

## CALIDAD DE LECHES CRUDAS EN TRES EMPRESAS ACOPIADORAS EN CÓRDOBA.

### QUALITY OF RAW MILKS IN THREE MILK PROCESSING PLANTS IN CORDOBA

RODRÍGUEZ, R. VIRGINIA<sup>1</sup> MSc., CALDERÓN, R. ALFONSO<sup>2</sup> MSc.,  
VERGARA, G. OSCAR<sup>3</sup> Dr.

<sup>1</sup>Bacterióloga, MSc. Grupo de Investigaciones Microbiológicas y Biomédicas de Córdoba (GIMBIC), Programa de Bacteriología, Universidad de Córdoba. e-mail: consuelorr1@yahoo.com <sup>2</sup>MVZ, M. Sc. Grupo de Investigación en Producción Animal Tropical (GIPAT). Facultad de Medicina Veterinaria Zootecnia, Universidad de Córdoba. Montería, Córdoba, Colombia. Kilómetro 27 vía Ciénaga de Oro. Correspondencia: alcaran1@yahoo.com <sup>3</sup>Zoot, Dr. Sc. Grupo de Investigación en Producción Animal Tropical (GIPAT). Facultad de Medicina Veterinaria Zootecnia, Universidad de Córdoba. Montería, Córdoba, Colombia. Kilómetro 27 vía Ciénaga de Oro.

Correspondencia: [overgara@correo.unicordoba.edu.co](mailto:overgara@correo.unicordoba.edu.co),  
[consuelorr1@yahoo.com](mailto:consuelorr1@yahoo.com)

Recibido: 10-04-2014; Aceptado: 16-06-2014.

### Resumen

Una condición importante en las plantas procesadoras de lácteos es la obtención de materias primas de excelente calidad fisicoquímica y microbiológica para disminuir los riesgos en salud pública. Altos conteos de mesófilos muestran una contaminación y falta de una buena manipulación en los procesos de ordeño y conservación de la leche. Los coliformes son una demostración de contaminación con material fecal. La normatividad en Colombia, decreta como patrón de calidad microbiológica, el recuento de mesófilos. El propósito de este estudio fue reconocer la calidad fisicoquímica, microbiológica y sanidad de la ubre en leches crudas provenientes de empresas ganaderas doble propósito proveedoras de tres pasteurizadoras en Córdoba (Colombia). Se recolectaron 149 muestras de leche cruda de tres empresas acopiadoras en el departamento de Córdoba. Se determinaron los parámetros fisicoquímicos establecidos en el decreto 616 de 2006, mesófilos aerobios, coliformes totales, fecales y recuento de células somáticas. Los valores obtenidos se analizaron por estadística descriptiva mediante SAS. Los parámetros fisicoquímicos se encontraron dentro de los valores normales, pero los promedios del recuento de mesófilos aerobios y los recuentos de las células somáticas fueron altos, lo cual permite establecer que la calidad fisicoquímica es buena, pero hay deficiencias en la calidad microbiológica, la sanidad de las ubres y es en las fincas dedicadas a la producción lechera donde se deben implementar y certificar excelentes prácticas de manejo y de prevención

**Palabras claves:** leche cruda, calidad, composición, mesófilos, coliformes.

### **Abstract**

An important condition in dairy processing plant is to obtain materials of excellent physicochemical and microbiological quality to reduce public health risks. High counts of mesophilic show contamination and lack of good manipulation in milking and milk conservation. Coliforms are a demonstration of contamination with fecal material. The norms in Colombia establish the mesophilic count as standard of microbiological quality. The purpose of this study was to determine the physicochemical and microbiological quality and health of the udders, in raw milk from dual purpose farms, supplying three milk processing plants in Cordoba (Colombia). 149 raw milk samples were collected of tree processing plants in Cordoba department. Physicochemical parameters set out in Decree 616 of 2006 were determined and aerobic mesophilic, total coliforms, fecal coliforms, and somatic cell count were established too. The variables obtained were analyzed by descriptive statistics using SAS. The physicochemical parameters were within the normal range but averages of mesophilic and somatic cells counts were high, which allows conclude that the physicochemical quality is good, but there are shortcomings in the microbiological quality and in the udder health, and is on the farms devoted to milk production where must be implemented and certified excellent management and prevention practices.

**Key words:** raw milk, quality, composition, mesophilic, coliform.

### **Introducción**

La directriz global en la producción agropecuaria, es la manufactura de alimentos de óptima o excelente calidad e inocuos para la salud; siendo la búsqueda de este objetivo una decidida preocupación de los integrantes de toda la cadena láctea y es en el primer eslabón, las empresas ganaderas dedicadas a la producción, donde se deben certificar las condiciones para la elaboración de materias primas de óptima calidad (CALDERÓN *et al.*, 2006).

Leches de excelentes calidades deben ofrecer porcentajes de proteína > a 3,2%; grasa > a 3,5%; sólidos totales mayores a 12,2%; recuentos de mesófilos < a 50000 UFC/mL; células somáticas < a 100000 CS/mL (CALDERÓN *et al.*, 2006); libres de inhibidores o de sustancias extrañas y se debe asegurar su inocuidad (MINPROTECCIÓN, 2006).

Los altos recuentos células somáticas y de mesófilos en el proceso de pasteurización, desligan enzimas proteolíticas que reducen la vida útil de los artículos en el mostrador (CALDERÓN *et al.*, 2006) y disminuyen las diferentes fracciones de las características fisicoquímicas y reducen la productividad de la leche cuando se somete a los métodos de coagulación (CALDERÓN *et al.*, 2012). Son evidentes los riesgos que conlleva el consumo de leche cruda a la salud pública y para evitar estos riesgos, el gobierno ha emitido un marco

normativo concerniente con la comercialización y consumo directo para disminuir los problemas de la salud pública en la comunidad (CALDERÓN *et al.*, 2006; MINPROTECCIÓN, 2006; MINPROTECCIÓN, 2011).

Bacterias que proliferan en un intervalo de temperatura entre 20 y 40°C, se conocen como bacterias mesófilas, que es una señal de la calidad microbiológica de la leche cruda (CHACÓN, 2004): Bajos recuentos de mesófilos no certifica la falta de microorganismos patógenos y sus toxinas; un alto recuento de mesófilos no denota presencia de microorganismos patógenos, sino contaminación de la materia prima e incorrecta manipulación durante el proceso de producción (ORTIZ y RÍOS, 2006). Existe la categoría de los coliformes totales y coliformes fecales, ambos son indicadores de la mala calidad sanitaria en alimentos, por lo que su presencia establece una comprobación de una exposición a materia fecal (SALOMÓN *et al.*, 2006).

El grado de inflamación de las ubres o glándulas mamarias (mastitis) se valora por el recuento de las células somáticas (RCS); normalmente se encuentran valores bajos (<100.000 CS/mL) en glándulas sanas. Estas están constituidas por células epiteliales o de descamación (regeneración celular) que son el 2% y por desplazamiento leucocitaria hacia los epitelios; por infección como resultado de una invasión de patógenos u otros agentes de índole traumática que incrementa su número por diapédesis, lo que forma la respuesta inmune inespecífica. Esta respuesta fagocita frente a los microorganismos infecciosos sirve para reconstruir el epitelio alveolar y tratar de volver a la función normal; tarea realizada por proteasas, lipasas y fosfolipasas; enzimas e inhibidores bacterianos, que se añaden a la leche, y activan la desintegración de la proteína y de la grasa. El recuento de células somáticas (RCS) se incrementa en la leche en relación directa con el grado de daño del agente infeccioso, por lo que su determinación constituye una de las medidas de mayor beneficio para establecer el estado sanitario de la ubre y la calidad de la leche (CERÓN *et al.*, 2007; CALDERÓN *et al.* 2012).

La normatividad oficial, en Colombia, determina como medida de la calidad microbiológica, el recuento de mesófilos; además de conocer la calidad fisicoquímica de leche crudas provenientes de empresas ganaderas doble propósito. En tal sentido, el objetivo general de este estudio fue determinar la calidad fisicoquímica, microbiológica, incluyendo la determinación de coliformes, coliformes de origen fecal y sanidad de la ubre en tres empresas acopiadoras de leches crudas del departamento de Córdoba.

## **Materiales y métodos**

**Tipo de estudio:** Descriptivo de corte transversal.

**Lugar de estudio:** Se realizó en el departamento de Córdoba que se sitúa en el norte del país, en la región de la llanura del Caribe; localizado entre los 0.9° 26' 16" y 7° 22' 05" de Latitud Norte, y los 74° 47' 43" y 76° 30' 01" de Longitud Oeste, limita por el norte con el mar Caribe y el departamento de Sucre, por el

este con los departamentos de Sucre, Bolívar y Antioquia y por el oeste con el departamento de Antioquia y el mar Caribe.

En la Tabla 1, se muestra el número y el porcentaje de proveedores, como el volumen de leche cruda por día y el porcentaje aportada por municipio.

**Tabla 1.** Número, porcentaje de proveedores y volumen de leche cruda día por municipio

Municipios	N° de proveedores	%	Volumen Lts/día	%
Cereté	4	2,68	2.334	13,33
Ciénaga de Oro	6	4,03	1.248	7,13
Lorica	7	4,70	840	4,80
Montería	27	18,12	3.561	20,34
Planeta Rica	33	22,15	2.322	13,26
Sahagún	19	12,75	1.889	10,79
San Carlos	27	18,12	1.475	8,42
San Pelayo	26	17,45	3.840	21,93
<b>Total</b>	<b>149</b>	<b>100</b>	<b>17.509</b>	<b>100</b>

**Tamaño de muestra.** Se estimó que en el departamento de Córdoba hay 19.097 empresas ganaderas tipo doble propósito; tomando una prevalencia del 10%, una confiabilidad del 95% y una amplitud de intervalo del 0,1; como resultado se obtuvo 134 empresas ganaderas, pero se aumentó el número a 149 empresas a evaluar, pertenecientes a 3 empresas acopiadoras y procesadoras de leche; estas muestras fueron tomadas en época de máxima precipitación.

**Criterios de selección.** Las empresas ganaderas se seleccionaron teniendo en cuenta su ubicación dentro de Córdoba y que fuesen manejadas bajo el sistema doble propósito.

**Toma de muestra.** Como la gran mayoría de las empresas ganaderas, la leche se almacena en cantinas u otros recipientes de plástico hasta la entrega a los transportadores; de cada uno de estos recipientes, por medio de un agitador manual de acero inoxidable estéril, se mezcló durante 3 o 4 minutos y con un cucharón de acero inoxidable estéril se tomó una submuestra de 25 ml, que se mezclaron con las otras submuestras. De estas submuestras se tomó una muestra de leche de 200 ml. En la finca donde se almacenó en tanque refrigerado, previa agitación por diez minutos se tomó una muestra 200 ml de leche por medio de un cucharón de acero inoxidable estéril. Todas las muestras, se recolectaron en frascos estériles tapa rosca azul, previamente rotulado que se conservaron en refrigeración (4°C) hasta su procesamiento en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias de la Salud del Programa de Bacteriología, donde se realizaron los análisis microbiológicos y residuos de antibióticos y una alícuota al Laboratorio de Lactología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, donde se implementó el análisis fisicoquímico y el RCS. Las muestras se procesaron en menos de 24 horas después de su recolección.

**Determinación de parámetros fisicoquímicos.** Para la determinación de los parámetros fisicoquímicos se hizo por duplicado, la densidad se implementó por el método de termolactodensímetro de Quevene y su lectura se reportó a 15°C (ICONTEC, 1993). La acidez se evaluó por la titulación con una solución de hidróxido de sodio 0,1N (ICONTEC, 1993) y el resultado se informó como porcentaje de ácido láctico (% de A. LÁCTICO). El porcentaje de grasa (% de GRASA) se determinó por el método de Gerber (GERBER, 1994) y el porcentaje de proteína (% de PROTEÍNA) y de lactosa (% de LACTOSA) por un analizador ultrasónico de leche (BIOLAC 60). Sólidos no grasos (% de SNG) se estimaron por el refractómetro de Bertuczi. Los sólidos totales (% de ST) por el método de la estufa y el porcentaje de minerales y adición de agua por el analizador ultrasónico de leche (BIOLAC 60).

**Determinación de parámetros microbiológicos.** El recuento de mesófilos aerobios se determinó por medio del recuento estándar en placa (SPC). La determinación de coliformes totales se determinó por el número más probable (NMP). Los coliformes fecales por la prueba de Mac-Kenzie; estas determinaciones se efectuaron de acuerdo con los protocolos descrito por el Invima (1998).

**Determinación de la sanidad de la ubre.** El RCS, se realizó mediante determinación fluorescente por medio del contador óptico de células, que emplea yoduro de propidio (DeLAVAL 2005).

**Confidencialidad.** Toda la información recolectada de las empresas ganaderas fue manejada bajo estricta confidencialidad.

**Análisis de resultados.** Los datos se recolectaron mediante un formulario estandarizado y tabulados en una hoja electrónica. Se realizó un análisis descriptivo y se usó la prueba de Kruskal Wallis (KW) para comparar las variables fisicoquímicas, microbiológicas y sanidad de la ubre. El software implementado para el análisis estadístico fue SAS.

## Resultados y discusión

Este estudio involucró a 149 empresas ganaderas manejadas bajo el sistema doble propósito en los municipios de Planeta Rica, San Carlos, San Pelayo, Montería, Sahagún, Lórica, Ciénaga de Oro y Cereté, en el departamento de Córdoba. Estas empresas estaban asociadas a 3 centros de acopio; el centro de acopio 1 aportó 76 empresas con el 51,01% y el volumen de leche de estas empresas fue de 7.766 lts/d, el acopio 2 aportó 40 empresas con el 26,84% y el volumen de leche fue de 7.421 lts/d y el acopio 3 aportó 33 empresas con el 22,14% y el volumen de leche de estas empresas fue de 2.322 lts/d. Solamente en el centro de acopio 1, se comercializó leche fría en el 2,01% (3/149) de las empresas ganaderas. En el 96,64% se tuvo un sitio fijo para el ordeño y tan sólo el 59,06% (88/149) están completamente cubiertos. Donde se presentó el mayor número de proveedores que implementaron la prueba de California para

mastitis (CMT) fue en el centro de acopio 3 con el 52,35% (78/149) y para los programas de prevención de la tuberculosis y brucelosis bovina con el 44,30% (66/149). En los otros dos centros de acopio la realización de estas pruebas no sobrepasó el 22%. Hay que tener presente que estas enfermedades son de control oficial y las empresas ganaderas deben implementar las buenas prácticas ganaderas como política sanitaria (MINPROTECCIÓN 2006; ICA, 2008) para garantizar la inocuidad de sus productos.

El punto de crioscopia, en las procesadoras 2 y 3 presentaron diferencias significativas con la procesadora 1 (Tabla 2). El valor de las procesadoras 2 y 3 es considerado para una leche de excelente calidad y el de la acopiadora 1 para una leche de buena calidad (CALDERÓN *et al.*, 2006). Valores de -0,5420 ha sido reportado para el bajo Cauca y de -0,5387 para las sabanas de Córdoba (CALDERÓN *et al.*, 2006).

**Tabla 2.** Características fisicoquímicas microbiológicas de y sanidad de las ubres en tres empresas acopiadoras de leche cruda en Córdoba

Variables	Acopio 1				Acopio 2				Acopio 3			
	Media	D.E.	Min	Max	Media	D.E.	Min	Max	Media	D.E.	Min	Max
Densidad (gr/ml)	1033,4 <sub>b</sub>	0,92	1034	1035	1032,4 <sub>a</sub>	1,08	1030,6	1034,5	1030,2 <sub>c</sub>	1,08	1027	1032
Acidez (% a. láctico)	0,16 <sup>a</sup>	0,01	0,14 <sub>b</sub>	0,27	0,15 <sup>a</sup>	0,017	0,105	0,180	0,15 <sup>a</sup>	0,006	0,13 <sub>0</sub>	0,160
Grasa (%)	4,01 <sup>b</sup>	0,55	3,0	5,4	3,67 <sup>a</sup>	0,43	2,75	4,30	4,11 <sup>b</sup>	0,59	3,0	5,40
Lactosa (%)	4,64 <sup>a</sup>	0,14	4,20	5,0	4,49 <sup>a</sup>	0,41	3,20	4,96	4,60 <sup>a</sup>	0,14	4,3	5,0
Proteína	3,02 <sup>a</sup>	0,08	2,90	3,30	2,91 <sup>a</sup>	0,29	2,00	3,02	3,01 <sup>a</sup>	0,08	2,9	3,3
SNG (%)	9,16 <sup>b</sup>	0,34	8,7	9,90	9,00 <sup>a</sup>	0,34	8,10	9,80	8,35 <sup>b</sup>	0,21	8,0	8,85
ST (%)	11,29 <sup>a</sup>	1,0,2	9,5	13,8	11,20 <sup>a</sup>	0,84	9,25	13,0	12,23 <sup>b</sup>	0,72	10,8	13,5
Mesófilos <sup>*</sup>	136,4 <sup>a</sup>	168,88	2,0	940,0	605,45 <sub>a</sub>	771,96 <sub>7</sub>	4,300	30200,0	814,98 <sub>b</sub>	706,21 <sub>0</sub>	1000	2544,0
Coliformes totales	740,0	445,4	3000,	1105	918,38 <sub>a</sub>	339,78	14	1101	892,52 <sub>b</sub>	394,66	4,00	1101
Coliformes fecales	454,46 <sub>a</sub>	491,14	3,00	1101	464,43 <sub>a</sub>	466,07	3,00	1101	732,73 <sub>b</sub>	434,98	11	1101
Cél. somáticas <sup>*</sup>	341,23 <sub>a</sub>	225,26 <sub>6</sub>	2050 <sub>0</sub>	1231,5	389,97 <sub>a</sub>	282,44 <sub>5</sub>	15,00 <sub>0</sub>	11455,0	480,80 <sub>b</sub>	261,16 <sub>6</sub>	150,5	123,5

\*1 = Mesófilos UFC/mL X10<sup>-3</sup>; \*2 = Células somáticas = CS/mL X10<sup>-3</sup>; D.E = Desviación Estándar; Min = Mínimo; Max = Máximo; Medias con la misma letra en la misma fila son estadísticamente iguales (P>0.05).

Los valores de la densidad en cada una de las empresas presentaron diferencias significativas. Todos los valores de la densidad (Tabla 2) están dentro del rango (1,030-1,033 g/mL) considerado como normal para Colombia (MINPROTECCION, 2006). Valores similares han sido reportados en la misma zona 1,032 ± 0,001 (CALDERÓN *et al.*, 2011) y 1,032 ± 0,007 g/mL (CALDERÓN *et al.*, 2012) en leches sin mastitis subclínica. En México, mayores densidades se asociaron con altos porcentajes de proteína y sólidos totales (BERNAL *et al.*, 2007).

Los valores de la acidez de los centros de acopio 1 y 3 presentaron diferencias significativas en comparación con el centro 2 (Tabla 2). Todos los valores de la acidez están dentro del rango (0,13-0,17% de a. láctico) considerado como normal en Colombia (MINPROTECCIÓN, 2006). Valores más altos de la acidez han sido reportados en la misma región por ejemplo 0,19 ± 0,18% y 0,17 ± 0,01% (CALDERÓN *et al.*, 2007; CALDERÓN *et al.*, 2012) y donde el

incremento fue asociado con la falta de refrigeración de la leche, almacenamiento en materiales no apropiados y la alta temperatura ambiental de la zona.

En Costa Rica, la alta acidez es un indicador del detrimento bacteriológico de la leche y de un mal manejo antes de su recepción en las plantas procesadoras de leche (CHACÓN, 2004) y en México, hallaron diferencias significativas entre muestras de máxima y mínima precipitación, donde la mayor acidez se presentó en la época seca por las altas temperaturas ambientales y la falta del enfriamiento de la leche (ÁLVAREZ *et al.*, 2012). En Barinas (Venezuela) encontraron diferencias significativas en la época de mínima precipitación y entre la finca y la planta por la manipulación no adecuada (GARCÍA *et al.*, 2013).

Los promedios del porcentaje de proteína para los 3 centros de acopio no presentaron diferencias significativas (Tabla 2). Estos valores están por debajo de los porcentajes previamente reportados en la zona, por ejemplo  $3,6 \pm 0,42\%$  (CALDERÓN *et al.*, 2007), del  $3,22 \pm 0,09$  (CALDERÓN *et al.*, 2011) y  $3,28 \pm 0,23\%$  (CALDERÓN *et al.*, 2012). En México reportaron un 3,29% de proteína (ÁLVAREZ *et al.*, 2012) y en Venezuela del 3,49% (GARCÍA *et al.*, 2013) en condiciones similares de manejo. SANDOVAL *et al.* (2011), en Paraguay hallaron que altos RCS disminuyeron el valor de la proteína y BARBOSA *et al.*, (2013) concluyeron que altos RCS están afectando el porcentaje de proteína en leches de vacas Gyr.

El promedio del porcentaje de grasa presentó diferencias significativas (Tabla 2), siendo los centros de acopio 2 y 3 iguales, pero diferentes significativamente con el 1. Estas diferencias pueden deberse a que los centros 2 y 3 aportaron el menor número de muestras y fue donde hubo los mayores porcentajes de grasa. Los promedios del porcentaje de grasa en las 3 centros de acopio fueron mayores a lo establecido en el decreto 617 (MINPROTECCIÓN, 2006) que establece que la leche debe contener como mínimo un 3% de grasa. Estos promedios son superiores al  $3,64 \pm 0,46$  (CALDERÓN *et al.* 2011), del  $3,70 \pm 0,23\%$  (CALDERÓN *et al.*, 2012) en leches sin mastitis subclínica. Estos porcentajes de grasa pueden deberse al tipo racial adaptado en la zona donde hay cruces *Bos taurus X Bos indicus* (BRIÑEZ *et al.*, 2008). En leches de ganado Gyr en Brasil observaron que altos RCS no se asociaron con la reducción del porcentaje de grasa (BARBOSA *et al.* 2013) y se encontró que la alimentación de las vacas presentó una relación sobre la composición, principalmente sobre el contenido de grasa (CERVANTES *et al.*, 2013).

Los porcentajes de SNG presentaron diferencias significativas, siendo para los centros de acopio 1 y 2 iguales, pero diferentes significativamente con el centro de acopio 3 (Tabla 2). Todos los porcentajes de SNG fueron superiores al 8,30% establecido como mínimo en la normatividad colombiana (MINPROTECCIÓN, 2006). Los porcentajes de SNG de los centros de acopio 1 y 2 fueron superiores al  $8,38 \pm 0,488\%$  (CALDERÓN *et al.*, 2007), y al  $8,59 \pm$

0,16% en leche sin mastitis subclínica (CALDERÓN *et al.*, 2011). Porcentajes de SNG más altos han sido reportados en Venezuela (BRINES *et al.*, 2003), del 9,56% en sistemas doble propósito, pero en sistemas semi-especializados de producción de leche en Brasil el porcentaje fue inferior ( $8,58 \pm 0,25\%$ ) en comparación para los centros de acopio 1 y 2 (ROSA *et al.*, 2012). ÁLVAREZ *et al.* (2012), BARBOSA *et al.* (2013) determinaron que altos RCS se asociaron con reducción de los SNG.

Los promedios del porcentaje de ST de los centros de acopio 1 y 2 presentaron diferencias significativas con el centro 3 (Tabla 2). El porcentaje de ST del centro 3 (12,23%) clasifica a estas leches como de excelente calidad, mientras que para los centros 1 y 2 de buena calidad (CALDERÓN *et al.*, 2006). Estos porcentajes fueron superiores al 11,30% que estipula la norma vigente en Colombia (MINPROTECCIÓN, 2006), y al  $12,06 \pm 0,87\%$  (CALDERÓN *et al.*, 2007) y al  $11,45 \pm 0,75\%$  (CALDERÓN *et al.*, 2012). Un mayor porcentaje de ST ha sido reportado en otras latitudes como: el 12,37% en Brasil (NEWTON *et al.*, 2004). Se observó que altos RCS están asociadas con la reducción del % de proteína de leches de ganados Gyr (BARBOSA *et al.*, 2013) y se evidenció que altos RCS redujeron el contenido del porcentaje de ST (SANDOVAL *et al.*, 2011).

Los promedios de los mesófilos de los centros de acopio 1 y 2 presentaron diferencias significativas (Tabla 2) con los promedios de los centros de acopio 2 y 3. Estos promedios están por encima de 235.450 UFC/mL reportado en fincas sin tanque de refrigeración en Montería (CALDERÓN *et al.*, 2012) y puede deberse a las condiciones higiénicas de los establos y sitios de ordeño, a la falta de implementación de prácticas de higienización de pezones, inadecuada rutina de limpieza, inapropiada desinfección de los pezones, deficiente desinfección de los recipientes usados en el ordeño; variables no evaluados en este estudio. Se ha propuesto que la implementación de buenas prácticas de producción podrían disminuir estos altos recuentos de mesófilos (VILLOCH, 2010). En el oriente antioqueño, se determinó que los mesófilos fluctuaron entre 4.500 y 2.103.500, con un promedio de 115.932 UFC/mL y propusieron mejorar el manejo de las variables anteriormente mencionadas con el fin de mejorar la calidad bacteriológica de la leche (RUIZ *et al.*, 2012). En Hidalgo (Mexico) se propuso que para mejorar la calidad bacteriológica de la leche se debe reducir el tiempo de exposición a factores medioambientales como: temperatura, humedad, polvo, entre otros contaminantes (CERVANTES *et al.*, 2013).

Solamente en el 18,12% (27/149) de los proveedores (Tabla 3), los mesófilos fueron  $<100.000$  UFC/mL parámetro exigido de la Comunidad Europea y los Estados Unidos y como leches de excelente calidad microbiológica y en el 10,74% (16/149) de los proveedores o el 14,20% (2.487/17.509) del volumen de leche acopiada, los mesófilos fueron  $<300.000$  UFC/mL y de acuerdo a la resolución 000017 (MINPROTECCIÓN, 2012) en la región 2 deben recibir bonificación por este parámetro. En diferentes regiones de Colombia, mayores porcentajes de mesófilos han sido reportados, por ejemplo en el 93,9% de las



muestras superaron los estándares nacionales y el 84,49% los estándares de la Comunidad Europea y los Estados Unidos (VÁSQUEZ *et al.*, 2012).

**Tabla 3.** Distribución de la calidad microbiológica de las leches crudas y sanidad de las ubres tres empresas acopiadoras de leche cruda en Córdoba.

Variables	Acopio 1				Acopio 2				Acopio 3				General				
	n	%	Lts	%	n	%	Lts	%	n	%	Lts	%	N	%	Lts	%	
<b>MESOFILOS UFC/mL</b>																	
0 – 25000	2	2,63	166	2,14	6	15,0	1.432	19,30	2	6,06	67	2,89	10	6,71	1.665	9,51	
25001- 50000	3	3,95	249	3,21	4	10,0	1.730	23,31	1	3,03	52	2,24	8	5,37	2.031	11,60	
50001- 100000	5	6,58	362	4,66	2	5,0	400	5,39	2	6,06	185	7,97	9	6,04	947	5,41	
100001- 150000	2	2,63	110	1,42	4	10,0	270	3,64	1	3,03	320	13,78	7	4,70	700	4,00	
150000- 200000	-	4	5,26	358	4,61	2	5,0	148	1,99	1	3,03	85	3,66	7	4,70	591	3,38
200001- 300000	9	11,84	1.970	25,37	3	7,5	191	2,57	3	9,09	326	14,04	16	10,74	2.487	14,20	
300001- 500000	-	12	15,79	1.205	15,52	4	10,0	485	6,54	2	6,06	47	2,02	17	11,41	1.737	9,92
500001- 700001	-	6	7,89	437	5,63	1	2,5	240	3,23	3	9,09	120	5,17	10	6,71	797	4,55
> de 700001	33	43,42	2.909	37,46	14	35,0	2.525	34,03	18	54,55	1.120	48,23	65	43,62	6.554	37,43	
<b>TOTAL</b>	<b>76</b>	<b>100</b>	<b>7766</b>	<b>100</b>	<b>40</b>	<b>100</b>	<b>7421</b>	<b>100</b>	<b>33</b>	<b>100</b>	<b>2322</b>	<b>100</b>	<b>149</b>	<b>100</b>	<b>17909</b>	<b>100</b>	
<b>CÉLULAS SOMÁTICAS CS/mL</b>																	
< de 100000	5	6,58	465	5,99	5	12,50	445	6,00	0	0	0	0,00	10	6,71	910	5,20	
100001- 200000	a	16	21,05	1.431	18,43	6	15,00	1.100	14,82	4	12,12	154	6,63	26	17,45	2.685	15,33
200001- 300000	a	21	27,63	2.310	29,75	7	17,50	1.210	16,31	5	27,27	435	18,73	33	22,15	3.955	22,59
300001- 500000	a	18	23,68	1.797	23,14	11	27,50	2.277	30,68	12	36,36	706	30,40	41	27,52	4.780	27,30
500001- 700000	a	10	13,16	639	8,23	3	7,50	1.146	15,44	6	18,18	687	29,59	19	12,75	2.472	14,12
700001- 1000000	a	5	6,58	764	9,84	7	17,50	1.153	15,54	4	12,12	266	11,46	16	10,74	2.183	12,47
1000001- 2000000	a	1	1,32	360	4,64	1	2,50	90	1,21	2	6,06	74	3,19	4	2,68	524	2,99
<b>TOTAL</b>	<b>76</b>	<b>100</b>	<b>7766</b>	<b>100</b>	<b>40</b>	<b>100</b>	<b>7421</b>	<b>100</b>	<b>33</b>	<b>100</b>	<b>2322</b>	<b>100</b>	<b>149</b>	<b>100</b>	<b>17909</b>	<b>100</b>	

La alta carga de bacterias contaminantes en la leche disminuye la vida útil de los productos elaborados, desmejora la calidad organoléptica y nutricional e interfiere en los procesos de fermentación ácido láctica y en la coagulación enzimática promoviendo el deterioro o proteólisis de las caseínas (SIGNORINI *et al.*, 2008). SILANIKOVE *et al.* (2010), afirman que recuentos elevados de bacterias mesófilas aerobias (BMA), bacterias coliformes totales (BCT) y bacterias psicrófilas pueden ser una fuente de transmisión de intoxicaciones alimentarias.

Los promedios de los RCS de los centros de acopio 1 y 2 presentaron diferencias significativas con el centro de acopio 3 (Tabla 3). Estos promedios son superiores  $230.000 \pm 5.650$  CS/mL (CALDERÓN *et al.*, 2011) que fue considerado como bajo en leches sin mastitis subclínica y cuando comparó leches con altos recuentos ( $1.253.000 \pm 424.500$  CS/mL), se encontró que se afectó significativamente la calidad fisicoquímica y se disminuyó en un 5,58% el rendimiento en la producción de queso costeño. Igualmente, se reportó un valor de  $345.133 \pm 302.241$  (CALDERÓN *et al.*, 2012). En el norte de Antioquia (Colombia) se ha reportado RCS menores o iguales a 400.000 CS/mL (POSADA *et al.*, 2010), parámetro aceptado por la industria lechera, pero que evidencia problemas de mastitis subclínica, pérdidas en la calidad y volumen de producción. Se estableció un promedio de 642.000 CS/mL y en el 39,54% del volumen de la leche no superó los estándares internacionales para RCS (VÁSQUEZ *et al.*, 2012). Estos trabajos están concluyendo que se debe disminuir este recuento para ser competitivos en mercados internacionales

Solamente en el 6,71% (10/149) de las fincas el RCS fue <100.000 CS/mL y en el 17,45% (26/149) los recuentos fueron <200.000 CS/mL (Tabla 3), RCS menores o igual a 200.000 pueden ser considerados como buenos, pero con casos de mastitis subclínica. RCS mayores a 400.000 CS/mL se están presentando casos subclínicos y clínicos y donde es necesario implementar de forma inmediata medidas de prevención y control de la mastitis bovina. RCS < a 400.000 Cs/mL son indicativos de fincas con buenas prácticas de manejo, pero que no hacen énfasis en el control de la mastitis (SEARS y McCARNTHY, 2003).

## Conclusiones

Las variables fisicoquímicas analizadas en estas leches crudas presentaron una excelente calidad composicional, pero su calidad microbiológica al igual que la sanidad de las ubres es deficiente y se hace necesario implementar programas de aseguramiento de la calidad en las empresas ganaderas, que permita la obtención de una materia prima de excelente calidad.

## Referencias

- ÁLVAREZ, F.; HERRERA, H.; BARRERAS, S. 2012. Calidad de la leche cruda en unidades de producción familiar del sur de Ciudad de México. Arch Med Vet 44:237-242.
- BARBOSA, C.M. BRREIRO, R.J.; MESTIERI, L.; DE FELÍCIO, P. M. A.; VEIGA, S.M.; 2013. Effect of somatic cell count and mastitis pathogens on milk composition in Gyr cows. BMC Veterinary Research 9(67):1-7.
- BERNAL, M.L.R.; ROJAS, G.M.A.; VÁZQUEZ, F.C.; ESPINOZA O.A.; ESTRADA, F.J.; CASTELÁN, O.P.A. 2007. Determinación de la calidad fisicoquímica de la leche cruda producida en sistemas campesinos en dos regiones del Estado de México. Vet. México. 38(4):395-407.
- RIÑEZ, W.; VALBUENA, E.; CASTRO, G.; TOVAR, A.; RUIZ, R.J. 2008. Algunos parámetros de composición y calidad en leche cruda de vacas doble propósito en el municipio Machiques de Perijá. Estado Zulia, Venezuela. Rev. Cient. Maracaibo. 18(5):607-617.
- CALDERÓN, A.; GARCÍA, F.; 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.; 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.

CALDERÓN, A.; ARTEAGA M.R.; RODRÍGUEZ, V.C.; ARRIETA, G.J.; BERMÚDEZ, D.C.; VILLAREAL, V.P. 2011. Efecto de la mastitis subclínica sobre el rendimiento en la fabricación del queso costeño. *Biosalud* 10(2):16-27.

CALDERÓN, A.; RODRÍGUEZ, V.; ARRIETA, G.; MARTÍNEZ, N.; VERGARA, O. 2012. Calidad fisicoquímica y microbiológica de leches crudas en empresas ganaderas del sistema doble propósito en Montería (Córdoba). *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient* 15(2):399-407.

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 Pec* 20(4):472-483.

CERVANTES, E.F.; ALFREDO CESÍN, V.A.; MAMANI, O.I. 2013. La calidad estándar de la leche en el estado de Hidalgo, México. *Rev Mex Cienc Pecu* 4(1):75-86.

CHACÓN, V.A. 2004. Acidez y peso específico de la leche de cabra de un grupo de capricultores de la meseta central costarricense. *Agronomía Mesoamericana* 15(2):179-183.

DeLAVAL. Manual de instrucciones. 2005. DeLaval International Tumba, Suecia.

DeLAVAL. Lechería. Por qué enfriar leche, 2006. Disponible en: [http://www.delaval.com.ec/Dairy\\_Knowledge/EfficientCooling/Why\\_Cool\\_Milk.htm](http://www.delaval.com.ec/Dairy_Knowledge/EfficientCooling/Why_Cool_Milk.htm) Consultado: 11-05-2014.

GARCÍA, C.; GUZMÁN, E.; ZALDIVAR, N. 2013. Parámetros físico-químicos de leche cruda. *Rev. prod. anim* 1(25):1-4.

GERBER, N. 1994. Tratado práctico de los análisis de la leche y del control de los productos lácteos. Gráficas ROA, Santander, España.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA). 2008. Resolución 3885. Por la cual se establece el sistema de inspección, evaluación y certificación oficial de la producción primaria de leche. Disponible desde: [http://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion\\_ica\\_3585\\_2008.htm](http://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_ica_3585_2008.htm) Consultado 11-05-2014.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS (ICONTEC). 1993. Manual de métodos fisicoquímicos para el control de calidad de la leche y sus derivados. Santafé de Bogotá, Colombia.

INSTITUTO NACIONAL DE VIGILANCIA DE MEDICAMENTOS Y ALIMENTOS (INVIMA). 1998. Manual de técnicas de análisis para control de calidad microbiológico de alimentos para consumo humano.

MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. (MINPROTECCIÓN). 2006. Decreto 616 del 28 de Febrero 2006. 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. Disponible desde:  
<http://www.redlactea.org/decretos.htm>. Consultado: 11-05-2014.

MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. (MINPROTECCIÓN). 2011. Decreto 1880 del 27 de Mayo de 2011. Por el cual se por el cual se señalan los requisitos para la comercialización de leche cruda para consumo humano directo en el territorio nacional. Disponible en:  
<http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Decretos/2011/Documents/Mayo/27/de c188027052011.pdf> Consultado: 11-05-2014.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL (MINAGRICULTURA) 2012. Resolución Número 000017 del 20 de Enero de 2012. Por la cual se establece el sistema de pago de la leche cruda al proveedor.. Disponible en:  
[http://www.sic.gov.co/documents/10157/353524/Resolucion\\_17\\_2012.pdf/def3be8c-7678-4ef8-bb7d-cb8643c3f07d](http://www.sic.gov.co/documents/10157/353524/Resolucion_17_2012.pdf/def3be8c-7678-4ef8-bb7d-cb8643c3f07d). Consultado en: 11-05-2014.

NEWTON, P.R.; WELLINGTON, H.; MONARDES, H.G.; COTARELLI, U.V.A. 2004. Solidos totais do elite em amostras de tanque nos estado do Parana, Santa Cataribna e Sao Paulo. R. Bras Zootec 33(6):2343-2350.

ORTIZ, M.; RÍOS M. 2006. Comparación de los métodos petrifilm coliformes y número más probable (NMP) para la determinación de coliformes totales en muestra de queso blanco. Rev INHRR 37(2):15-18.

POSADA, A, S.; T LOAIZA E.T.; RESTREPO J.E. OLIVERA M. 2010. Caracterización del ordeño manual e identificación de puntos críticos de control para la calidad higiénica de la leche en una finca del norte de Antioquia. Rev. Lasallista Investig 7(2):35-46.

ROSA, D.C.; TRENTIN, J.M.; PESSOA, G.A.; SILVA, C.A.M.; RUBIN, M.I.B. 2012. Qualidade do leite em amostras individuais e de tanque de vacas leiteiras. Arq. Inst. Biol., São Paulo 79(4):485-493.

RUIZ, C.T.; OROZCO, S.; RODRÍGUEZ, L.S.; IDÁRRAGA, L.; 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. & Div Cient 15(1):147-155.

SALOMÓN, J.A.; HEREDIA, M.R.; GARCÍA, R.O. 2006. Coliformes fecales y mesofílicos aerobios en alimentos, superficies y manos del personal y niños de una guardería. Rev Biomed 17:86-95.

SANDOVAL, A.; LANSING, G.; DÍAZ, H.; ALONSO, N. 2011. Influencia del nivel de células somáticas en la composición físico – química de la leche en la localidad de Paratodo, departamento de Presidente Hayes–Paraguay. *Compend. cienc. vet.* 1(1):31-34.

SEARS, P.M.; MCCARTHY, K.K. 2003. Management and treatment of staphylococcal mastitis. *Vet Clin. Nort. Am. Food Anim. Pract* 19:171-185

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS (SAS). 2001. User's Guide (Version 9.1), Cary (USA). Institute. SAS/STAT.

SIGNORINI M.L.; SEQUEIRA, J.G.; BONAZZA, J.C, SANTINA, R.D.; MARTÍ, L.E.; SEBASTIÁN, F.L.; ROSMINI, M.R. 2008. Utilización de microorganismos marcadores para la evaluación de las condiciones higiénico-sanitarias en la producción primaria de leche. *Rev. Cient. FCV-LUZ* 18(2):207-217.

SILANIKOVE, N.; LEITNER, G.; MERIN, U. 2010. Recent advances in exploiting goat'smilk: Quality, safety and production aspects. *Small Ruminant Research* 89:110-124.

VÁSQUEZ, J.F.; LOAIZA, E.T.; OLIVERA, M. 2012. Calidad higiénica y sanitaria de leche cruda acopiada en diferentes regiones colombianas. *Orinoquia* 16(2):13-23.

VILLOCH A. 2010. Buenas prácticas agropecuarias para la producción de leche. sus objetivos y relación con los códigos de higiene. *Rev. Salud Anim.* 32(3): 137-145.