

Evaluación de la calidad de leches crudas en tres subregiones del departamento de Sucre, Colombia

Evaluation of raw milk quality in three subregions of the department of Sucre, Colombia

Romero P, Alberto^{1*} Zootec, Calderón R, Alfonso² M.Sc., Rodríguez R, Virginia³ M.Sc.

¹ Universidad de Córdoba, Maestría en Ciencias Veterinarias del Trópico, Colombia.

² Universidad de Córdoba, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Grupo de Investigación en Producción Animal Tropical (GIPAT), Colombia.

³ Universidad de Córdoba, Programa de Bacteriología, Grupo de Investigaciones Microbiológicas y Biomédicas de Córdoba(GIMBIC), Colombia.

KEYWORDS:

Protein;
somatic cells;
microbiological;
inhibitors.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the physicochemical, microbiological quality, somatic cell count and presence of inhibitors in raw milks in the department of Sucre. 150 samples of raw milk from six storage centers or processing plants from three subregions of the department of Sucre (Sabanas, San Jorge and Gulf of Morrosquillo) were taken using a descriptive cross-sectional study. 25 samples in each collection center that correspond to 25 producers from the different subregions of the department were taken. Microbiological and physicochemical parameters and udder health were determined of a total of 50 samples for each subregion. The data obtained were analyzed according to accepted standards in Colombia. For the most part of the physicochemical parameters, were within the accepted values established in decree 616 of 2006 and decree 1880 of 2011 (protein $\geq 2.9\%$, fat $\geq 3.0\%$, density (15°C) ≥ 1.030 , TS ≥ 11.30 , SNF ≥ 8.30). The count of colony forming units (CFU/mL) in the different subregions was greater than 600,000 CFU/mL. The somatic cell count (SCC/mL) was greater than 500,000 SCC/mL. In 8% of the sampled milks showed presence of inhibitors. Overall, the raw milk had good physicochemical quality but, the microbiological quality and health of the udder were poor, which requires immediate implementation of programs in order to obtain high quality hygienic milk.

PALABRAS CLAVE:

Proteína;
células somáticas;
microbiológica;
inhibidores.

RESUMEN

El objetivo fue evaluar la calidad fisicoquímica, microbiológica, recuento de células somáticas y presencia de inhibidores en leches crudas en el departamento de Sucre. Mediante un estudio descriptivo de corte transversal, se tomaron 150 muestras de leche cruda procedentes de seis centros de acopio o plantas procesadoras de tres subregiones del departamento de Sucre (Sabanas, San Jorge y Golfo del Morrosquillo). En cada centro de acopio se tomaron 25 muestras que correspondieron a 25 productores de las diferentes subregiones del departamento, para un total de 50 muestras por cada subregión. Se determinaron parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y de sanidad de la ubre. Los datos obtenidos se analizaron de acuerdo a la normatividad vigente en Colombia. Los parámetros fisicoquímicos en su mayoría se hallaron dentro de los valores aceptados establecidos en el decreto 616 de 2006 y el decreto 1880 de 2011 (proteína $\geq 2,9\%$, grasa $\geq 3,0\%$, densidad (15°C) ≥ 1.030 , ST $\geq 11,30$, SNG $\geq 8,30$). El recuento de unidades formadoras de colonias (UFC/mL) en las diferentes subregiones fue mayor a 600.000. El recuento de células somáticas (RCS/mL) fue mayor a 500.000. En el 8% de las leches muestreadas se encontró presencia de inhibidores. Se encontró buena calidad fisicoquímica, sin embargo la calidad microbiológica y la sanidad de la ubre son deficientes, lo que requiere de implementación inmediata de programas para la obtención de leches de buena calidad higiénica.

INFORMACIÓN

Recibido: 21-08-2017;

Aceptado: 20-01-2018.

Correspondencia autor:

aromeropalacios11@correo.unicordoba.edu.co

INTRODUCCIÓN

La producción de leche de alta calidad y la buena salud del rebaño, son los principales objetivos de la producción primaria de leche (JANŠTOVÁ *et al.*, 2011). Debido a su alto valor nutritivo, la leche es considerada como uno de los alimentos más importantes en la dieta de las personas; nutricionalmente ha sido definida como el alimento casi perfecto (GEMECHU *et al.*, 2015). La demanda de los consumidores por leche segura y de alta calidad, ha puesto una responsabilidad significativa en los productores de leche, los minoristas y procesadores para producir y comercializar leche y productos lácteos seguros (FAO, 2012).

La leche obtenida de la ubre de un animal sano está libre de bacterias patógenas, pero algunos de los animales en condiciones de campo pueden sufrir de mastitis subclínica y excretar el agente causal en la leche, además, través de los utensilios, la piel de los animales, el medio ambiente o el agua utilizada para la limpieza, la leche fresca puede ser contaminada (EL-LEBOUDI., 2014); todos estos factores deterioran considerablemente las propiedades fisicoquímicas de la leche, afectando su rendimiento y los parámetros físico-químicos durante los procesos de coagulación (CALDERÓN *et al.*, 2012), y dificultando su uso como alimento inocuo en la dieta del ser humano.

En Colombia, el gobierno ha establecido un marco regulatorio para la producción, procesamiento y comercialización de leche cruda, con el fin de minimizar riesgos para la salud de los seres humanos (MINPROTECCIÓN, 2006-2011). CALDERÓN *et al.* (2006), recomiendan que una leche de excelente calidad debe presentar un porcentaje de proteína >3,2%, grasa >3,5%, sólidos totales >12,2%, bajo recuento de mesófilos <50.000 UFC/mL y un recuento de células somáticas (SCR) <100.000 SC/mL. De igual manera debe estar libre de inhibidores y se debe garantizar su inocuidad (MINPROTECCIÓN, 2006-2011).

El consumo de leche per cápita en Colombia hasta el año 2016 fue de 140 litros por habitante (FEDEGAN, 2016). Así mismo, según el gremio ganadero, la producción de leche en el país, en el año 2016 fue de 6.391 millones de litros. En el departamento de Sucre, según los consensos municipales de la UMATA, se produjeron 170.994.379 litros de leche bajo el sistema de doble propósito, de 186.210 vacas en ordeño, destacándose las subregiones de Sabanas, Golfo del Morrosquillo y San Jorge, como las principales regiones productoras del departamento, con una producción anual de 50.843.770, de 34.861.698 y de 32.927.015 litros, respectivamente (SECDESARROLLO, 2016). Del total de la leche producida en el departamento de Sucre, una gran parte es acopiada y utilizada en la elaboración

de subproductos (MARTÍNEZ *et al.*, 2014), otra parte es comercializada informalmente por vendedores cruderos (OLIVERO *et al.*, 2011) y el resto es autoconsumo.

En términos de calidad composicional, las leches producidas en la costa norte Colombiana presentan valores similares y por encima de los establecidos en el Decreto 616 de 2016 y decreto 1880 de 2011, del ministerio de la protección social de Colombia (proteína $\geq 2,9\%$, grasa $\geq 3,0\%$, densidad (15°C) ≥ 1.030 , ST $\geq 11,30$, SNG $\geq 8,30$) (CALDERÓN *et al.*, 2012; MARTINEZ *et al.*, 2014; JIMENEZ *et al.*, 2016), sin embargo, no reúne los criterios de calidad microbiológica y sanitaria exigida por la norma nacional, lo que limita en gran medida su incursión en el mercado, distribuyéndose en el entorno local para la elaboración de subproductos informalmente y para el consumo directo (menudeo) (OLIVERO *et al.*, 2011), de tal manera que el valor pagado al productor disminuye, mientras que los costos de producción se mantienen o aumentan. Adicionalmente, la falta de aplicación de protocolos de producción y obtención de leche en finca, en la mayoría de las zonas del departamento, constituye en gran medida el punto de partida para la adquisición de una materia prima con baja calidad higiénico-sanitaria (MARTÍNEZ *et al.*, 2014).

Poco se ha estudiado acerca de la determinación de calidad de leches crudas desde el punto de vista fisicoquímico y microbiológico en el departamento de Sucre; es importante conocer la calidad de leches producidas; por lo anterior el objetivo general de este estudio fue determinar la calidad fisicoquímica, microbiológica, recuento de células somáticas y la presencia de inhibidores en leches crudas en el departamento de Sucre.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación. Este estudio se realizó en el departamento de Sucre, que pertenece a la región de la llanura del Caribe colombiano, localizado entre los $10^{\circ}08'03''$ y $08^{\circ}16'46''$ de LN y los $74^{\circ}32'35''$ de LO. Abarcó tres de las cinco subregiones que componen este departamento, entre las cuales se encuentran la subregión Sabanas, la subregión San Jorge y la subregión Golfo del Morrosquillo (Gobernación de Sucre).

Tipo de estudio. Descriptivo de corte transversal.

Tamaño de la muestra. En seis centros de acopio y/o plantas procesadoras pertenecientes a las subregiones Sabanas, San Jorge y Golfo del Morrosquillo, en el departamento de Sucre, se tomaron 150 muestras de leche cruda; en cada centro de acopio se tomaron 25

muestras que correspondieron a 25 productores por centro de acopio; en total 50 productores por cada una de las tres subregiones evaluadas. El muestreo se llevó a cabo en época de máxima precipitación.

Criterio de selección. Las tres subregiones se seleccionaron teniendo en cuenta que su potencial de producción anual en litros fuese mayor al de las dos subregiones restantes, así mismo, que se tratase de leches de acopio con destino a la transformación para el consumo humano.

La tabla 1 muestra las distintas subregiones de muestreo, los municipios y número de muestras tomadas por cada subregión.

Tabla 1. Número de muestras y zonas de muestreo de leches crudas en tres subregiones del departamento de Sucre.

Subregión	Municipios	Número de proveedores/ fincas	Centros de acopio
Sabanas	Galeras, Sincé, Betulia, Corozal	50	2
San Jorge	Caimito, San Marcos, San Benito, La unión	50	2
Golfo del Morrosquillo	Tolú, Toluviejo, San Onofre, S.A. Palmito	50	2
Total		150	6

Muestreo. Como la leche es transportada en cantinas o recipientes de plástico hasta la entrega en los centros de acopio y/o plantas procesadoras, a cada uno de los recipientes de un mismo proveedor, se le tomó una submuestra de 25 mL (previa agitación mediante agitador estéril durante 3 o 4 minutos por medio de un muestreador de acero inoxidable estéril), las cuales se mezclaron, y de estas submuestras se tomó una muestra de leche de 200 mL, a la cual se le determinó la acidez con una solución de alcohol etílico al 68%; **sólo** se tomaron muestras que dieron negativo a esta prueba. De esta muestra de 200 mL, se tomaron 150 mL que se envasaron en dos frascos estériles que se identificaron con un código previamente establecido. A la muestra para la determinación de los parámetros fisicoquímicos se le adicionó un conservante (Bromopol). Las muestras se conservaron en refrigeración, entre 4° y 7° C para ser enviadas al laboratorio del Consejo Nacional de la Calidad de Leche y Prevención de la Mastitis (CNLM), en Bogotá D.C, donde se implementó el análisis fisicoquímico, microbiológico y el recuento de células

somáticas (RCS/mL); las muestras se procesaron en menos de 24 horas después de su recolección.

Parámetros fisicoquímicos. Se determinaron parámetros físicos como: densidad (método ultrasonido) y punto de crioscopia; químicos: pH (método ultrasonido), porcentaje de grasa (% Grasa), porcentaje de proteína (% Proteína), porcentaje de sólidos totales (% ST), mediante la técnica de infrarrojo usando el MilkoScan®.

A la fracción restante se le realizó la determinación de la acidez por titulación con hidróxido de sodio (0.1N), de acuerdo a la metodología propuesta en la norma Icontec (1993) y el resultado se expresó en porcentaje de ácido láctico (% de A. láctico). **La determinación del porcentaje de sólidos no grasos (% SNG)**, se llevó a cabo mediante el método del refractómetro de Bertuzzi (Gerber, 1994); estas dos **últimas** determinaciones se realizaron a nivel de plataforma o recepción de las muestras.

Parámetros microbiológicos. El recuento estándar en placa (UFC/mL), se realizó mediante la técnica de infrarrojo usando el MilkoScan®.

Recuento de células somáticas. La presencia de células somáticas se determinó a través del método de microscopía electrónica fluorescente (MEF) (RCS/mL).

Presencia de inhibidores. Igualmente, se determinó la presencia de inhibidores por el método Betastar® **Combo (CHR Hansen), método rápido para la detección de Betalactámicos** (penicilinas, ampicilina, cefalosporina) y tetraciclinas.

Análisis estadístico. Se realizó un análisis descriptivo a las variables fisicoquímicas, microbiológicas y el recuento de células somáticas (RCS/mL). Todos estos análisis se efectuaron mediante el software estadístico InfoStat®, versión estudiantil.

RESULTADOS

En la tabla 2 se muestra el análisis estadístico descriptivo de los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y el recuento de células somáticas (RCS/mL) de las muestras evaluadas.

DISCUSIÓN

El promedio de la densidad de la leche en las distintas subregiones evaluadas fue de 1,030 g/mL (Tabla 2); este valor se encuentra dentro del rango (1.030 - 1.033 g/mL), establecido en la norma de regulación nacional (MINPROTECCIÓN, 2006-2011). Valores similares

Tabla 2. Análisis descriptivo de leches crudas en tres subregiones del departamento de Sucre.

Variable	Subregión	Media	SD	Min	Max
Densidad	1	1,030	0,0092	1,030	1,030
	2	1,030	0,0013	1,030	1,030
	3	1,030	0,0015	1,030	1,030
Punto de Crioscopía	1	0,520	0,010	0,510	0,530
	2	0,520	0,010	0,510	0,530
	3	0,520	0,0044	0,510	0,530
pH	1	6,59	0,14	6,28	7,0
	2	6,61	0,09	6,40	7,0
	3	6,52	0,14	5,91	6,71
% A. láctico	1	0,14	0,01	0,13	0,16
	2	0,15	0,01	0,13	0,17
	3	0,15	0,01	0,13	0,18
% Proteína	1	3,29	0,19	2,95	4,17
	2	2,96	0,36	2,25	3,51
	3	3,10	0,21	2,72	3,46
% Grasa	1	3,75	0,31	3,20	4,78
	2	3,37	0,35	2,58	4,37
	3	3,64	0,70	2,43	5,81
% SNG	1	8,70	0,72	7,0	10
	2	9,07	0,44	8,2	10
	3	8,88	0,45	7,6	10
% ST	1	12,23	0,45	11,28	14,21
	2	11,71	0,5	11,03	13,07
	3	11,95	0,91	10,55	14,38
RCS/mL	1	537520	296611	147000	1583000
	2	587380	300726	24000	1702000
	3	623818	328056	47000	1700000
UFC/mL	1	699120	647193	2000	>3000000
	2	961540	793921	2000	2400000
	3	1308580	1179938	16000	>3000000

Número de muestras 50; 1: Subregión Sabanas; 2: Subregión San Jorge; 3: Subregión Golfo del Morrosquillo. SD: desvío estándar; Min: valor mínimo; Max: valor máximo; ST: sólidos totales; SNG: sólidos no grasos; UFC: unidades formadoras de colonias; CS: células somáticas.

encontraron MARTÍNEZ *et al.*, (2014) en leches acopiadas en la misma zona en época seca y época de lluvias (1,030 y 1,032 g/mL, respectivamente). Son también similares a los reportados por CALDERÓN *et al.*, (2011) en empresas ganaderas del departamento de Córdoba $1,032 \pm 0,001$ y a $1,032 \pm 0,007$ g/mL, en leches sin mastitis subclínica (CALDERÓN *et al.*, 2012). Valores más altos de densidad se reportaron en México y se asociaron con altos porcentajes de proteína y sólidos totales (BERNAL *et al.*, 2007). Se ha establecido que la densidad de la leche cambia con la temperatura, porque el agua y la grasa se expanden a medida que se calientan (HURLEY, 2010).

El punto medio de crioscopía (PC) en las tres subregiones fue de $-0,52$ °C, con un mínimo de $-0,51$ °C y un máximo de $-0,53$ °C (Tabla 2), es decir, valores que están dentro del límite establecido por

la normatividad Colombiana ($-0,550$ °C a $-0,530$ °C). Punto de crioscopía es un indicador importante en la calidad de la leche, que se evalúa en tanques de acopio, principalmente para determinar el grado de adulteración de la leche (WANGDI *et al.*, 2014). El PC en la leche es una variable relativamente constante, como consecuencia del equilibrio osmótico de la leche y la sangre, pero que puede ser altamente modificado en el ambiente externo (HENNO *et al.*, 2007).

El valor promedio de la acidez de las muestras de leche fue de 0,14% y 0,15% de ácido láctico (Tabla 2), valores que se encuentran en el rango (0,13-0,17% de a. láctico) normal en Colombia (MINPROTECCIÓN, 2006-2011). Valores más altos en la acidez han sido reportados en zonas del departamento de Córdoba por CALDERÓN *et al.*, 2007 y CALDERÓN *et al.*, 2012; ellos encontraron valores de 0,19% y 0,17%,

asociados al almacenamiento inapropiado de la leche y falta de refrigeración en zonas con altas temperaturas, lo que aumenta la proliferación bacteriana y como consecuencia el aumento en los valores de acidez. Los valores encontrados en el presente trabajo también son menores a los hallados por DIAZ, *et al.* (2015), (0,17-0,21) en leches crudas acopiadas en el departamento de Caldas, asociado a altas cargas bacterianas por malas condiciones en el proceso de ordeño.

El porcentaje promedio de proteína fue de 3,10% y de 3,29% en las subregiones Sabanas y Golfo del Morrosquillo, siendo un poco más bajo en la región del San Jorge: 2,96% (Figura 1). Estos resultados son menores que el reportado por CALDERÓN *et al.* (2007), que fue de 3,6%, y similares (con excepción de la región San Jorge) a 3,22% y 3,28% determinado por CALDERÓN *et al.* (2011) y CALDERÓN *et al.* (2012), respectivamente. También son similares a los encontrados por MARTÍNEZ *et al.* (2014): 2,85% y 3,13% en la misma zona, en épocas de mínima y máxima precipitación, respectivamente. BOTERO *et al.* (2012), reportaron valores más altos en una zona del departamento de Sucre, en hatos ganaderos pequeños y grandes, en época de baja precipitación (3,57% y 3,76%, respectivamente). En contraste, DIAZ, *et al.* (2015), encontraron un porcentaje de proteína más bajo en leches crudas del departamento de Caldas (2,93%). Todos los valores, excepto el hallado en la región del San Jorge, se encuentran dentro del rango mínimo de 3% aceptado por la legislación para Colombia (MINPROTECCIÓN, 2006-2011).

Los porcentajes medios de grasa que se determinaron en este estudio, fueron de 3,75%, 3,64% y 3,37% (Figura 1) para las subregiones Sabanas, San Jorge y G. Morrosquillo, respectivamente, con mínimos entre 2,43% y 3,20%, y máximos entre 4,78% y 5,81% (Tabla 2). Los valores encontrados en cada subregión son mayores al rango establecido por el decreto 616 de 2006 (MINPROTECCIÓN, 2006-2011), para el cual, el porcentaje mínimo de grasa que debe tener la leche cruda para consumo en el país, debe ser del 3%. Valores similares y más altos fueron reportados por RODRIGUEZ, *et al.* (2014) en leches acopiadas en el departamento de Córdoba; estos autores encontraron porcentajes de grasa láctea entre 3,67% y 4,11%, asociada principalmente al tipo racial en la zona, donde prevalecen los cruces *Bos Taurus* X *Bos indicus*. Estos promedios son similares al 3,64% (CALDERÓN *et al.* 2011), y al 3,70% (CALDERÓN *et al.*, 2012) encontrados en leches muestreadas en el departamento de Córdoba. Son mayores, también, a 3,47% y 3,56%, reportados por MARTÍNEZ *et al.* (2014), en época seca y época de lluvias, respectivamente, en una zona del departamento de Sucre. Los valores encontrados pueden también atribuirse a la alimentación del ganado,

la cual está basada mayoritariamente en el consumo de forrajes y suplementación con sales mineralizadas pues éste factor representa una estrecha relación sobre la composición de la leche, principalmente sobre el contenido de grasa (CERVANTES *et al.*, 2013).

Los porcentajes de SNG en las leches muestreadas en este trabajo, en las tres subregiones fueron de 8,70%, 9,07% y 8,88%, en la región Sabanas, San Jorge y G. Morrosquillo, respectivamente (Figura 1), con mínimos y máximos generales entre 7,0% y 10% (Tabla 2). Estos valores son superiores al mínimo establecido (8,3%) en la norma de regulación nacional (MINPROTECCIÓN, 2006-2011), y a los reportados por CALDERÓN *et al.* (2007) y CALDERÓN *et al.* (2011) (8,38% y 8,59% respectivamente), en leches evaluadas en el departamento de Córdoba. Son superiores también a los reportados por DIAZ, *et al.* (2015); 7,87% en hatos lecheros del departamento de caldas. Según ALVAREZ *et al.* (2012), el porcentaje de SNG no cambia significativamente durante el año en los hatos ganaderos, este es, además, un indicador importante de calidad composicional en la leche.

El promedio del porcentaje de sólidos totales ST fue de 12,23%, 11,71% y 11,95% en las subregiones Sabanas, San Jorge y G. Morrosquillo, respectivamente. Estos valores son superiores a los establecidos en la norma actual colombiana (11,30%, MNPROTECCION, 2006) y son clasificados como leche ordinaria (CALDERÓN *et al.*, 2006). Son superiores a 12,06% reportado por CALDERÓN *et al.* (2007) y 11,45% hallados por CALDERÓN *et al.* (2012) en leches crudas acopiadas en el departamento de Córdoba. Valores similares y superiores reportaron BOTERO *et al.* (2012) en un sector del departamento de Sucre: 12,30%, 13,21% y 12,66%, en hatos ganaderos pequeños, medianos y grandes, respectivamente. Factor de gran importancia, dado que la comercialización y fijación de precios en la leche para procesamiento, se ha estandarizado, principalmente, en función del contenido de ST en la mayoría de los países (WANGDI *et al.*, 2014).

Los valores medios de **células somáticas RCS/ mL** hallados en este trabajo, para las subregiones Sabanas, San Jorge y G. Morrosquillo, fueron de 537.520, 587.380 y 623.818 CS/mL, respectivamente, presentando valores mínimos entre 24.000 y 147.000 CS/mL y máximos entre 1.583.000 y 1.702.000 CS/mL. Actualmente la norma colombiana no establece un rango en RSC/mL. Sólo el 8,6% del total de las muestras estuvo entre 24.000 y 200.000 CS/mL, consideradas como leches buenas (CALDERON *et al.*, 2006). Estos autores también indicaron que leches regulares y malas son las que tienen un RCS/mL entre 200.000 y 400.000, y mayor a 400.000, respectivamente; los valores hallados en este trabajo indican que el 20,6% de

las leches muestreadas aplican para leches regulares en RCS/mL y el 70,8% restante para leches de mala calidad (CALDERON *et al.*, 2006). RCS/mL menores o igual a 200.000 pueden ser considerados como buenos, pero con casos de mastitis subclínica (RODRIGUEZ, *et al.*, 2014).

Los resultados obtenidos en este trabajo nos indican que en más del 90% de las empresas ganaderas evaluadas se presentan casos de mastitis subclínica y clínica, factor que acrecienta la necesidad de implementar programas de prevención y control de la mastitis en los hatos ganaderos del departamento. Los valores encontrados en este trabajo son mayores a 230.000 CS/mL y 345.133 CS/mL, reportados por CALDERÓN *et al.*, (2011) y CALDERÓN *et al.*, (2012), respectivamente, en leches acopiadas en el departamento de Córdoba. BOTERO *et al.*, (2012) también reportaron una incidencia alta (>20%) de mastitis en una zona del departamento de Sucre, asociada al desconocimiento de buenas prácticas agropecuarias. La mastitis subclínica produce una disminución en la producción y la calidad de la leche, mediante los cambios en la concentración de sus principales componentes, como: proteína, grasa, lactosa, minerales y enzimas (CUNHA *et al.*, 2008).

Los valores promedios de UFC/mL encontrados en las muestras de leche cruda de las tres subregiones (Sabanas, San Jorge y Golfo del Morrosquillo) fueron de 699.120, 961.540 y de 1.308.580 UFC/mL, respectivamente, presentando mínimos entre 2.000 y 16.000 UFC/mL y máximos de >3.000.000, 2.400.000 y >3.000.000 UFC/mL, respectivamente, obteniendo la región Sabanas el mínimo permitido por la legislación colombiana de 700.000 UFC/mL, mientras las regiones del San Jorge y Morrosquillo sobrepasaron este valor. MARTÍNEZ *et al.*, (2014) encontraron valores superiores de UFC en Sucre en época de lluvias y época seca; estos autores observaron que en época seca los recuentos fueron más altos ($1,0 \times 10^8$ UFC/mL) que en época de lluvias ($1,2 \times 10^7$ UFC/mL). Los resultados obtenidos en el presente trabajo indican que se debe iniciar de inmediato trabajos para optimizar la calidad microbiológica de la leche (CALDERON *et al.*, 2006).

JIMENEZ *et al.*, (2016) reportaron un valor inferior (305.276 UFC/mL) en leches del noroeste de Colombia, de igual manera que 235.450 UFC/mL reportado por

CALDERÓN *et al.*, (2012) en una finca equipada con un tanque de enfriamiento en Montería (Colombia). Asimismo, BOTERO *et al.* (2012) encontraron que leches de fincas pequeñas y grandes en Galeras presentaron contaminación y límites establecidos. Valores elevados en UFC/mL pueden atribuirse a las prácticas indebidas durante la obtención y el transporte de la leche, dentro de los cuales se tiene el ordeño en sitios con focos de contaminación, la utilización de utensilios contaminados, falta de cadena de frío y las altas temperaturas ambientales.(DIAZ, *et al.*, 2015); (MARTÍNEZ *et al.*, 2014).

La determinación de inhibidores, determinó que el 8% del total de las muestras fueron positivas, habiendo mayor presencia en la Subregión Golfo del Morrosquillo (5%) y menor en la subregión san Jorge (3%). No se encontró presencia de inhibidores en las leches muestreadas de la subregión sabanas. Se determinó la presencia de tetraciclinas en el 1,4% del total de las muestras y de β -lactámicos en el 6,6%. Actualmente en Colombia establece que la leche para consumo humano debe ser libres de inhibidores o antibióticos (MINPRORECCION, 2011). El alto porcentaje de contaminación de la leche por inhibidores o antibióticos, probablemente se explica principalmente por el suministro de preparaciones farmacéuticas intramusculares masivas e incontroladas para el tratamiento y prevención de enfermedades. Porcentajes más altos para la presencia de inhibidores o antibióticos han sido reportados en el departamento de Córdoba (Mattar *et al.* 2009). Entre los antibióticos comúnmente usados como: β -lactámicos, tetraciclina, aminoglucósidos, sulfonamidas y macrólidos; los β -lactámicos se usan principalmente para el tratamiento del ganado lechero, y uso indiscriminado, la falta de registros de medicamentos y el incumplimiento del tiempo de reposo en animales lactantes, causa una excreción sustancial de estos residuos en la leche (SOUGATA *et al.*, 2014).

En conclusión las leches muestreadas en tres subregiones del departamento de Sucre presentaron una excelente calidad fisicoquímica, sin embargo presentaron muy baja calidad microbiológica. Además se evidenció problemas de sanidad de la ubre. Los resultados de este trabajo sugieren que se debe implementar programas de buenas prácticas en las empresas ganaderas para asegurar la obtención de leches 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.
- BERNAL, M.; ROJAS, G.; VASQUEZ F.; ESPINOZA O.; ESTRADA F.; CASTELLANO O. 2007. Determinación de la calidad de la leche cruda producida en sistemas campesinos en dos regiones del estado de México. Vet México 38(4):395-407.
- BOTERO, L.; VERTEL, M.; FLOREZ, L.; MEDINA, J. 2012. Calidad composicional e higiénico-sanitaria de leche cruda entregada en época seca por productores de galeras, sucre. Vitae 19(Supl. 1):S314-S316
- CALDERÓN, A.; GARCÍA, F.; MARTINEZ, G. 2006. Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia. Revista 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.; RODRIGUEZ, V.; ARRIETA, G.; MARTINEZ, N.; VERGARA, O. 2012. Calidad fisicoquímica y microbiológica de leches crudas en empresas ganaderas del sistema doble propósito en Montería (Córdoba). Revista U.D.C.A. Act. & Div. Cient; 15(2):399-407.
- CERVANTES, F.; ALFREDO, A.; MAMANI, O. 2013. La calidad estándar de la leche en el estado de Hidalgo, México. Rev Mex Cienc Pecu 4(1):75-86.
- CUNHA, R.; MOLINA, L.; CARVALHO, A.; FACURY, E.; FERREIRA, P.; GENTILINI, M. 2008. Mastite subclínica e relação da contagem de células somáticas com número de lactações, produção e composição química do leite em vacas da raça Holandesa. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., 60(1): 19-24.
- DIAZ, F.; MAZZEO, M.; CAICEDO, J.; 2015. Caracterización de la calidad y de la inocuidad de la leche cruda procesada por la industria láctea del departamento de Caldas. Vector 6(2011):79 -84.
- EI-LEBOUDY, A.A.; AMER, A.; EL-MOHSEN, A. 2014. Detection of some pathogenic organisms from dairy farm milk. Alexandria Journal of Veterinary Sciences; 44(3):111-118.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2012). The World State of Agriculture and Food. Rome, FAO, part 2.
- FEDEGAN (Federación colombiana de ganaderos). 2016. Publicaciones estadísticas. Órgano de difusión de la federación colombiana de ganaderos, disponible en URL: <http://www.fedegan.org.co/estadisticas/publicaciones-estadisticas>
- GEMECHU, T.; BEYENE, F.; ESHETU, M. 2015. Physical and chemical quality of raw cow's milk produced and marketed in Shashemene Town, Southern Ethiopia. ISABB-Journal of Food and Agricultural Science; 5(2):7-13.
- GERBER, N. 1994. Tratado práctico de los análisis de la leche y del control de los productos lácteos. Gráficas ROA, Santander, España.
- HENNO, M.; OTS, M.; JOUDU, T.; KAART, O. 2007. Factors affecting the freezing point stability of milk from individual cows. International Dairy Journal 18:210–215.
- HURLEY, W. 2010. Lactation biology. Animal Sciences, Department of Animal Sciences, University of Illinois, Urbana, IL http://ansci.illinois.edu/static/ansc438/Milkcompsynth/milkcomp_density.html retrieved June 12, 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.
- JANŠTOVÁ, B.; DRAČKOVÁ, K.; DLESKOVÁ, K.; CUPÁKOVÁ, S. 2011. Quality of raw milk from a farm with automatic milking system in the Czech Republic. ACTA Vet. BRNO; 80:207–214.
- JIMENEZ, S.G.; VILLEGAS, P.J.; CALDERÓN, R.A.; RODRIGUEZ, R.V.; MAZA, A.L.; VERGARA, G.O. 2016. Raw milk quality in Northwestern Colombia. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias; 29:210-217
- MARTINEZ, M.; GÓMEZ, C. 2014. Calidad composicional e higiénica de la leche cruda recibida en industrias lácteas de sucre, Colombia. Revista. Biotec. Sec. Agrop y Agroind; 11(2): 93-100.
- MATTAR, S.; CALDERÓN R.; SOTELO, M.; SIERRA, M.; TORDECILLA, G. 2009. Detección de antibióticos en leches: Un problema de salud pública. Rev salud pública 11(4):579-590.
- 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). Decreto 1880. Por el cual se señalan los requisitos para la comercialización de leche para consumo humano directo en el territorio nacional. 2011.
- OLIVERO, R.; AGUAS, Y.; CURY, K. 2011. Comercialización de leche cruda en Sincelejo, Sucre, Colombia. Rev. Col. Cien. Anim. Recia. 3(1).2011.
- RODRIGUEZ, V.; CALDERON, A.; VERGARA, O. 2014. Calidad de leches crudas en tres empresas acopiadoras en córdoba. Rev. Colombiana cienc. Anim. 6(1):103-115.
- Secretaría departamental de desarrollo económico y medio ambiente de Sucre (SECDESARROLLO) 2016. Datos consensos municipales UMATA –SEDMA-. Gobernación de Sucre. 2016.
- SOUGATA, D.; NARESH, K.; RAGHU, V.; LOPAMUDRA, H.; MAJU, G.; VINAI, S.; ANIL, P. 2014. Microbial based assay for specific detection of β -lactam group of antibiotics in milk. J Food Sci. Technol. 51(6):1161–1166.
- TITOUCHE, Y.; HAKEM, A.; HOUALI, K.; YABRIR, B.; MALKI2, O.; CHERGUI, A.; CHENOUF, N.; YAHIAOUI, S.; LABIAD, M.; GHENIM, H.; KECHIH-BOUNAR, S.; CHIRILĂ, F.; NADĂȘN. G.; FIȚ, I. 2013. Detection of Antibiotics Residues in Raw milk Produced in Freha Area (Tizi-Ouzou), Algeria. Bulletin UASVM, Veterinary Medicine, 70(1): 1843-5378.
- WANGDI, J.; DEMA, T.; KARMA, M.; BHUJEL, P. 2014. The compositional quality of cow's milk in Bhutan. Issues in Biological Sciences and Pharmaceutical Research. 2(7): 062-068.