, G., Téllez Iregui, G. y Cubillos González, A. (2005). *La calidad como factor de competitividad en la cadena láctea. Caso: Cuenca lechera del Alto Chicamocha (Boyacá)*. Bogotá: Ediciones Hispanoamericanas Ltda.
- Rivas, M., Miliwebsky, E., Chinen, I., Deza, N. y Leotta, G. A. (2006). Epidemiología del Síndrome Urémico Hemolítico en Argentina. Diagnóstico del agente etiológico, reservorios y vías de transmisión. *Medicina*, 66(S III), 27-32.
- Ruegg, P. (2003). El papel de la higiene en el ordeño eficiente. *Novedades lácteas. Ordeño y calidad de leche No. 406*. Instituto Bancoc. Recuperado de http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/documents/productdownload/du_406.es_.pdf
- Ruiz-Cortés, T., Orozco, S., Rodríguez, L., Idárraga, J., y Olivera, M. (2012). Factores que afectan el recuento de UFC en la leche en tanque en hatos lecheros del norte de Antioquia-Colombia. *Rev. U.D.C.A Act. y Div. Cient.* 15(1): 147 – 155. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262012000100016yIng=enytIng=es.
- Vásquez, J., Loaiza, E. y Olivera, M. (2012). Calidad higiénica y sanitaria de leche cruda acopiada en diferentes regiones colombianas. *Orinoquia*, 16(2), 13-23. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=89626-049004>