

CALIDAD COMPOSICIONAL E HIGIÉNICA DE LA LECHE CRUDA RECIBIDA EN INDUSTRIAS LÁCTEAS DE SUCRE, COLOMBIA

COMPOSITIONAL AND HYGIENIC QUALITY OF RAW MILK RECEIVED IN DAIRIES IN SUCRE, COLOMBIA

QUALIDADE COMPOSICIONAL E HIGIÊNICO RECEBIDO EM LEITE CRU INDUSTRIAS LATICÍNIOS SUCRE, COLÔMBIA

MARÍA MARCELA MARTÍNEZ M.¹, CARLOS ALBERTO GÓMEZ S.²

RESUMEN

Se evaluó la calidad composicional e higiénica de la leche cruda recibida en industrias lecheras de Sucre. 179 muestras fueron evaluadas, en época de verano e invierno de 2008, mediante la determinación de densidad, acidez, alcoholimetría, porcentaje de grasa, proteína y sólidos totales, recuento de aerobios mesófilos, coliformes, coliformes fecales, Staphylococcus aureus y detección de Salmonella spp. Los datos fueron procesados en SPSS 15,0 con nivel de confianza del 95%. Se encontró alta acidez y alcoholimetría siendo mayor en verano. Sin embargo, el contenido de grasa, proteínas y sólidos totales indican una calidad composicional estándar, según lo establecido en el Decreto 616/2006. La calidad higiénica fue deficiente, mostrando altos recuentos de aerobios mesófilos, coliformes, coliformes fecales y S. aureus. Se estableció que existen diferencias significativas en los recuentos microbiológicos obtenidos en verano e invierno, siendo éstos mayores en verano. Así mismo, hubo presencia de Salmonella spp. en 4,4 y 1,8% de las muestras en verano e invierno, respectivamente. Se concluyó que existe una deficiente calidad higiénica de la leche relacionada con las condiciones inapropiadas de manipulación a través de la cadena productiva. Sin embargo, su calidad com-

Recibido para evaluación: 18/09/2013. **Aprobado para publicación:** 10/01/2014

1 Magister en Ciencias Microbiología. Universidad de Caldas. Facultad de Ingenierías. Grupo de Investigación en Cromatografía y Técnicas Afines (GICTA). Manizales. Colombia

2 Magister en Sistemas Integrados de Gestión HSEQ. Universidad de Sucre. Facultad de Ingenierías. Sincelejo. Colombia

Correspondencia: marcela.martinez@ucaldas.edu.co

posicional resultó ser estándar gracias a los porcentajes de grasa, sólidos totales y proteína.

ABSTRACT

The compositional and hygienic quality of raw milk received in dairies in Sucre was evaluated, Colombia. During the summer and winter of 2008, 179 samples were taken. The evaluation was done by determining density, acidity, and alcoholometry, percentage of fat, protein and total solids, mesophilic bacteria, coliforms, fecal coliforms, and Staphylococcus aureus counts and detection of Salmonella spp. The data were processed in SPSS 15.0 with a confidence level of 95%. High acidity and alcoholometry were found being higher in summer. However, the mean values of fat, protein and total solids indicated a standard compositional quality with values above the parameters established by 616/2006 Decree. The hygienic quality was poor, showing high aerobic mesophilic, coliforms, fecal coliforms, and S. aureus counts. Likewise, it was found significant differences in microbial counts from the two sampling periods, being higher in summer. It was founded the presence of Salmonella spp. at 4,4% and 1,8% of the samples in summer and winter, respectively. There was a poor hygienic quality of raw milk related to improper handling conditions through the production chain. However, the compositional quality of raw milk was found to be standard due to the percentages of fat, protein and total solids.

RESUMO

Foi avaliada a qualidade composicional e higiênica do leite cru recebido nas indústrias leiteiras de Sucre. Neste caso, 179 amostras foram testadas, na época de verão e inverno de 2008, através da determinação de densidade, acidez, alcoometria, percentagem de gordura, proteína e sólidos totais, contagem de aeróbios mesófilos, coliformes, coliformes fecais, Staphylococcus aureus e detecção de Salmonella spp. Os dados foram processados em SPSS 15,0 com um nível de confiança de 95%. Foi encontrada uma acidez elevada e alcoometria sendo maior em verão. No entanto, o conteúdo de gordura, de proteínas, e sólidos totais indicam padrão de qualidade composicional, tal como foi estabelecido no Decreto 616/2006. A qualidade higiênica foi deficiente, mostrando altas contagens de aeróbios mesófilos, coliformes, coliformes fecais e S. aureus. Foi estabelecido que existem diferenças significativas nas contagens microbiológicas obtidas no verão e inverno, sendo estas maiores no verão. Da mesma maneira, houve presença de Salmonella spp. em 4,4 e 1,8% das amostras feitas no verão e inverno, respectivamente. Concluiu-se assim, que a qualidade higiênica do leite é pobre, a causa das condições impróprias de manipulação através da cadeia de produção. No entanto, sua qualidade composicional, constitui-se padrão, pelas porcentagens de gordura, proteína e sólidos totais.

PALABRAS CLAVE:

Análisis Microbiológico, Análisis Físicoquímico, Control de Calidad, Legislación sobre alimentos.

KEYWORDS:

Microbiological Analysis, Physicochemical Analysis, Quality Control, Food Legislation.

PALAVRAS-CHAVE:

Análise Microbiológica, Análise Físico-Química, Controle de Qualidade, Legislação sobre alimentos.

INTRODUCCIÓN

La calidad de la leche puede separarse en dos grandes referentes; el composicional y el higiénico-sanitario. La calidad composicional está referida a los requisitos de "composición fisicoquímica" que debe cumplir la leche y se evalúa mediante la medición del contenido de sólidos totales, grasa y proteína, parámetros que determinan su valor nutricional y su aptitud como materia prima para el procesamiento de derivados lácteos [1]. Estos parámetros varían principalmente según el clima, raza, alimentación, estado de salud, edad y período de lactación del animal [2]. La calidad higiénica está relacionada con el contenido microbiano de la leche cruda, el cual se transfiere en buena medida a los productos que se elaboran a partir de ella y que inciden de manera representativa en la vida útil del producto terminado [3].

Estos aspectos influyen en la calidad comercial de la leche que se refiere al grado de cumplimiento de las necesidades y expectativas de las empresas lácteas y de los consumidores. En este sentido, resulta de gran importancia que la leche se mantenga refrigerada en todos los eslabones de la cadena láctea, ya que el almacenamiento inadecuado a temperaturas altas favorece el crecimiento bacteriano y la producción de enzimas proteolíticas y lipolíticas que afectan sus características organolépticas.

La normativa establece que la leche cruda debe tener unos valores de proteína de 2,9%, grasa de 3,0% y sólidos totales de 11,30%, respectivamente [4, 5]; y no deben superar las 700.000 ufc/mL de bacterias aerobias mesófilas para ser considerada de calidad estándar [5].

Actualmente, existe poca información sobre la calidad composicional e higiénica de la leche cruda producida y comercializada en la región, debido a que nunca se les ha exigido a los productores un nivel mínimo de calidad, a pesar de que la legislación colombiana así lo establece. En función de lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar la calidad composicional e higiénica de la leche cruda recibida en las industrias lácteas del departamento de Sucre, Colombia durante verano e invierno.

MÉTODO

El estudio es de tipo cualitativo descriptivo. Se realizó en las industrias lácteas ubicadas en los municipios

de Betulia, Buenavista, Corozal, Galeras, Los Palmitos, Majagual, Morroa, Sampués, San Marcos, San Onofre, Sincé y Sincelejo del departamento de Sucre.

Se tomaron 179 muestras de leche cruda en cantinas provenientes de cada ruta, 68 muestras en verano y 111 en invierno, en un periodo transcurrido entre febrero y junio de 2008. El muestreo fue aleatorio y completamente al azar. El número de muestras tomadas varió de acuerdo al número de cantinas que llegaba a la industria láctea, así: en rutas que recolectaban menos de 10 cantinas, se muestreó el 100%; mientras que en rutas que recolectaban más de 10 cantinas, se muestreó el 10% del total de éstas.

La evaluación composicional se hizo mediante pruebas de alcoholimetría, densidad con termolactodensímetro de Quevenne (AOAC 925.23B), acidez mediante titulación con NaOH 0,1N (AOAC 16.023), materia grasa por el Método de Gerber (AOAC 15.030), sólidos totales por el método de estufa modificado (AOAC 92.523) y porcentaje de proteínas por el método de Kjeldahl (AOAC 920.105). La evaluación higiénica se realizó en base a lo establecido por el INVIMA mediante el recuento de aerobios mesófilos por siembra en placa profunda en agar Plate Count (Merk), incubando a 35°C durante 48 horas; el recuento de coliformes y coliformes fecales por la técnica de número más probable (NMP), sembrado en caldo lactosado y Bilis-Verde Brillante (Merk), incubando a 35°C durante 24-48 horas para coliformes y a partir de los tubos positivos se enumeraron los coliformes fecales por la técnica del Test de MacKenzie. El recuento de *S. aureus* se hizo por siembra en agar Baird Parker (Merk), incubando a 35°C durante 48 horas con posterior siembra de las colonias típicas en caldo BHI y prueba de la coagulasa mezclando con plasma de conejo, y la detección de *Salmonella* spp. por enriquecimiento no selectivo en caldo peptona, enriquecimiento selectivo en caldo tetratronato y Rappaport (Merk) y siembra en agar XLD y/o agar BS (Merk). Por último, se confirmaron las colonias sospechosas de *Salmonella* spp. con las pruebas bioquímicas de la fermentación de azúcares en agar triple azúcar (Merk) y la descarboxilación de la lisina en agar lisina (Merk).

Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS 15,0 mediante el uso estadística NO paramétrica con las herramientas Mann-Whitney o Kruskal-Wallis, para establecer diferencias significativas en los promedios de dos muestras independientes o más, en remplazo de la prueba "t" de Student o el análisis de varianza (ANAVA), respectivamente.

RESULTADOS

Resultados composicionales

El cuadro 1 muestra los resultados composicionales de la leche cruda que se recibe en las industrias lecheras de Sucre por época de muestreo.

Se encontró que la leche cruda recibida en industrias lácteas de Sucre cumple con los parámetros establecidos por el Decreto 616 de 2006 [4] en cuanto a densidad, grasa, proteína y sólidos totales, aunque se encuentra por encima de los valores esperados para acidez y alcoholimetría. Conforme a los resultados de la prueba no paramétrica de Mann – Whitney, se estableció que existen diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) entre los resultados de densidad obtenidos en invierno y verano, siendo mayores en invierno, ya que dicha propiedad es directamente proporcional al aumento en los sólidos totales presentes en la leche [6].

En promedio, el porcentaje de grasa fue de 3,47% en verano y 3,56% en invierno, y estuvo por encima de lo establecido (3,0% m/v). En este sentido, un 92% de las muestras obtuvieron valores iguales o mayores a 3,0% m/v, lo cual podría ser debido a que las leches eran provenientes de ganado con cruces entre las razas cebuínas (Brahman, Gyr y Holstein) y *Bos Taurus* [7].

El porcentaje de grasa en la leche puede variar debido a factores como la raza, la gestación, lactancia, tipo de alimentación, ordeño, estado sanitario, estación del año, temperatura, edad del animal, tipo de ordeño y mantenimiento entre otros [2]. En este estudio, se estableció que no existen diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$) en invierno y verano. Esto

Cuadro 1. Resultados composicionales de la leche cruda en verano e invierno.

Parámetro	Verano \bar{X}	Invierno \bar{X}	Decreto 616/2006
Densidad (g/mL)	1,030	1,032	1,030 – 1,033
Acidez (%m/v)	0,26	0,2	0,13 – 0,17
Alcoholimetría positiva (%)	44	55	Negativa
Grasa (%m/v)	3,47	3,56	Mayor a 3,0
Proteína (%)	2,85	3,13	Mayor a 2,9
Sólidos totales (%m/m)	12,79	13,11	Mayor a 11,3

podría deberse básicamente a que la leche captada en verano en su mayoría proviene de zonas de Ciénaga, donde hay disponibilidad de pastos verdes y el ganado presenta menos estrés calórico generando una proporción de grasa similar que en invierno.

Los porcentajes de proteína en promedio fueron de 2,85% y 3,13% en verano e invierno, respectivamente, los cuales se encuentran alrededor del valor esperado (2,9%) [4]. Una vez más, la explicación a estos resultados es la producción de leche en Sucre a partir de razas cebuínas con cruces *Bos taurus* y *Bos Indicus* [7]. Las cebuínas son las que presentan menores volúmenes de producción, pero mejores valores en su composición química debido a la relación inversa que existe entre la producción y el porcentaje de los constituyentes por presentar un menor factor de dilución. Por otro lado, se estableció que existen diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) entre invierno y verano, y se encontró una mayor proporción de proteína en invierno debido quizás a que las pasturas son bastantes dinámicas y la proteína cambia estacionalmente con el estado de crecimiento y tipo de pasto [8].

Los valores promedio de sólidos totales fueron de 12,79 y 13,11% en verano e invierno, respectivamente, indicando una excelente calidad de la leche que se produce en Sucre, ya que éstos son mayores a 11,3% establecido por el Decreto 616 y a 12,2% como mínimo para clasificar la leche en esta categoría [9]. Esta tendencia también se puede explicar por la predominante presencia de razas cebuínas con cruces entre *Bos taurus* y *Bos Indicus* que, al tener un menor volumen de producción láctea, concentran más los sólidos presentes en la leche porque se crea un menor factor de dilución [10]. Así mismo se estableció que existen diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) entre invierno y verano, con una proporción mayor en invierno, lo cual es proporcional al aumento en el porcentaje de proteínas. Este resultado podría ser explicado por la influencia que ejerce la alimentación en la concentración de sólidos totales en la leche, siendo la época de invierno donde se presenta mayor disponibilidad de forrajes para los animales en ordeño [11].

Por otra parte, se estableció que el 100% de las muestras superaron los rangos de sólidos totales establecidos por el Decreto 616 (11,3%) [4]. Estos resultados confirman una vez más que la región Caribe está posesionada como productora de leche de excelente calidad composicional; estando por encima de regiones del trópico alto, donde los sistemas especializados de

lechería no alcanzan valores mínimos de 12% debido a que ganaderos y asistentes técnicos se han preocupado más por producir un mayor volumen de leche, dejando la calidad composicional en un segundo lugar y permitiendo la difusión de material genético con un menor volumen de sólidos [7].

Los valores promedio de acidez en las muestras tomadas durante verano e invierno, respectivamente, fueron de 0,26 y 0,20 % m/v, encontrándose muy por encima del rango establecido por el decreto 616 de 2006 (0,13% - 0,17%) [4]. Esto pudo ser debido a la falta de refrigeración de la leche, el almacenamiento en recipientes no apropiados, el tiempo en que tardan las leches en llegar a las industrias lecheras y a la alta temperatura de la zona. Estos factores influyen directamente en el aumento de la flora microbiana que, contribuyen a la producción de proteasas y lipasas termoestables que causan el rompimiento de proteínas y grasas de la leche y el aumento de la acidez de la misma [12]. Así mismo, se estableció que existen diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) entre invierno y verano; se observó que en verano la acidez es más alta, debido quizás a las altas temperaturas durante esta época y a que algunas veces el tiempo transcurrido entre el ordeño y la llegada a la industria supera las 8 horas.

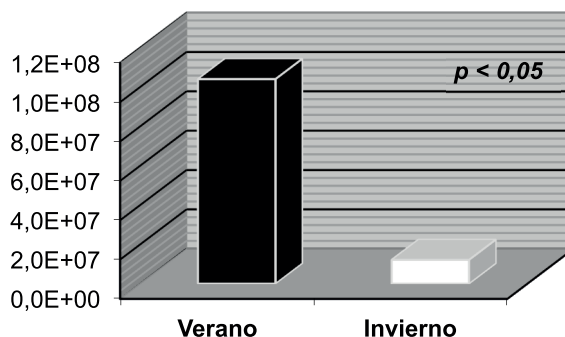
La prueba de alcohol fue positiva en un 44% de las muestras en verano y un 55% en invierno. Estos resultados podrían estar relacionados con los altos valores de acidez encontrados, que se deben generalmente a la descomposición bacteriana, e indican también poca estabilidad de la leche al calor, lo cual la hace inaceptable para proceso de pasteurización o esterilización [13].

Resultados microbiológicos

En la Figura 1 se muestran los valores absolutos promedio del recuento de aerobios mesófilos (RAM) obtenidos en verano e invierno.

Al comparar los resultados del RAM, se observó que en verano los recuentos fueron más altos ($1,0 \times 10^8$ ufc/mL) que en invierno ($1,2 \times 10^7$ ufc/mL), y se presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$), similar a los altos recuentos de bacterias totales en leche cruda y procesada en granjas lecheras de pequeños productores de Zimbabwe, corroborando los resultados de otras investigaciones hechas en diferentes áreas del mismo país, donde el recuento reportado fue entre $6,2 \times 10^3$ y $7,78 \times 10^7$ ufc/mL [14].

Figura 1. Promedio de RAM en verano e invierno.



En contraste con estos resultados, un estudio en el que se realizó la caracterización de la calidad higiénico sanitaria de la leche cruda en la cuenca del Alto Chicamocha en Boyacá en dos épocas del año, encontró que en las estaciones lluviosas los recuentos de aerobios mesófilos, coliformes y células somáticas aumentan debido a que las vacas se exponen a contaminación ambiental (barro, estiércol, etc.) [15].

Así mismo, los RAM fueron comparados con lo establecido en el Decreto 1880 de 2011 donde se señala como valor permisible hasta 700.000 ufc/mL [5] y se observó que en verano la mayoría de las muestras (94%) tienen recuentos por encima del valor permitido, al igual que en invierno donde el 88% lo supera (Figura 2).

Los valores de coliformes totales encontrados se muestran en la Figura 3; se encontraron promedios de 374 y 687 NMP/mL en verano e invierno, respectivamente.

Los resultados de este estudio indicaron que, aunque el promedio de coliformes por mL fue mayor en invierno que en verano, no existe una diferencia estadísticamente significativa ($p > 0,05$) entre estas dos épocas.

Figura 2. Porcentaje de muestras con RAM < 700.000 ufc/m

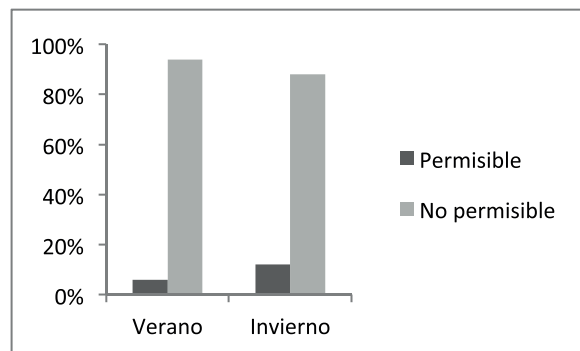
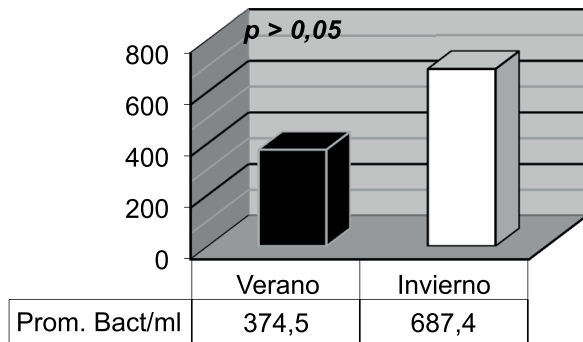


Figura 3. Promedio de recuentos de coliformes en verano e invierno

cas. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Moreno *et al.*, (2007) [15]. Una explicación a esta tendencia puede ser que en las estaciones lluviosas las vacas se exponen a la suciedad por estiércol y el barro y llegan sucias a las salas de ordeño en donde la ubre húmeda contamina las pezoneras representando un riesgo para el establecimiento de estos microorganismos [16]. Similar al RAM, los altos niveles de coliformes en leche cruda son probablemente debidos a bajos niveles de higiene en el ordeño [14].

El valor promedio de coliformes fecales en 43 muestras de leche cruda analizadas en la época de verano fue considerablemente alto (207 NMP/mL). Se observó que 66,8% de las muestras tenían niveles no permisibles muy por encima <3 NMP/mL. La presencia de un alto número de coliformes fecales indica contaminación directa con materia fecal y sugiere un riesgo indirecto de adquisición de otras bacterias patógenas con transmisión oral-fecal, lo que se atribuye a las malas condiciones higiénicas de las instalaciones, utensilios y manipuladores, sumado a la presencia de animales domésticos en el entorno laboral [17].

Estos resultados son similares a los encontrados por Bali *et al.* (2013) [18], quienes encontraron una alta incidencia de coliformes y *E. coli* (32,5%) en leche cruda y concluyeron que la contaminación de la leche y los productos lácteos, con las bacterias patógenas se debe principalmente a las condiciones de procesamiento, manipulación y falta de higiene [18]. *E. coli* es una de las bacterias que existen en la microflora normal del tracto intestinal de los seres humanos y animales de sangre caliente y, además, un conocido agente causal de la diarrea y otras enfermedades relacionadas transmitidas por los alimentos a través de la ingestión de alimentos contaminados [18].

Con respecto al recuento de *S. aureus*, se obtuvieron valores de $2,8 \times 10^6$ ufc/mL y $5,4 \times 10^5$ ufc/mL en verano e invierno (Figura 4).

Los recuentos obtenidos en verano constituirían un riesgo de intoxicación alimentaria ya que generalmente se admite que suelen ser necesarias concentraciones de 10^5 /g de alimento para que se forme toxina suficiente para producir una intoxicación [19]. Resultados similares encontraron que el 75,8% de las muestras de leche cruda analizadas a partir de pequeñas granjas lecheras en Zimbabwe tenían recuentos de *S. aureus* por encima de 1000 ufc/mL [14].

Los recuentos de *S. aureus* en verano e invierno presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$), encontrándose promedios de $2,8 \times 10^6$ ufc/mL y $5,4 \times 10^5$ ufc/mL, respectivamente. Los altos recuentos de *S. aureus* encontrados en verano indican una posible infección intramamaria transmitida probablemente por glándulas mamarias infectadas, vía fómites tales como los paños comunes de la ubre y las manos del ordeñador [14, 20]. Estos resultados concuerdan con quienes encontraron un mayor promedio en el primer muestreo en comparación con el segundo [15].

Finalmente, en la Figura 5 se muestra el porcentaje de detección de *Salmonella* spp. en las muestras de leche cruda, el cual fue de 4,4% y 1,8% en verano e invierno, respectivamente. Estos resultados son similares a los obtenidos por Patiño (2012) quien encontró una prevalencia de 0,8% (5 de 600) en muestras de leche bovina del sistema de producción doble propósito en tres microrregiones lecheras (sábanas de Córdoba y Sucre, Valles del Cesar y Alto Magdalena-Magdalena Medio) [21].

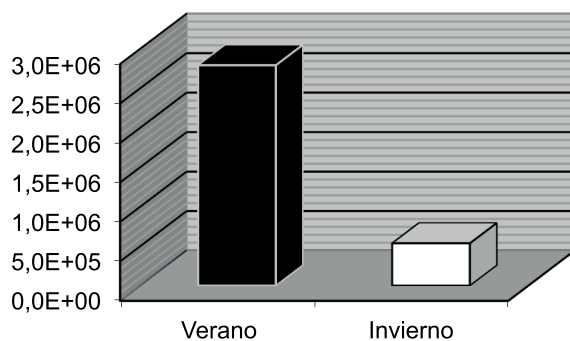
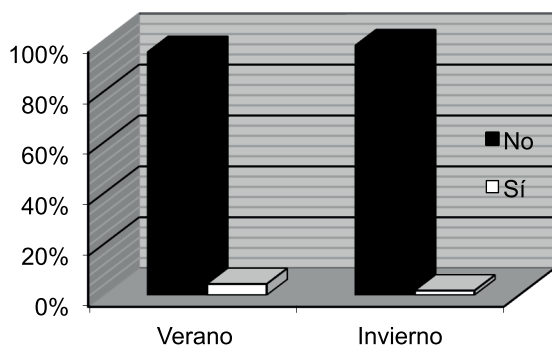
Figura 4. Promedio de recuentos de *S. aureus* en verano e invierno

Figura 5. Porcentaje de *Salmonella* spp. en leche cruda durante verano e invierno



Por otro lado, los resultados del presente estudio difieren de aquellos que no detectaron presencia de *Salmonella* spp. en leche cruda usada para elaboración de suero costeño en municipio de Bolívar [22]. Tampoco se detectaron muestras positivas para *Salmonella* spp. en muestras la leche cruda recolectada mensualmente durante un año en otro estudio realizado en Nueva Zelanda por Hill *et al.* (2012), donde los brotes de infecciones por *Salmonella* en ganado vacuno lechero parecen ocurrir de manera esporádica, y el microorganismo no se detecta a menudo en animales o sus heces [23].

La presencia de este patógeno en la leche cruda, aunque a niveles bajos, pone de relieve la necesidad de seguir aplicando la pasteurización correcta u otra técnica destructiva equivalente a ser una práctica habitual para garantizar la producción de productos lácteos seguros para el consumo. Sin el mantenimiento de pasteurización u otros controles eficaces, estos agentes patógenos tienen el potencial de causar enfermedades en los consumidores de leche cruda o productos elaborados con leche cruda [23].

CONCLUSIONES

De manera general se pudo establecer que la deficiente calidad higiénica de la leche cruda que se recibe en las industrias lácteas del departamento de Sucre se encuentra asociada a las condiciones inapropiadas de manipulación a través de la cadena productiva.

La calidad higiénica de la leche fue establecida a través de la interpretación de los resultados procedentes de los recuentos microbiológicos de recuento de aerobios mesófilos, coliformes y coliformes fecales y *S.*

aureus, los cuales superaron ampliamente los límites permisibles en las normas nacionales e internacionales, lo que indica que, en su mayoría, la materia prima con la cual las empresas del sector lácteo están elaborando sus productos es de mala calidad higiénica.

Referente a la calidad composicional de la leche cruda recibida en industrias lácteas, se estableció que una gran proporción se recibe con prueba de alcohol positiva y altos porcentajes de acidez, lo cual conduce a relacionar con crecimiento microbiano en la leche como consecuencia de la carencia de dispositivos para cadena de frío, el almacenamiento en recipientes inapropiados, los largos tiempos de transporte y la elevada temperatura ambiental que caracteriza la región caribe.

En características como grasa, sólidos totales y proteína, la leche presenta grandes atributos, gracias a los excelentes porcentajes que presentaron en cada una de estas exigencias de calidad, establecidas en el Decreto 616 de 2006, lo cual confirma que la leche producida en la región es de excelente calidad composicional.

REFERENCIAS

- [1] GUZMÁN, K. La industria láctea en Valledupar: primera en la región Caribe [online]. 2013. Disponible: http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/dtser_184.pdf/ [citado 25 de septiembre de 2013].
- [2] MUNGIÁ, J.L. Manual de procedimientos para análisis de calidad de la leche [online]. 2010. Disponible: <http://www.cuentadelmilenio.org.ni/cedoc/02negrural/02%20Conglomerado%20Pecuario/05%20Manuales/20%20Manual%20de%20Procedimientos%20para%20Análisis%20de%20calidad%20de%20la%20Leche.pdf> [citado 25 de septiembre de 2013].
- [3] KELLY, A.L., LEITNER, G. and MERIN, U. Milk quality and udder health: Test Methods and Standards. Encyclopedia of Dairy Sciences. 2 ed. San Diego (USA): 2011, p 894–901.
- [4] COLOMBIA. MINISTERIO DE PROTECCIÓN SOCIAL. 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 (Colombia): 2006, 41 p.
- [5] COLOMBIA. MINISTERIO DE PROTECCIÓN SOCIAL. Decreto 1880: Por el cual se señalan los

- requisitos para la comercialización de leche cruda para consumo humano directo en el territorio nacional. Bogotá (Colombia): 2011, 9 p.
- [6] COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Resolución 000017: Por la cual se establece el sistema de pago de la Leche Cruda al Proveedor. Bogotá (Colombia): 2012, 17 p.
- [7] GÓMEZ, R. Contexto Ganadero. Informe especial: Conozca las 5 razas bovinas más representativas de Colombia [online]. 2013. Disponible: <http://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/informe-especial-conozca-las-5-razas-bovinas-mas-representativas-de-colombia> [Citado 25 de Septiembre de 2013.]
- [8] COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Boletín de análisis por producto: Leche. Bogotá (Colombia): Boletín No. 6, 2010, 20 p.
- [9] CALDERÓN, A., RODRÍGUEZ, V., ARRIETA, G., MARTINEZ, N. y VERGARA, O. Calidad fisicoquímica y microbiológica de leches crudas en empresas ganaderas del sistema doble propósito en Montería (Córdoba). Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica, 15 (2), 2012, p. 399-407.
- [10] LÓPEZ, R., VITE, C., GARCÍA, J.G. y MARTÍNEZ, P.A. Reproducción y producción de leche de vacas con distinta proporción de genes *Bos Taurus*. Archivos de Zootecnia, 58 (224), 2009, p. 683-694.
- [11] CÓRDOBA, C.P., NARANJO, J.F. y CUARTAS, C.A. Productividad vegetal y animal bajo sistemas de pastoreo tradicional y sistemas silvopastoriles intensivos (SSPI) en el Caribe seco colombiano. Memorias VI Congreso Internacional Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible. Ciudad de Panamá (Panamá); 2010, 18 p.
- [12] CEMPÍRKOVÁ, R. and MIKULOVÁ, M. Incidence of psychrotrophic lipolytic bacteria in cow's raw milk. Czech Journal of Animal Science, 54, 2009, p. 65-73.
- [13] CELIS, M. y JUAREZ, D. Microbiología de la leche. Seminario de procesos fundamentales fisicoquímicos y microbiológicos [online]. 2009. Disponible: http://www.edutecne.utn.edu.ar/sem_fi_qui_microb_09/microbiologia_leche.pdf [citado 25 de septiembre de 2013].
- [14] MHONE, T.A., MATOPE, G. and SAIDI, P.T. Aerobic bacterial, coliform, *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* counts of raw and processed milk from selected smallholder dairy farms of Zimbabwe. International Journal of Food Microbiology, 151 (2), 2011, p 223–228.
- [15] MORENO, F., RODRÍGUEZ, G., MÉNDEZ, V., OSUNA, L. y VARGAS, M.R. Análisis microbiológico y su relación con la calidad higiénica y sanitaria de la leche producida en la región del Alto de Chiamocha (Departamento de Boyacá). Revista de Medicina Veterinaria, 0 (14), 2007, p. 61-83.
- [16] ÁVILA, S. y GUTIÉRREZ, A.J. Producción de leche con ganado bovino. 2 ed. Ciudad de México (México): Manual Moderno, 2010, 454 p.
- [17] ESPAÑA. INSTITUTO DE SALUD PÚBLICA. Guía de muestreo e interpretación de resultados analíticos de productos alimenticios. 1 ed. Madrid (España): 2011, 126 p.
- [18] BALI, O.S., LAJNEF, R., FELFOUL, I., ATTIA, H. and AYADI, M.A. Detection of *Escherichia coli* in unpasteurized raw milk. International Journal of Agriculture and Food Science, 3 (2), 2013, p. 53-55.
- [19] CENTER FOR DISEASE CONTROL. Guide to Confirming a Diagnosis in Foodborne Disease. CDC Surveillance Summaries [online]. 2013. Disponible: http://www.cdc.gov/outbreaknet/references_resources/guide_confirming_diagnosis.html [citado 25 de septiembre de 2013].
- [20] LE MARECHAL, C., THIÉRY, R., VAUTOR, E. and LE LOIR, Y. Mastitis impact on technological properties of milk and quality of milk products—a review. Dairy Science & Technology, 91 (3), 2011, p. 247-282.
- [21] PATIÑO, R.E. Detección de *Salmonella* spp., *Escherichia coli* O157:H7 y *Listeria monocytogenes*, en muestras de leche bovina del sistema de producción doble propósito colombiano [M.Sc. Tesis Ciencias Biológicas]. Bogotá (Colombia): Universidad Pontificia Bolivariana, Facultad de Ciencias, 2012, 153 p.
- [22] GRANDOS, C., ACEVEDO, D. y TORRES, R. Calidad de la leche y del suero costeño de los municipios Turbaco, Arjona y Carmen de Bolívar – Colombia. Revista La Sallista de Investigación, 9 (2), 2012, p. 132-137.
- [23] HILL, B., SMYTHE, B., LINDSAY, D. and SHEPHERD, J. Microbiology of raw milk in New Zealand. International Journal of Food Microbiology, 157, (2), 2012, p. 305–308.