



REVIP investig.pecu. 2014; 3 (1): 49-55

## DETERMINACIÓN COMPOSICIONAL DE LECHE CRUDA EN UNA ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES EN EL MUNICIPIO DE PUPIALES, COLOMBIA

### COMPOSITIONAL DETERMINATION OF RAW MILK IN A PRODUCERS ASSOCIATION IN THE MUNICIPALITY OF PUPIALES, COLOMBIA

Juan M. Astaiza-Martínez<sup>a</sup> MVZ MSc, Julio C. Jurado-Sanchez<sup>b</sup>, Geovanny E. Zarama-Parra<sup>b</sup>,  
Dario A. Vallejo-Timarán<sup>c</sup> MV Esp, Carmenza J. Benavides-Melo<sup>a</sup> MV Esp

*Grupo de investigación en medicina interna y farmacología veterinaria MIFARVET.  
Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.*

Recibido: 30-sep-2014

Aceptado: 18-nov-2014

#### RESUMEN

De acuerdo con lo establecido en el acuerdo de competitividad de la cadena láctea colombiana, el concepto de calidad de la leche se maneja desde tres variables: calidad higiénica, calidad composicional y calidad sanitaria. El objetivo del presente trabajo fue caracterizar y evaluar los parámetros de calidad composicional de la leche producida en la Asociación de Productores de Leche del Municipio de Pupiales, Colombia (ASOPROLECHE), la cual cuenta con 90 fincas afiliadas, de donde se tomó como muestra de estudio 53 de éstas, por tener una similitud en su sistema de pastoreo con calidad nutricional similar (mezclas de pasturas perennes, mejoradas y nativas) y cuya raza predominante es la holstein, tomando los últimos cuatro meses del 2013 como referencia, con un análisis promedio de 1590 litros de leche. Se midió los parámetros composicionales de la leche a través de un método ultrasónico, se realizó un comparativo de los resultados obtenidos en el estudio con los planteados por la norma técnica colombiana NTC 399 y otros trabajos de indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia, para de esta forma determinar la competitividad de estas fincas a nivel nacional. En conclusión, la calidad composicional de la leche evaluada se clasificó como de mala calidad en el 72,4% de los parámetros evaluados y de buena calidad en el 27,6% de éstos. En el 85,7% de las variables evaluadas, la leche no cumple con los parámetros exigidos por la Norma Técnica Colombiana 399, sólo el contenido de grasa cumple con lo exigido. Ninguna de las variables evaluadas se considera de buena calidad.

**Palabras claves:** bovinos, calidad, evaluación

<sup>a</sup> Profesores, Departamento de Salud Animal, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. astaizajm@gmail.com, benavidesmelo@gmail.com

<sup>b</sup> Estudiantes egresados, Programa de Medicina Veterinaria, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. jcjj-85@hotmail.com, sagitario373@hotmail.com

<sup>c</sup> Profesor catedrático, Departamento de Salud Animal, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. dariovallejo1@gmail.com

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the parameters of compositional quality of the milk produced in the Association of Milk Producers in the municipality of Pupiales Colombia (ASOPROLECHE), which has 90 affiliates, which farms were taken as study sample 53 such as having a similarity in their grazing system with similar nutritional quality (mixtures of perennial pasture improved and native) and whose predominant breed is the Holstein, taking the last four months of 2013 as a reference, with an average analysis of 1590 liters of milk. Compositional parameters of milk were measured by an ultrasonic method; a comparison of the results obtained in the study with those raised by the Colombian Technical Standard NTC 399 works and other indicators of quality of raw milk in different regions of Colombia was made, to thereby determine the competitiveness of these farms nationwide. In conclusion, the compositional quality of milk evaluated during the study was classified as low quality in 72.4% of the evaluated parameters and good quality in 27.6% of the parameters. In 85.7% of the evaluated variables milk does not meet the parameters required by the Colombian Technical Standard Nr. 399, only varying fat meets the requirements of the NTC 399. None of the evaluated variables is considered good quality.

**Keywords:** cattle, quality, assessment

---

## INTRODUCCIÓN

Según el Ministerio de la Protección Social de Colombia: “la leche es el producto de la secreción mamaria normal de animales bovinos, bufalinos y caprinos lecheros sanos, obtenida mediante uno o más ordeños completos, sin ningún tipo de adición, destinada al consumo en forma de leche líquida o para la elaboración posterior”, adicionalmente, define la leche cruda como aquella que no ha sufrido ningún proceso de higienización, con las características fisicoquímicas y organolépticas propias del producto <sup>[1]</sup>.

La leche es un producto universal de origen animal que, por su alto valor nutritivo y alto grado de digestibilidad, es de suma importancia en la alimentación humana. Por esta razón, el control higiénico sanitario debe ser realizado en forma estricta por los organismos competentes <sup>[2]</sup>.

La leche es una emulsión de materia grasa en una solución acuosa que contiene numerosos elementos, unos en disolución y otros en estado coloidal, por tanto, la leche tiene la propiedad de ser una mezcla física y química compuesta por agua, grasa, proteínas, azúcares, minerales, vitaminas, enzimas y materiales celulares de la glándula mamaria <sup>[3]</sup>.

Dentro de las propiedades fisicoquímicas de la leche se consideran: la acidez, que es

un parámetro bastante constante y su aumento indica una anormalidad; la temperatura de congelación, índice que permite detectar en la leche un aguado a partir del 3% y su descenso puede deberse, así mismo, a la subdivisión de la lactosa en moléculas más pequeñas; y la densidad, que es la resultante de la densidad intrínseca de cada uno de sus componentes <sup>[4]</sup>.

El componente mayoritario de la leche de vaca es el agua y el resto comprende principalmente lípidos, proteínas y carbohidratos sintetizados en la glándula mamaria. Contiene también, aunque en pequeñas cantidades, compuestos minerales y otras sustancias hidro y liposolubles, transferidas directamente del plasma sanguíneo, proteínas específicas de la sangre e indicios de enzimas e intermediarios de la síntesis que tiene lugar en la glándula. En lo que se refiere a los sólidos o materia seca, la composición porcentual más frecuente es la siguiente: materia grasa (lípidos) 3,5% a 4,0%, lactosa 4,7% aproximadamente; sustancias nitrogenadas 3,5% (proteínas entre ellos); minerales 0,8% <sup>[5,6]</sup>.

Se habla frecuentemente de calidad, pero no siempre se atiende al significado completo y al concepto verdadero de este término. Por una parte, la leche al ser secretada, ad-

quiere en cada caso individual, ciertas características físico-químicas que determinan su composición. Por otra parte, hay que tener en cuenta el estado de salud del animal productor, ya que la leche, así como puede ser un excelente alimento, puede también constituir un peligroso medio de difusión de enfermedades. Mientras los métodos racionales empleados en la producción hacen de la leche un producto de alta higiene, la falta o imperfección de estos métodos puede dar lugar a una sustancia malsana y repugnante. Es por ello que generalmente se reconoce que, para ser aceptable, una leche debe tener buena conservación, estar exenta de agentes patógenos y tener buena apariencia, alto valor nutritivo y estar limpia y libre de materias extrañas y suciedades [7].

La calidad de la leche depende de las condiciones climáticas y de los factores fisiológicos normales de los animales que la producen, de factores genéticos, de la nutrición y salud de las vacas, de las condiciones en que se ordeña, y del manejo dado al producto hasta llegar al consumidor. La calidad de la leche puede estar afectada, igualmente, por el contenido de residuos de origen químico [3].

Estos aspectos influyen en la calidad comercial de la leche, que se refiere al grado de cumplimiento de las necesidades y expectativas de las empresas lácteas y de los consumidores. En este sentido, resulta de gran importancia que la leche se mantenga refri-

gerada en todos los eslabones de la cadena láctea, ya que el almacenamiento inadecuado, a temperaturas altas, favorece el crecimiento bacteriano y la producción de enzimas proteolíticas y lipolíticas que afectan sus características organolépticas [8].

Teniendo en cuenta que la calidad higiénica y composicional de la leche es uno de los factores determinantes para fijar el precio y las bonificaciones por parte de las empresas acopiadoras y que ningún proceso tecnológico mejora la calidad de los productos (tan sólo la conserva), es necesario producir leche de buena calidad, considerando principalmente las materias primas y los canales de comercialización. En el entorno competitivo actual de las empresas de los diferentes sectores productivos, incluyendo las empresas ganaderas, es fundamental mejorar y optimizar los procesos que se desarrollan, para así estar en capacidad de ofrecer productos de calidad y competitivos, que satisfagan y beneficien al cliente en calidad, precio y utilidad. Una herramienta que permite alcanzar todos estos objetivos es el mejoramiento continuo [9].

Teniendo en cuenta los anteriores argumentos, se desarrolló el presente trabajo, con el objetivo de caracterizar y evaluar los parámetros de calidad composicional de la leche producida en la Asociación de Productores de Leche del Municipio de Pupiales (ASOPROLECHE).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Tipo de Estudio

Para cumplir con los objetivos planteados, se realizó un estudio descriptivo de tipo cualitativo.

### Localización

El estudio se desarrolló con la Asociación de Productores de Leche del Municipio de Pupiales (ASOPROLECHE), localizado a una Latitud 0° 52' norte y longitud 77° 38' oeste

y una altitud de 3000 msnm, en el departamento de Nariño, Colombia.

### Población

La asociación de productores de leche del municipio de Pupiales cuenta con 90 asociados vigentes, distribuidos en 16 veredas, de los cuales 90 de ellos entregan su producto a dicha asociación. El tamaño de muestra incluida en el estudio fue de 53 (n=53), con un nivel de confiabilidad del 90%.

## Variables objeto de estudio

Las variables a tener en cuenta en el estudio fueron: características físicas de la leche, características químicas de la leche y porcentaje de sólidos en la leche.

## Metodología

Se tomó las muestras en las fincas seleccionadas de acuerdo a características similares entre ellas, tales como rutina de ordeño, lavado y desinfección de utensilios, grupo racial, régimen de alimentación, tipo y número de ordeños, edad de las vacas, número de lactancias y condiciones agroclimáticas.

Posteriormente se realizó un análisis a través del método ultrasónico, con el fin de adquirir la calidad composicional.

Se colectaron las muestras de leche en fresco, de forma mensual durante los últimos cuatro meses de año 2013, para un total de 53 fincas y 159 muestras, las cuales se guardaron en recipientes de plástico estériles, de 30 cm, con tapa hermética y se almacenaron en cavas de icopor, en las cuales había refrigerantes que mantenían la integridad de la muestra para ser analizadas a las tres horas de haber sido recolectadas.

El montaje en laboratorio se realizó tomando 20 ml de muestra a analizar del envase de plástico; fueron llevadas a un baño maría que sube la temperatura de la muestra a 20°C, se homogeniza la muestra de tal forma que en la superficie no quede ninguna capa de grasa y tampoco se llenen de aire.

Las muestras de leche fueron llevadas al analizador (BOECKEL CO (GmbH co) Milkanalyse Serial 7169), teniendo en cuenta los requisitos físico-químicos de la norma técnica colombiana NTC 399 para leche cruda. Cada muestra se analizó una vez, ya que en el proceso de medición la muestra se calienta 5° a 7°C, por lo cual, para volver a medir, hay que tomar otra muestra del mismo recipiente. A cada recipiente se le hizo dos mediciones y se sacó un promedio entre las dos.

Se hizo la evaluación una vez por mes, repitiendo el proceso durante cuatro meses.

## Análisis estadístico

Para el análisis y presentación de la información de las variables, se empleó estadística descriptiva y un análisis de varianza simple.

Para estos análisis se empleó el paquete estadístico SPSS 20.0, bajo licencia shareware, y STATA versión 11.0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 relaciona los indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia<sup>[10]</sup>, al igual que los parámetros de calidad exigidos por la Norma Técnica

Colombiana (NTC) número 399<sup>[11]</sup>, con los cuales se hizo el comparativo de las muestras objeto del estudio.

**Tabla 1. Parámetros de calidad exigidos por la Norma Técnica Colombiana 399 para composición de leche cruda.**

| Variable        | Excelente       | Buena           | Regular         | Mala     | NTC***          |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|-----------------|
| Densidad (g/ml) | > 1,029         | > 1,029         | 1,028 – 1,029   | < 1,028  | 1,030 - 1,033   |
| Crioscopia      | -0,545 a -0,531 | -0,530 a -0,521 | -0,520 a -0,501 | < -0,500 | -0,510 a -0,530 |
| Lactosa (%)     | > 5,3           | 5,3 – 4,9       | 4,9 – 4,6       | < 4,6    | -               |
| Proteína (%)    | > 3,2           | 3,2 – 2,8       | 2,8 – 2,6       | < 2,6    | > 3,3           |
| Grasa (%)       | > 3,5           | 3,5 – 3,3       | 3,3 – 3,0       | < 3,0    | > 3,0           |
| SNG* (%)        | > 8,7           | 8,7 – 8,4       | 8,4 – 8,0       | < 8,0    | > 8,3           |
| ST** (%)        | > 12,2          | 12,1 - 11,8     | 11,7 – 11,3     | < 11,3   | > 11,3          |

\* SNG = Sólidos no grasos

\*\* ST = Sólidos totales

\*\*\* NTC = Norma Técnica Colombiana

Se realizó un análisis de las variables físicas de la leche, relacionadas con densidad y punto crioscópico (Tabla 2). El 100% de las muestras, durante los cuatro meses de estudio, presentaron densidades por debajo de la norma, con un promedio de 1,025 (NTC-399, densidad = 1,030 a 1,033). El promedio de la densidad en el período de evaluación fue de 1,025, valor que indica mala calidad (<1,028). Valores bajos de densidad, son sospechosos de aguado o adulteración, sin embargo, debido a que la planta no proporciona este tipo de información, no se puede confirmar la realización de estas prácticas.

Para el punto crioscópico, según la NTC (-0,510 a -0,530), debe estar dentro de un rango de calidad buena (-0,530 a -0,521).

Durante el tiempo de estudio el promedio en esta variable estuvo por debajo de -0,500, siendo este un parámetro de mala calidad, con sospecha de aguado<sup>[10]</sup>.

Los valores máximos de crioscopía durante los meses de septiembre, octubre y diciembre estuvieron por encima de lo reglamentado (>-0,545); lo anterior se debe a variaciones climáticas o al consumo de sales mineralizadas<sup>[10]</sup>. Sólo durante el mes de marzo, el valor máximo de crioscopía se encontró dentro del rango exigido por la NTC (Tabla 2).

Posteriormente se realizó un análisis de las variables químicas de la leche: proteína, grasa y lactosa (Tabla 3).

**Tabla 2. Estadísticos descriptivos para variables físicas de la leche**

| Variable               | Mes        | X      | DE±    | Mínimo | Máximo |
|------------------------|------------|--------|--------|--------|--------|
| Densidad (g/ml)        | Septiembre | 1,025  | 0,001  | 1,023  | 1,029  |
|                        | Octubre    | 1,025  | 0,009  | 1,022  | 1,028  |
|                        | Noviembre  | 1,025  | 0,001  | 1,023  | 1,028  |
|                        | Diciembre  | 1,025  | 0,001  | 1,023  | 1,028  |
| Punto crioscópico (°C) | Septiembre | -0,408 | -0,082 | -0,125 | -0,550 |
|                        | Octubre    | -0,397 | -0,078 | -0,222 | -0,583 |
|                        | Noviembre  | -0,397 | -0,101 | -0,084 | -0,525 |
|                        | Diciembre  | -0,350 | -0,106 | -0,105 | -0,564 |

**Tabla 3. Estadísticos descriptivos para variables físicas de la leche**

| Variable     | Mes        | $\bar{X}$ | DE±  | Mínimo | Máximo |
|--------------|------------|-----------|------|--------|--------|
| Proteína (%) | Septiembre | 2,91      | 0,11 | 2,68   | 3,27   |
|              | Octubre    | 2,92      | 0,10 | 2,66   | 3,15   |
|              | Noviembre  | 2,95      | 0,12 | 2,76   | 3,28   |
|              | Diciembre  | 2,97      | 0,12 | 2,72   | 3,23   |
| Grasa (%)    | Septiembre | 3,30      | 0,10 | 3,06   | 3,58   |
|              | Octubre    | 3,31      | 0,10 | 3,06   | 3,54   |
|              | Noviembre  | 3,33      | 0,12 | 3,15   | 3,73   |
|              | Diciembre  | 3,36      | 0,13 | 3,06   | 3,68   |
| Lactosa (%)  | Septiembre | 3,88      | 0,13 | 3,58   | 4,26   |
|              | Octubre    | 3,89      | 0,12 | 3,57   | 4,16   |
|              | Noviembre  | 3,93      | 0,16 | 3,69   | 4,38   |
|              | Diciembre  | 3,98      | 0,18 | 3,61   | 4,69   |

Según la NTC, el porcentaje mínimo de proteína debe ser de 3,3%. En el presente estudio, el 100% de las muestras, durante los cuatro meses evaluados, se encuentran por debajo de la norma, sin embargo, se encuentran dentro del rango considerado como de “buena calidad” (Tabla 1). Lo anterior puede

explicarse por dos factores: a) Existencia de una relación inversa entre producción de leche y porcentaje de constituyentes de la misma; cuando se produce más cantidad, los componentes disminuyen, al tener mayor factor de dilución<sup>[12]</sup>; las vacas del presente estudio provienen de sistemas de producción

lechero especializado. b) Cuando hay un mejor nivel nutricional se puede aumentar la producción de ácidos grasos volátiles (AGV), así como una mayor disponibilidad de aminoácidos, elevando así la cantidad de aminoácidos necesarios para la síntesis de la leche <sup>[13]</sup>, aumentando el porcentaje de proteínas contenidos en la leche; existe la probabilidad de que las vacas donadoras de las muestras de leche presenten deficiencias en el aporte de proteínas en la dieta o en la conversión en rumen de las materias primas proporcionadas en la dieta.

Según la Norma Técnica Colombiana NTC, el porcentaje mínimo de grasa debe ser del 3%. Para el caso en análisis, el 100% de las muestras cumplen con la norma. Con respecto a esta variable, las muestras se en-

cuentran dentro del rango de calidad “buena” (3,5 a 3,3). Ninguno de los valores mínimos se considera de mala calidad; los valores máximos, durante los cuatro meses de evaluación, se encuentran dentro del rango de calidad “excelente”.

La variable lactosa no se reporta en la NTC. El valor promedio de lactosa, en el período evaluación se encuentra por debajo de 4,6%, considerado de “mala calidad”.

En la Tabla 4 se relacionan los estadísticos descriptivos relacionados con los sólidos en la leche. Para la variable sólidos no grasos (SNG), según la NTC, el porcentaje mínimo es de 8,3%; en promedio el 100% de las muestras evaluadas se encuentran bajo la NTC y por debajo de 8%, considerándose un parámetro de “mala calidad”.

**Tabla 4. Estadísticos descriptivos para sólidos en la leche.**

| Variable | Mes        | Promedio | ±DE  | Mínimo | Máximo |
|----------|------------|----------|------|--------|--------|
| SNG (%)  | Septiembre | 7,60     | 0,31 | 6,97   | 8,72   |
|          | Octubre    | 7,63     | 0,28 | 6,91   | 8,41   |
|          | Noviembre  | 7,71     | 0,35 | 7,18   | 8,55   |
|          | Diciembre  | 7,76     | 0,33 | 7,10   | 8,50   |
| ST (%)   | Septiembre | 11,01    | 0,34 | 10,22  | 11,92  |
|          | Octubre    | 11,04    | 0,32 | 10,19  | 11,73  |
|          | Noviembre  | 11,12    | 0,41 | 10,50  | 12,29  |
|          | Diciembre  | 11,23    | 0,40 | 10,29  | 10,29  |

SNG = Sólidos no grasos

ST = Sólidos totales

DE = Desviación estándar

Para la variable sólidos totales, ninguna de las muestras evaluadas cumplió con la NTC, encontrándose, durante los meses de estudio, con un promedio entre 11,01% y 11,23%, por debajo del mínimo exigido (11,3%), que implica estar por debajo del parámetro de “mala calidad”.

Los bajos porcentajes en los sólidos en la leche concuerdan con los bajos valores en los parámetros densidad y punto crioscópico encontrados en el estudio. Los bajos porcentajes en sólidos totales pueden explicarse por deficiencias en el aporte nutricional de las vacas incluidas en el estudio (Tabla 5).

**Tabla 5. Clasificación por variable evaluada**

| Variable          | Promedio | Parámetro | Clasificación | NTC       |
|-------------------|----------|-----------|---------------|-----------|
| Densidad          | 1,025    | < 1,028   | Mala calidad  | No cumple |
| Punto crioscópico | 0,388    | < -0,500  | Mala calidad  | No cumple |
| Proteína (%)      | 2,930    | 3,2 – 2,8 | Buena calidad | No cumple |
| Grasa             | 3,320    | 3,5 – 3,3 | Buena calidad | Si cumple |
| Lactosa           | 3,920    | < 4,6     | Mala calidad  | No aplica |
| Sólidos no grasos | 7,670    | < 8,0     | Mala calidad  | No cumple |
| Sólidos totales   | 11,100   | < 11,3    | Mala calidad  | No cumple |

## CONCLUSIÓN

La calidad composicional de la leche evaluada durante el estudio, se clasificó como de mala calidad en el 72,4% de los parámetros evaluados y de buena calidad en el 27,6% de los parámetros. En el 85,7% de las variables evaluadas la leche no cumple con los parámetros exigidos por la Norma Técnica Colombiana 399. Solamente la variable grasa cumple con lo exigido por la NTC 399. Ninguna de las variables evaluadas se considera de buena calidad.

metros exigidos por la Norma Técnica Colombiana 399. Solamente la variable grasa cumple con lo exigido por la NTC 399. Ninguna de las variables evaluadas se considera de buena calidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Colombia. Ministerio de la Protección Social. Decreto 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, comercialice, expendi, importe o exporte en el país. [en línea]; 2006. Consultado el [12 de agosto de 2014]. Disponible en Internet: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=21980>.
- [2] Alais C. Ciencia de la leche: Principios de técnica lechera. México: Continental; 1998.
- [3] Parra MH. Los residuos de medicamentos en la leche: Problemática y estrategias para su control. Neiva [Colombia]: CORPOICA-PRONATA; 2003.
- [4] Cabrera E. Evolución de la calidad higiénica, composicional y sanitaria de la leche cruda en Colombia conforme con el acuerdo de competitividad de la cadena láctea. [Tesis Médico Veterinario]. Bogotá: Universidad de La Salle, Facultad de Medicina Veterinaria; 2006.
- [5] Wattiaux M. Esenciales lecheras. [en línea]. Instituto Babcock para el Desarrollo y la Investigación Internacional de lechería; 2003. Consultado el [15 de agosto de 2014]. Disponible en Internet: [http://www.vet.unicen.edu.ar/html/Areas/Prod\\_Animal/Documentos/2013/Bovinos%20de%20Leche/Guia%20Tecnica%20Lecheria.pdf](http://www.vet.unicen.edu.ar/html/Areas/Prod_Animal/Documentos/2013/Bovinos%20de%20Leche/Guia%20Tecnica%20Lecheria.pdf)
- [6] Gómez C. Relación entre la alimentación y la composición de la leche. En: Avances en alimentación de vacunos lecheros. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina; 2002.
- [7] Keating P. El pago de la leche en función de la calidad. [en línea]. En: Producción higiénica de la leche cruda para la pequeña y mediana empresa; 2003. Consultado el [18 de agosto de 2014]. Disponible en Internet: [http://www.science.oas.org/oea\\_gtz/LI-BROS/LA\\_LECHE/le\\_html/cap11\\_leche.htm](http://www.science.oas.org/oea_gtz/LI-BROS/LA_LECHE/le_html/cap11_leche.htm)
- [8] Martínez M, Gómez C. Calidad composicional e higiénica de la leche cruda recibida en industrias lácteas de Sucre, Colombia. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. 2013; 11(2): 93-100.
- [9] Piñeros G, Téllez G, Cubillos A. La calidad como factor de competitividad en la cadena láctea, caso: Cuenca lechera del Alto Chicamocha (Boyacá). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2005.
- [10] Calderón A, García F, Martínez G. Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia. Revista MVZ Córdoba. 2006; 11 (1): 725-737.
- [11] Norma Técnica Colombiana No. 399: Productos lácteos, leche cruda. Bogotá: ICONTEC; 2002.
- [12] Campabadall C. Factores que afectan el contenido de sólidos de la leche. En: II Seminario internacional sobre calidad de la leche. Medellín [Colombia]: Colanta. 1999; p. 91-111.
- [13] González H, Fischer V, Rocha R, Fainé G, Stumpj W, Adeuda S. Avaliação da qualidade do leite na bacia leiteira de Pelotas, RS: Efeito dos meses do ano. Rev Bras Zootec. 2004; 33: 1531-1543.