

## Calidad de leches crudas en empresas ganaderas doble propósito en el departamento de Córdoba (Colombia) en condiciones de máxima precipitación<sup>1</sup>

RESEARCH  
ARTICLE

Virginia Rodríguez Rodríguez<sup>2</sup>, Alfonso Calderón Rangel<sup>3</sup>, Arles Acosta Ruiz<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Financiado por la División de Investigaciones y Extensión de la Universidad de Córdoba, Montería, Colombia.*

<sup>2</sup>*Grupo de Investigaciones Microbiológicas y Biomédicas de Córdoba (GIMBIC), Programa de Bacteriología, Universidad de Córdoba, Montería, Colombia.*

<sup>3</sup>*Estudiante del Doctorado en Medicina Tropical, SUE-Caribe, Universidad de Córdoba. Instituto de Investigaciones Biológicas del Trópico (IIBT), Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Córdoba, Montería, Colombia.*

<sup>4</sup>*Laboratorio de Lactología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Córdoba, Montería, Colombia.*

alcaran1@yahoo.com

(Recibido: 23 de Marzo de 2014 Aprobado: 10 de Septiembre de 2014 Actualizado: 01 de julio de 2015)

DOI: 10.17151/vetzo.2014.8.2.5

**RESUMEN:** El propósito en la producción agropecuaria es la obtención de alimentos de excelente calidad composicional y microbiológica para disminuir los riesgos en salud pública. En la leche, los altos conteos de mesófilos indican una deficiente manipulación y la presencia de coliformes es evidencia de contaminación. El objetivo del presente estudio fue conocer la calidad fisicoquímica, microbiológica y sanidad de la ubre en leches crudas provenientes de empresas ganaderas doble propósito en Córdoba (Colombia), durante máxima precipitación. Mediante un muestreo no probabilístico y un estudio transversal, se recolectaron muestras de leche cruda en 149 empresas ganaderas. Los datos obtenidos se analizaron por estadística descriptiva. Los parámetros fisicoquímicos se encontraron dentro de los valores normales de la legislación colombiana; los promedios del recuento de mesófilos, de coliformes totales, de fecales y el recuento de células somáticas fueron altos. Las variables analizadas permiten establecer que la calidad fisicoquímica es buena, pero hay deficiencias en la calidad microbiológica y la sanidad de las ubres.

**Palabras clave:** antibióticos, calidad, coliformes, composición leche cruda, mesófilos, recuento de células somáticas

## Quality of raw milk in dual purpose cattle farms in the Department of Córdoba (Colombia), under maximum precipitation conditions

**ABSTRACT:** The purpose in agricultural production is to obtain food of excellent compositional and microbiological quality to reduce public health risks. In milk, high numbers of mesophilic counts indicate poor handling and the presence of coliforms are evidence of contamination. The objective of this study was to determine the physicochemical, microbiological quality and the udder health in raw milk in a period of maximum precipitation, from dual purpose farms in the Department of Córdoba (Colombia). Using a non-probabilistic sampling and a cross-sectional study, 149 samples of raw milk were collected in dual purpose cattle farms. The obtained data was analyzed using descriptive statistics. The physicochemical parameters were found within the normal range according to Colombian legislation. The averages of mesophilic, total coliform, fecal counts and the count of somatic cells were high. The variables analyzed establish that the physicochemical quality is good but there are shortcomings in the microbiological quality and udder health.

**Key words:** antibiotics, composition, coliform, mesophilic, raw milk, quality, somatic cell counter

### Introducción

La tendencia mundial en la producción agropecuaria es la obtención de alimentos de excelente calidad e inocuos para el consumo humano y son las empresas ganaderas productoras de leche, el eslabón primario, desde donde se debe empezar a garantizar las condiciones para la obtención de un producto de óptima calidad dentro de la cadena láctea (Calderón et al., 2006).

Un estudio previo en Colombia ha propuesto que una leche de excelente calidad debe presentar los porcentajes de proteína mayores a 3,2%, grasa mayor a 3,5%, sólidos totales mayores a 12,2%, recuentos de mesófilos inferiores a 50000 UFC/ml, células somáticas menores a 100000 CS/ml (Calderón et al., 2006); y la legislación colombiana establece que la leche para consumo humano debe ser libres de inhibidores o de sustancias extrañas y se debe asegurar su inocuidad (MinProtección, 2006).

En Colombia la normatividad oficial establece como parámetro de calidad microbiológica el recuento de mesófilos (MinProtección, 2006) y se define a los mesófilos como bacterias que crecen en un rango de temperatura entre 20 y 40°C; este parámetro es un indicador de la calidad microbiológica de la leche cruda (Chacón, 2004). Un bajo recuento de mesófilos no asegura la ausencia de patógenos o sus toxinas; igualmente, un elevado recuento de mesófilos no significa presencia de flora patógena, sino excesiva contaminación de la materia prima y deficiente manipulación durante el proceso de manufactura (Ortiz & Ríos, 2006). Dentro del grupo de los coliformes totales están los coliformes fecales, evidencia de que un alimento ha sido contaminado con materia fecal (Salomón et al., 2006).

Las células somáticas son indicativas del grado de inflamación de las glándulas mamarias (mastitis) como consecuencia de la agresión de patógenos u otros factores de

índole traumática. Así, el recuento de células somáticas (RCS) aumenta en la leche en proporción directa con la severidad del cuadro infeccioso; su cuantificación constituye uno de los parámetros de mayor interés para determinar el estado sanitario de la ubre y la calidad de la leche que se produce (Cerón et al., 2007; Calderón et al., 2012).

Altos recuentos de mesófilos y células somáticas en el momento de la pasteurización, liberan enzimas proteolíticas que disminuyen la vida útil del producto (Calderón et al., 2006) y además reducen los porcentajes de las características fisicoquímicas y rendimientos de la leche cuando se somete a procesos de coagulación (Calderón et al., 2012). Además de establecer la calidad fisicoquímica, el objetivo general fue conocer la calidad microbiológica, incluyendo la determinación de coliformes totales y fecales en leches crudas para proponer estrategias de manejo que permitan aumentar la competitividad de la leche del sistema doble propósito en el departamento de Córdoba.

## **Materiales y Métodos**

### ***Tipo de estudio***

Descriptivo de corte transversal.

### ***Lugar de estudio***

Se realizó en ocho municipios del departamento de Córdoba (Colombia).

### ***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, que sean manejadas bajo el sistema doble propósito, y consentimiento y participación activa de los propietarios o administradores, quienes respondieron una encuesta de manejo general sobre aspectos administrativos de las empresas.

### ***Toma de muestra***

Para la determinación de los diferentes parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en cada una de las empresas se tomó una muestra de leche cruda de 200 ml de la siguiente forma. Cuando la leche fue almacenada en un sólo recipiente por medio de un agitador manual de acero inoxidable estéril, se homogenizó durante 3 o 4 minutos y con un cucharón de acero inoxidable estéril se obtuvo la muestra de 200 ml; cuando la leche se almacenó en diferentes cantinas o recipientes de plástico, en cada uno de estos recipientes se obtuvo una muestra siguiendo la metodología anteriormente descrita y de la sumatoria de las muestras se extrajo la muestra; donde hubo tanque refrigerado,

previa agitación por 10 minutos se tomó la muestra de 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 rotulados, y se conservaron en refrigeración (4°C) hasta su procesamiento en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias de la Salud, 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 antes de 6 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 Quevenne y su lectura se reportó a 15°C (Icontec, 1993), la acidez se evaluó por la titulación con una solución de hidróxido de sodio 0,1 N (Icontec, 1993) y el resultado se informó como porcentaje de ácido láctico (% de a. láctico); el porcentaje de grasa (% de grasa) por el método de Gerber (Gerber, 1994), el porcentaje de proteína (% de proteína) y de lactosa (% de lactosa) por un analizador ultrasónico de leche (Biolac 60), sólidos no grasos (% de SNG) por el refractómetro de Bertuzzi, 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). Para la discusión de la calidad fisicoquímica de la leche cruda se tomó como referencia lo estipulado en el Decreto 616 de 2006 (MinProtección, 2006).

### ***Determinación de parámetros microbiológicos***

El recuento de mesófilos aerobios se determinó por medio del recuento estándar en placa (SPC), la determinación de coliformes totales por el número más probable (NMP), los coliformes fecales por la prueba de MacKenzie; estas determinaciones se efectuaron de acuerdo con los protocolos descritos por el Invima (1998) y se reportaron como NMP. El análisis de residuos de antibióticos (inhibidores) mediante la prueba colorimétrica (Delvotest), que se implementó de acuerdo con las especificaciones de la casa comercial.

### ***Determinación de la sanidad de la ubre***

El recuento de las células somáticas (RCS) se realizó mediante determinación fluorescente por medio del contador óptico de células, que emplea yoduro de propidio (DeLaval, 2005).

### ***Análisis de resultados***

Se realizó un análisis descriptivo de las variables fisicoquímicas, microbiológicas y sanidad de la ubre. El software implementado para el análisis estadístico fue SAS (2001).

## Resultados y Discusión

Se tomaron 149 muestras de leche cruda que proveen a tres empresas procesadoras en Córdoba; la empresa uno aportó el 51% (76/149), la dos el 22% (33/149) y la tres el 27% (40/14) de las muestras; la distribución y porcentaje de las empresas ganaderas por municipio se muestra en la Tabla 1. El total de vacas en ordeño fue de 4675 con un mínimo de 3 y un máximo de 220 vacas por empresa, el volumen de producción por finca fluctuó entre 10 y 1010 L y la producción promedio fue de 3,7 L con un mínimo de 2 y un máximo de 9 L.

**Tabla 1.** Distribución por municipio de las empresas ganaderas doble propósito en Córdoba (Colombia).

| Parámetro      | n          | %          |
|----------------|------------|------------|
| Cereté         | 4          | 2,68       |
| Ciénaga de Oro | 6          | 4,03       |
| Lorica         | 7          | 4,7        |
| Sahagún        | 19         | 12,75      |
| San Pelayo     | 26         | 17,45      |
| Montería       | 27         | 18,12      |
| San Carlos     | 27         | 18,12      |
| Planeta Rica   | 33         | 22,15      |
| <b>TOTAL</b>   | <b>149</b> | <b>100</b> |

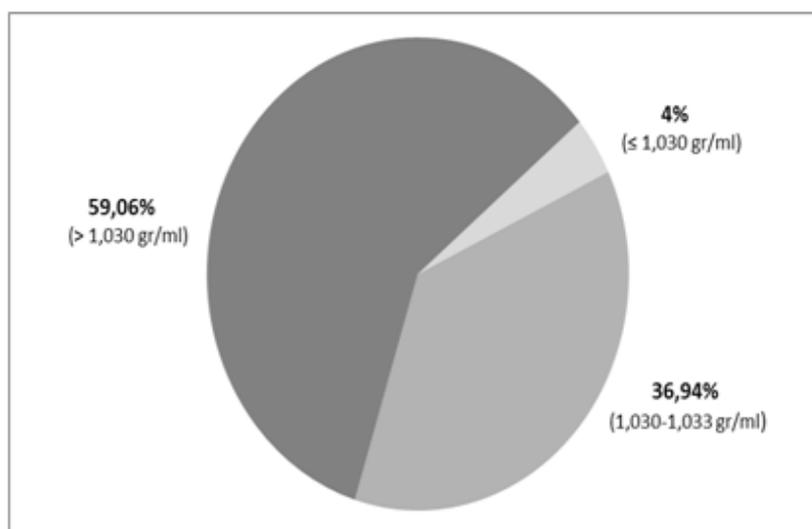
En la mayoría de las fincas evaluadas (99,93%) el ordeño fue realizado en forma manual; el 96,64% (144/149) cuentan con un establo destinado para el ordeño, de estos el 59,06% (88/149) estaban cubiertos y en el 40,94% (61/149) parcialmente cubiertos. Los pisos del lugar destinado para el ordeño en el 58,38% (87/149) fue tierra y en el 41,62% (62/149) cemento. Solamente el 2,01% (3/149) de las empresas cuentan con tanque de refrigeración para la conservación de la leche. El 99,33% (148/149) filtran la leche y los sistemas utilizados para filtrar son: colador plástico 56,08% (83/148), filtro desechable 36,49% (54/148), tela 4,05% (6/148), colador metálico 2,03% (3/148), solamente en el 1,35% (2/149) el filtro fue en línea que correspondió a 2 fincas con ordeño mecánico.

De las 149 empresas ganaderas involucradas, sólo el 52,34% (78/149) realizan la prueba del CMT. El 58,38% (87/149) no están certificadas como fincas libres de brucelosis y en el 80,53% (1207/149) no declaradas libres de tuberculosis bovina; planes preventivos que deben que deben instaurar las empresas para certificarse en buenas prácticas ganaderas (MinProtección, 2006; ICA, 2008).

Al evaluar el manejo que le dan a la leche procedente de vacas que reciben tratamientos con antibióticos, el 78,52% (117/149) de las empresas no ordeñan y dejan que las crías se la mamen, el 8,05% (12/149) ordeñan y suministran esta leche a los animales de compañía (caninos y felinos), el 5,36% (8/149) descartan la leche, el 8,05% (8/149) se entrega para consumo humano y en el 0,67% (1/149) fue

autoconsumo humano. Es ideal que leche proveniente de vacas tratadas con antibióticos no sea destinada para consumo humano y se descarte su uso, ya que su ingestión puede provocar alergias, disbacteriosis, sobrecrecimientos y resistencia bacteriana (Máttar et al., 2009). Se hace necesario implementar controles en plantas para detectar su presencia; debido a que en muchas ocasiones es comercializada con empresas que no realizan los respectivos análisis (Calderón et al., 2008).

La distribución de la densidad de acuerdo a los parámetros de la legislación colombiana (Figura 1). El promedio de la densidad en este estudio (Tabla 2) está dentro del rango normal establecido por la legislación colombiana. Valores de  $1,032 \pm 0,001$  y de  $1,032 \pm 0,007$  g/ml, han sido reportados en leches sin mastitis subclínica en la región (Calderón et al., 2011; Calderón et al., 2012). En México, mayores valores de densidades se asociaron con altos porcentajes de proteína y sólidos totales (Bernal et al., 2007).

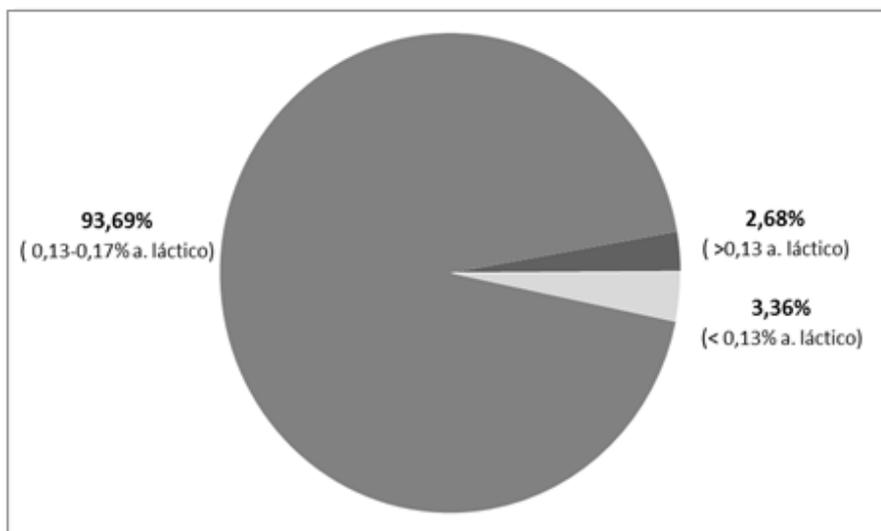


**Figura 1.** Distribución de la densidad en muestras de leche cruda en Córdoba (Colombia). (Entre paréntesis rango del porcentaje de la densidad).

**Tabla 2.** Parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sanidad de la ubre de muestras de leche cruda en empresas doble propósito en Córdoba (Colombia)

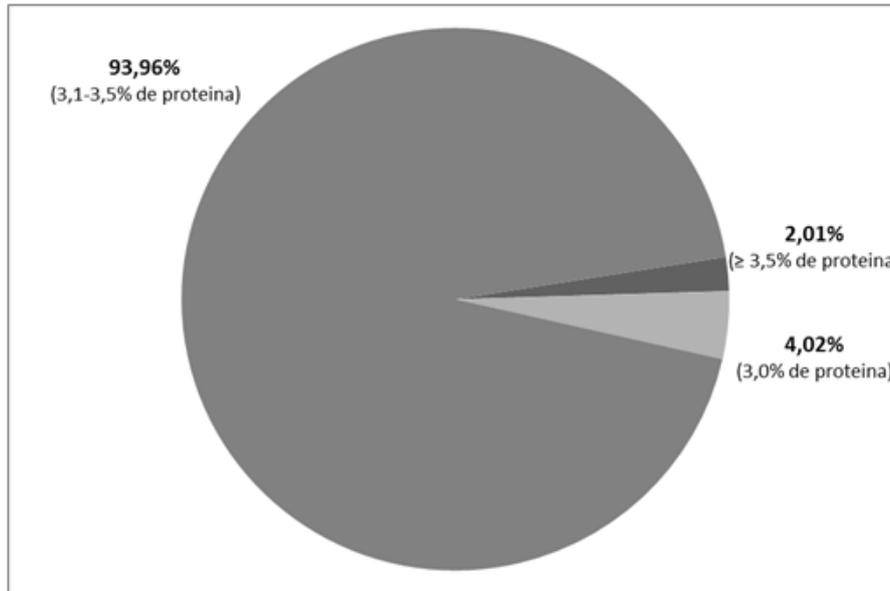
| Parámetro                  | n   | Promedio   | D.E.       | V. Mín. | V. Máx. |
|----------------------------|-----|------------|------------|---------|---------|
| Densidad (g/ml)            | 149 | 1032,42    | 1,59       | 1027    | 1035,4  |
| P. crioscopico             | 149 | -0,5402    | -0,03      | -0,3605 | -0,5940 |
| Acidez (% de a. láctico)   | 149 | 0,15       | 0,01       | 0,105   | 0,275   |
| Grasa (%)                  | 149 | 3,94       | 0,55       | 2,75    | 5,40    |
| Proteína (%)               | 149 | 2,98       | 0,17       | 2,00    | 3,30    |
| Lactosa (%)                | 149 | 4,59       | 0,25       | 3,20    | 5,00    |
| SNG (%)                    | 149 | 8,93       | 0,43       | 8,00    | 8,90    |
| ST (%)                     | 149 | 11,47      | 0,99       | 9,05    | 13,8    |
| % de Adición de agua       | 149 | 0,75       | 3,83       | 0       | 30,5    |
| % de Minerales             | 149 | 0,71       | 0,04       | 0,50    | 0,77    |
| Mesófilos (UFC/ml)         | 149 | 1039216,78 | 1351600,52 | 1000    | 9400000 |
| Células somáticas (RCS/ml) | 149 | 385181     | 254015     | 15000   | 1231500 |

La clasificación de la acidez con relación a la legislación colombiana (Figura 2). El promedio de la acidez en este estudio (Tabla 2) está dentro del rango señalado como normal dentro de la legislación colombiana. Valores más altos ( $0,19 \pm 0,18\%$  y  $0,17 \pm 0,01\%$ ) han sido reportados en Córdoba (Calderón et al., 2007; Calderón et al., 2012), donde el incremento se asoció con la falta de refrigeración de la leche, almacenamiento en materiales no apropiados y la alta temperatura ambiental en la zona. Una 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). 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 de enfriamiento de la leche (Álvarez et al., 2012). Igualmente, 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).



**Figura 2.** Distribución de la acidez en muestras de leche cruda en Córdoba (Colombia). (Entre paréntesis rango del porcentaje de la acidez).

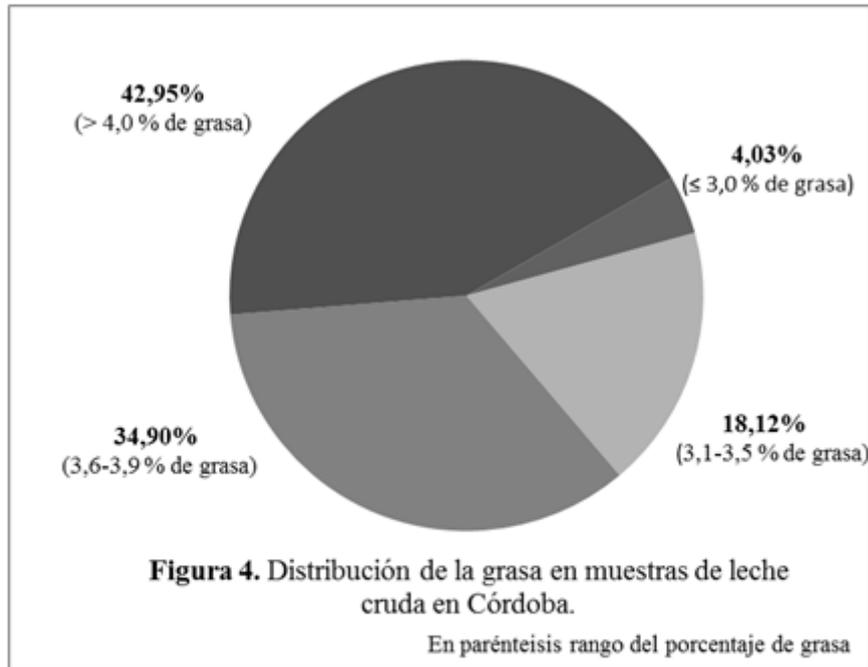
La distribución de la grasa de acuerdo a los parámetros de la legislación colombiana (Figura 3). El promedio del porcentaje de la grasa obtenido en este estudio (Tabla 2); este valor puede deberse al tipo racial adaptado en la zona donde hay cruces Bos taurus x Bos indicus (Briñez et al., 2008) y al sistema de pastoreo evidenciado en el 100% de las empresas evaluadas. Se determinó que la época del año desempeña un papel importante en la variación de los componentes de la leche para los porcentajes de grasa y proteína, siendo estos más altos durante la época poco lluviosa (White et al., 2002). En leches de ganado Gyr en Brasil, se observaron que altos RCS no se asociaron con la reducción del porcentaje de grasa (Barbosa et al., 2013).



**Figura 3.** Distribución de la proteína en en muestras de leche cruda en Córdoba (Colombia). (Entre paréntesis rango de proteína).

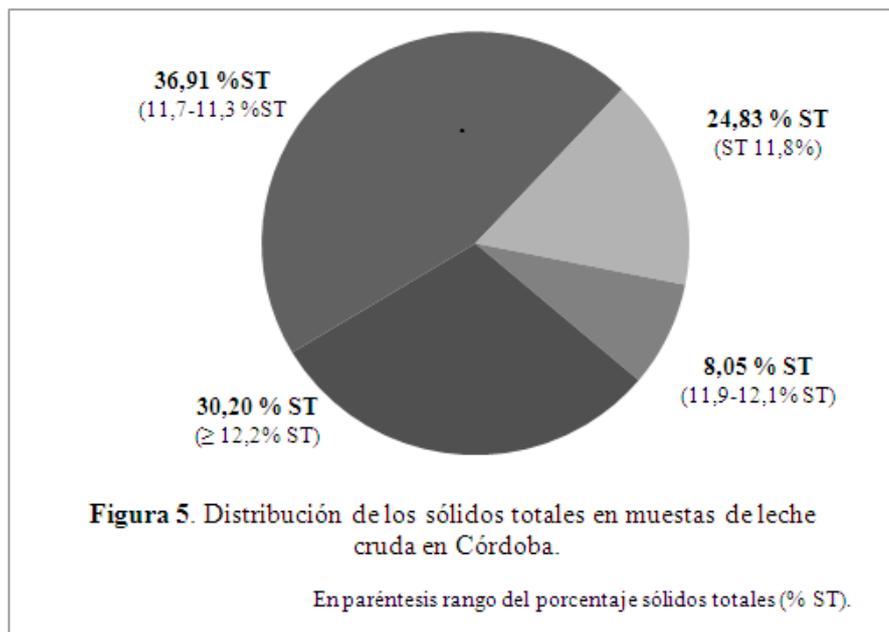
El promedio del porcentaje de la lactosa fue de  $4,59\% \pm 0,25$  (Tabla 2). Valores más altos ( $4,79 \pm 0,187\%$  y  $4,90 \pm 0,23\%$ ) han sido determinados en la región (Calderón et al., 2011; Calderón et al., 2012) en leche sin mastitis subclínica. El porcentaje de lactosa no presentó cambios significativos entre las épocas seca, de lluvias e invierno (Álvarez et al., 2012) y leches con altos RCS disminuyen el porcentaje de lactosa (Barbosa et al., 2013).

La distribución del porcentaje de la proteína (Figura 4). El promedio del porcentaje de proteína fue  $2,98 \pm 0,17$  (Tabla 2). Valores de  $3,6 \pm 0,42$  y de  $3,22 \pm 0,09$  han sido reportados en leches sin mastitis subclínica en empresas ganaderas del sistema doble propósito en Montería (Calderón et al., 2007; Calderón et al., 2011) y de  $3,28 \pm 0,23\%$  (Calderón et al., 2012). Este bajo promedio obtenido en el presente estudio puede deberse a la falta de una selección genética, a la poca suplementación y altos RCS que afectan la calidad fisicoquímica de la leche (Calderón et al., 2012). Mayores porcentajes de proteína han sido reportados en México en condiciones similares de manejo (Álvarez et al., 2012) de  $3,29\%$  (García et al., 2013), de  $3,49\%$  en Venezuela. En Paraguay hallaron que altos RCS disminuyeron el porcentaje de proteína (Sandoval et al., 2011). Se ha observado que el porcentaje de proteína varió por la época del año (Álvarez et al., 2012) y altos RCS están afectando el porcentaje de proteína en leches de vacas en tres ganaderías Gyr del Brasil (Barbosa et al., 2013).



**Figura 4.** Distribución de la grasa en muestras de leche cruda en Córdoba (Colombia). (Entre paréntesis rango del porcentaje de grasa).

La distribución del porcentaje de los sólidos totales (Figura 5) y el promedio de la densidad en este estudio (Tabla 2). Mayores porcentajes de sólidos totales han sido reportados en otras latitudes como: 12,37% en Brasil (Newton et al., 2004), 12,97% en Canadá y 13,95% en Nueva Zelanda por Machado et al. (2000) y 12,18%±0,42 en Argentina (Revelli et al., 2011); valores que se pueden deber a la selección y mejoramiento animal. Se determinó que el porcentaje de sólidos totales no presentó cambios significativos por época del año (Álvarez et al., 2012) y que altos RCS redujeron el porcentaje de sólidos totales (Sandoval et al., 2011).



El promedio de los mesófilos fue de  $1039216,78 \pm 1351600,52$  UFC/ml, con un valor mínimo de 1000 y máximo de 9400000 UFC/ml (Tabla 2); este alto recuento de mesófilos puede deberse a que solo el 2,01% (3/149) de las empresas cuentan con tanque de refrigeración para la conservación de la leche; igualmente, factores como las malas condiciones higiénicas de los establos, la falta de implementación de prácticas de higienización de pezones, la inadecuada rutina de limpieza, la inapropiada desinfección de los pezones, la deficiente desinfección de los recipientes usados en el ordeño, pueden aumentar el recuento de mesófilos; pero, estos factores de manejo no fueron evaluados dentro de este estudio. En el Oriente antioqueño proponen que al mejorar las variables de manejo se mejora la calidad bacteriológica de la leche (Ruiz et al., 2012). En Hidalgo (México), que para mejorar la calidad bacteriológica de la leche se debe reducir el tiempo de exposición a factores ambientales como: temperatura, humedad, polvo (Cervantes et al., 2013). En diferentes regiones de Colombia establecieron que el 93,9% de las leches presentaron recuentos de mesófilos hasta de 200000 y de estas el 84,49% hasta 100000 UFC/ml parámetro exigido por la Comunidad Europea y Estados Unidos, y el 47,53% de las muestras presentaron mesófilos por debajo de los 25000 UFC/ml (Vásquez et al., 2012).

Solamente el 27,51% (41/149) de las empresas ganaderas, de acuerdo a la Resolución 000017 de 2012 (MinProtección, 2012), deben recibir bonificación ya que los mesófilos fueron menores a 200000 UFC/ml (Tabla 3). Un promedio de  $160,346 \pm 213,354$  UFC/ml fue reportado para la misma región y se encontraron diferencias entre leche no refrigerada ( $235,450 \pm 252,559$  UFC/ml) y leche refrigerada ( $74,514 \pm 125,222$  UFC/ml) (Calderón et al., 2012), donde estas diferencias se debieron al sistema de enfriamiento de la leche cuyo objetivo es inhibir el crecimiento bacteriano, ampliar el tiempo de almacenamiento en finca para disminuir los costos de transporte de la leche (DeLaval, 2006). Valores 4500 UFC/ml han sido reportados en San Pedro de los Milagros en el norte de Antioquía, con ordeños manuales y mecánicos en sistemas especializados de producción de leche (Ruiz et al., 2012).

**Tabla 3.** Distribución del recuento de mesófilos aerobios en leches crudas en empresas doble propósito en Córdoba (Colombia)

| Mesófilos aerobios (UFC/ml) | n          | %            |          |
|-----------------------------|------------|--------------|----------|
| 0-25000                     | 10*        | 6,71*        |          |
| 25001-50000                 | 8*         | 5,37*        | n = 41*  |
| 50001-100000                | 9*         | 6,04*        | 27,51%*  |
| 100001-200000               | 14*        | 9,39         |          |
| 200001-300000               | 16**       | 10,37**      | n = 108* |
| 300000-700000               | 27**       | 18,12**      | 72,48%*  |
| >700001                     | 65**       | 43,63**      |          |
| <b>Totales</b>              | <b>149</b> | <b>99,99</b> |          |

\*Suma de empresas ganaderas y suma de porcentajes <200000 CS/ml.

\*\*Suma de empresas ganaderas y suma de porcentajes >200000 CS/ml.

La distribución de los coliformes totales (NMP/ml) en el 12,08% (18/149) fueron menores a 50 NMP/ml; en el 2,01% (3/149) de las muestras de leche los coliformes totales oscilaron entre 51 a 100 NMP/ml; en el 14,09% (21/149) los coliformes totales fluctuaron entre 101 a 750 NMP/ml y en el 71,82% (107/149) los coliformes fueron mayores a 750 NMP/ml. La normatividad colombiana no establece el recuento de coliformes totales y fecales como criterio para evaluar la calidad microbiológica de la leche cruda; la alta carga de bacterias contaminantes en la leche disminuye la vida útil

de los productos elaborados, reduce 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). Recuentos elevados de bacterias mesófilas aerobias (BMA), bacterias coliformes totales (BCT) y bacterias psicrófilas pueden ser una fuente de transmisión de intoxicaciones alimentarias (Silanikove et al., 2010). Mediante programas de prevención en el ordeño se puede disminuir el riesgo de transmisión de enfermedades, pero en los procesos de manufactura como producción de quesos se ha aislado *E. coli*, indicador de contaminación fecal o deficiente higienización durante la fabricación de los quesos (Durán et al., 2010); lo cual constituye un riesgo para la salud pública, de origen manufacturero.

El 71,81% de las empresas ganaderas vinculadas al estudio presentaron BCT superiores a 750 NMP/ml. En Paipa (Boyacá) determinaron coliformes totales y fecales en leches crudas y concluyeron que su presencia fue por la no implementación de las buenas prácticas en el ordeño, almacenamiento y transporte de la leche (Neira & De Silvestri, 2006). La presencia de un número elevado de BCT constituye una evidencia del inadecuado manejo higiénico-sanitario de la leche cruda; además de ser indicativo de la probable presencia de cepas patógenas (Higgins et al., 2007).

En el 12,08% (18/14) de las muestras de leche el BCT fue menor a 50 NMP/ml, que es ideal en cualquier sistema de producción de leche. Para disminuir los coliformes en leche cruda se deben implementar buenas prácticas de manejo como: implementación del presellado con productos recomendados para este fin, tiempo adecuado del presellado, secado de los pezones con papel desechable, uso de guantes de látex recomendados para el ordeño y almacenamiento de la leche a 4°C en recipientes adecuados y recomendados por la normatividad e industria de alimentos; prácticas que garantizan pezones limpios, secos y sanos, primera norma para obtener leche de excelente calidad bacteriológica. En Venezuela, en leches crudas se encontraron valores de  $1,2 \times 10^3$  UFC/ml de BCT, señalando que esta carga microbiana se debió a que no existieron las condiciones higiénicas necesarias en la recolección de las muestras (Monsalve & González, 2005).

La distribución del recuento de coliformes fecales (NMP/ml) en leches crudas en el 40,26% (60/149) fueron menores a 100 NMP/ml, en el 18,12% (27/149) se presentaron entre 101 y 1000 y en el 41,62% (62/149) fueron mayores a 1001 NMP/ml.

Solo el 0,68% (1/149) de las muestras analizadas se detectó la presencia de inhibidores o antibióticos. Un estudio previo en la misma región, determinó que en el 25% de las muestras de leches crudas se detectó la presencia de inhibidores, lo que constituye un riesgo para la salud pública (Máttar et al., 2009). En Santa Rosa de Osos (norte de Antioquia) detectaron la presencia de residuos de medicamentos entre el 4,6 al 19,6% y no observaron asociación estadística entre RCS y la presencia de residuos, y sugieren la existencia de problemas de mastitis subclínica como también la violación a la normatividad que establece, para la leche de consumo humano, que debe ser libre de residuos de antimicrobianos y demás inhibidores (Reyes et al., 2010).

El promedio del RCS en el actual estudio fue de  $385181 \pm 254015$  CS/ml con un valor mínimo de 15000 y máximo de 1231500 CS/ml (Tabla 2). En leches sin mastitis subclínica en empresas ganaderas del sistema doble propósito en Monería, el RCS fue

de 230000±5650 CS/ml que fue considerado como bajo (Calderón et al., 2011), y cuando se compararon leches con bajos y altos (230000±5650 y 1253000±424500) RCS se afectó significativamente la calidad fisicoquímica y se disminuyó en un 5,58% el rendimiento en la producción de queso costeño (Calderón et al., 2011). Un promedio de 345133±302241 CS/ml fue reportado para la misma región (Calderón et al., 2012). En otras regiones de Colombia como el norte de Antioquia se han reportado RCS menores o iguales a 400000 CS/ml (Posada et al., 2010); parámetro aceptado por la industria y algunos países como USA (Ruegg & Pantoja, 2013). Recuentos ≥500000 CS/ml podría haber hasta el 16% de los cuartos infectados, una reducción del 6% en la producción de leche (NMC, 1996; Sharif & Muhammad, 2008) y pérdidas en la calidad (Calderón et al., 2012). Igualmente en diferentes regiones de Colombia, se ha obtenido un promedio de 642000 CS/ml y en el 39,54% de la leche no superó los estándares internacionales para RCS; para ser competitivos en mercados internacionales se debe disminuir este recuento (Vásquez et al., 2012) ya que altos RCS están afectando el porcentaje de proteína (Barbosa et al., 2013).

En el 6,71% (10/149) de las empresas ganaderas el RCS fue menor o igual a 100000 CS/ml (Tabla 4), siendo este recuento excelente para la sanidad de la ubre; en el 17,44% (26/149) el RCS fue menor o igual a 200000 (Tabla 4) considerado como bueno, y en el 75,85% (Tabla 4) los RCS fueron mayores a 400000 CS/ml donde se están presentando casos subclínicos y clínicos, y donde es necesario implementar de forma inmediata medidas de prevención y control de la mastitis bovina.

**Tabla 4.** Distribución del recuento de las células somáticas en leches crudas en empresas doble propósito en Córdoba (Colombia)

| RCS/ml         | n          | %            |
|----------------|------------|--------------|
| <100000        | 10         | 6,71         |
| 100001-200000  | 26         | 17,44        |
| 200001-400000  | 61         | 40,94        |
| 400001-700000  | 32         | 21,47        |
| 700001-1000000 | 16         | 10,75        |
| >1000000       | 4          | 2,68         |
| <b>Totales</b> | <b>149</b> | <b>99,99</b> |

### Conclusiones

Las variables fisicoquímicas analizadas en las leches crudas presentaron una buena calidad composicional y se encontraron dentro de los límites establecidos en la normatividad colombiana; pero, su calidad microbiológica y sanidad de la ubres son deficientes y se hace necesario implementar programas de aseguramiento de la calidad de la leche, para obtener una materia prima de óptima calidad para la industria.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a las estudiantes Rosa Ana Gutiérrez Tordecilla y Luz Esthela Parodi Urango, a los empresarios y administradores de las empresas ganaderas, sin cuya colaboración no hubiese sido posible haber adelantado este estudio, y a la División de Investigaciones y Extensión de la Universidad de Córdoba por la financiación del proyecto.

---

## Referencias Bibliográficas

- Álvarez, F.; Herrera, H.; Barreras, S. Calidad de la leche cruda en unidades de producción familiar del sur de Ciudad de México. **Arch Med Vet**, v.44, p.237-242, 2012.
- Barbosa, C.; Barreiro, J.R.; Mestieri, L. et al. Effect of somatic cell count and mastitis pathogens on milk composition in Gyr cows. **BMC Veterinary Research**, v.9, n.67, p.1-7, 2013.
- Bernal, M.; Rojas, G.; Vázquez, F. et al. Determinación de la calidad fisicoquímica de la leche cruda producida en sistemas campesinos en dos regiones del Estado de México. **Vet. México**, v.38, n.4, p.395-407, 2007.
- Briñez, W.; Valbuena, E.; Castro, G. et al. 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**, v.18, n.5, p.607-617, 2008.
- Calderón, A.; García, F.; Martínez, G. Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia. **Rev. MVZ Córdoba**, v.11, n.1, p.725-737, 2006.
- Calderón, A.; Rodríguez, V.; Vélez, S. Evaluación de la calidad de leches en cuatro procesadoras de quesos en el municipio de Montería, Colombia. **Rev. MVZ Córdoba**, v.12, n.1, p.912-920, 2007.
- Calderón, A.; Jiménez, G.; García, F. Determinación de buenas prácticas de ordeño en un grupo de gestión empresarial de ganaderos del altiplano cundiboyacense. **Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.**, v.11, n.1, p.143-152, 2008.
- Calderón, A.; Arteaga, M.R.; Rodríguez, V.C. et al. Efecto de la mastitis subclínica sobre el rendimiento en la fabricación del queso costeño. **Biosalud**, v.10, n.2, p.16-27, 2011.
- Calderón, A.; Rodríguez, V.; Arrieta, G. et al. 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.**, v.15, n.2, p.399-407, 2012.
- Cerón, M.; Agudelo, E.; Maldonado, J. 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**, v.20, n.4, p.472-483, 2007.
- Cervantes, F.; Cesín, A.; Mamani, I. La calidad estándar de la leche en el estado de Hidalgo, México. **Rev Mex Cienc Pecu**, v.4, n.1, p.75-86, 2013.
- Chacón, A. Acidez y peso específico de la leche de cabra de un grupo de capricultores de la meseta central costarricense. **Agronomía Mesoamericana**, v.15, n.2, p.179-183, 2004.
- DeLaval. **Manual de instrucciones**. DeLaval International Tumba (Sweden), 2005. p.25-32.
- 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) Accesado en: 11/03/2014.
- Durán, M.; Montero, P.; Flórez, W. et al. Evaluación higiénico-sanitaria y acción antagónica de cepas de lactobacilos comerciales frente a microorganismos patógenos

- (*Escherichia coli*) presentes en el queso de capa del municipio de Mompos. **Rev. Cient.**, v.20, n.3, p.312-317, 2010.
- García, C.; Guzmán, E.; Zaldivar, N. Parámetros físico-químicos de leche cruda. **Rev. Prod. Anim.**, v.25, n.1, p.1-4, 2013.
  - Gerber, N. **Tratado práctico de los análisis de la leche y del control de los productos lácteos**. España: Gráficas ROA, 1994.
  - Higgins, J.; Hohn, C.; Hornor, S. et al. Genotyping of *Escherichia coli* from environmental and animal samples. **J Microbiol Methods**, v.70, n.2, p.27-235, 2007.
  - Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). **Resolución 3885 de 2008**. Por la cual se establece el sistema de inspección, evaluación y certificación oficial de la producción primaria de leche. Disponible en: <http://www.fabegan.org/upload/pdf/RESOLUCION%203585%20DE%202008.pdf> Accesado en: 11/03/2014.
  - Instituto Colombiano de Normas Técnicas (Icontec). **Manual de métodos físicoquímicos para el control de calidad de la leche y sus derivados**. Santafé de Bogotá, Colombia, 1993. p.13-16,
  - Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (Invima). **Manual de técnicas de análisis para control de calidad microbiológico de alimentos para consumo humano**. 1998. p.6-38.
  - Machado, P.; Pereira, A.; Sarres, G. Composição do leite de tanques de rebanhos Brasileiros distribuídos segunda sua contagem de células somáticas. **Rev. Bras. Zootec.**, v.29, p.1883-1886, 2000.
  - Máttar, S.; Calderón, A.; Sotelo, D. et al. Detección de antibióticos en leches: Un problema de salud pública. **Rev. Salud Pública**, v.11, n.4, p.579-590, 2009.
  - Ministerio de la Protección Social de Colombia (MinProtección). **Decreto Número 616 de 2006**. Por el cual se expide el Reglamento Técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercializa, expendia, importe o exporte en el país. Disponible en: [http://www.agronet.gov.co/www/docs\\_agronet/2006103010449\\_decreto\\_616\\_28\\_02\\_06.pdf](http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/2006103010449_decreto_616_28_02_06.pdf) Accesado en: 11/03/2014.
  - Ministerio de la Protección Social de Colombia (MinProtección). **Resolución Número 000017 de 2012**. Por la cual se establece el sistema de pago de la Leche Cruda al Proveedor. Disponible en: [http://www.sic.gov.co/drupal/sites/default/files/normatividad/get\\_file%3Fuuid%3Ddef3be8c-7678-4ef8-bb7d-cb8643c3f07d%26groupid%3D10157.pdf](http://www.sic.gov.co/drupal/sites/default/files/normatividad/get_file%3Fuuid%3Ddef3be8c-7678-4ef8-bb7d-cb8643c3f07d%26groupid%3D10157.pdf) Accesado en: 11/03/2014.
  - Monsalve, J.; González, D. Elaboración de un queso tipo ricotta a partir de suero lácteo y leche fluida. **Revista Científica, FCV-LUZ**, v.15, n.6, p.543-550, 2005.
  - National Mastitis Council (NMC). **Current Concepts of Bovine Mastitis**. 4th Ed. Madison, WI, USA: National Mastitis Council Inc., 1996.
  - Neira, E.; De Silvestri, J.A. Analisis del proceso de ordeño y de la calidad higiénica de la leche utilizada en la fabricación del queso Paipa en el municipio de Paipa (Boyacá), Colombia. **Revista de Investigación**, v.6, n.2, p.163-170, 2006.
  - Newton, P.; Wellington, H.; Humberto, G. et al. Sólidos totais do leite em amostras de tanque nos estado do Paraná, Santa Catarina e São Paulo. **Rev Bras Zootec**, v.33, n.6, p.2343-2350, 2004.
  - Ortiz, M.C.; Ríos, M. Comparación de los métodos Petrifilm™ coliformes y Número Más Probable (NMP) para la determinación de coliformes totales en muestra de queso blanco. **Rev INHRR**, v.37, n.2, p.15-18, 2006.
  - Posada, S.; Loaiza, E.T.; Restrepo J.E. et al. 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.**, v.7, n.2, p.35-46, 2010.

- Revelli, G.; Sbodio, O., Tercero E. Estudio y evolución de la calidad de leche cruda en tambos de la zona noroeste de Santa Fe y sur de Santiago del Estero, Argentina (1993-2009). **RIA**, v.37, n.2, p.128-138, 2011.
- Reyes, J.; Villar, D.; Olivera, M. Evaluación de residuos de antimicrobianos por la prueba Delvotest en una cuenca lechera de Antioquia con alto índice de mastitis subclínica. **REDVET. Rev. Electr. Vet.** 1695-7504, v.11, n.12, p.1-10, 2010.
- Ruiz, T.; Orozco, S.; Rodríguez, L.S. et al. 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**, v.15, n.1, p.147-155, 2012.
- Ruegg, P.J.; Pantoja, J.C.F. Understanding and using somatic cell counts to improve milk quality. **Irish J Agr Food Res**, v.52, p.101-117, 2013.
- Salomón, J.A.; Heredia, M.R.; García, R.O. et al. Coliformes fecales y mesofílicos aerobios en alimentos, superficies y manos del personal y niños de una guardería. **Rev Biomed**, v.17, p.86-95, 2006.
- Sandoval, A.; Lansing, G.; Díaz, H. et al. 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.**, v.1, n.1, p.31-34, 2011.
- Sharif, A.; Muhammad, G. Somatic cell count as an indicator of udder health status under modern dairy production: A review. **Pakistan Vet. J.**, v.28, n.4, p.194-200, 2008.
- Statistical Analysis Systems (SAS). **User's Guide** (Version 9.1). Cary, USA: SAS Institute, 2001.
- Signorini, M.; Sequeira, G.; Bonazza, J. et al. Utilización de microorganismos marcadores para la evaluación de las condiciones higiénico-sanitarias en la producción primaria de leche. **Rev. Cient. FCV-LUZ**, v.18, n.2, p.207-217, 2008.
- Silanikove, N.; Leitner, G.; Merin, U. et al. Recent advances in exploiting goat's milk: Quality, safety and production aspects. **Small Ruminant Research**, v.89, n. 2-3, p.110-124, 2010.
- Vásquez, J.F.; Loaiza, E.T.; Olivera, M. Calidad higiénica y sanitaria de leche cruda acopiada en diferentes regiones colombianas. **Orinoquia**, v.16, n.2, p-13-23, 2012.
- White, S.; Benson, G.; Washburn, S. et al. Milk production and economic measures in confinement or pasture systems using seasonally calved Holstein and Jersey cows. **J Dairy Sci**, v.85, n.1, p.95-104, 2002.

---

Rodríguez Rodríguez, V.; Calderón Rangel, A.; Acosta Ruiz, A. Calidad de leches crudas en empresas ganaderas doble propósito en el departamento de Córdoba (Colombia) en condiciones de máxima precipitación. **Veterinaria y Zootecnia**, v.8, n.2, p.72-86, 2014. Disponible en:

<[http://vetzootec.ucaldas.edu.co/index.php?option=com\\_content&task=view&id=168](http://vetzootec.ucaldas.edu.co/index.php?option=com_content&task=view&id=168)>