

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LECHE EN CUATRO PROCESADORAS DE QUESOS EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, COLOMBIA

EVALUATION OF MILK QUALITY IN FOUR PROCESSORS OF CHEESE IN THE MUNICIPALITY OF MONTERIA, COLOMBIA

Alfonso Calderón R^{1,*} M.Sc., Virginia Rodríguez R¹, M.Sc., Sandra Vélez R², MVZ

¹Universidad de Córdoba, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Departamento de Ciencias Animales. Montería, Colombia. Instituto de Investigaciones Biológicas del Trópico (IIBT), kilómetro 27 vía Ciénaga de Oro, Colombia. ²MVZ, Ejercicio particular. *Correspondencia: alcaran1@yahoo.com

Recibido: Octubre 2 de 2006; Aceptado: Junio 10 de 2007

RESUMEN

Objetivo. Evaluar la calidad física, química y bacteriológica de las leches crudas acopiadas en cuatro empresas procesadoras de queso de la ciudad de Montería. **Materiales y métodos.** A los proveedores se les tomaron muestras de leche durante dos meses. Se usó estadística descriptiva y la comparación de los promedios se hizo mediante la prueba de Duncan todos los análisis se efectuaron mediante el uso el programa estadístico SAS. **Resultados.** La densidad de las muestras de leche fue de 1030 g/ml y el 77.9% de las muestras se halló dentro del rango de 1030 a 1033. El 63,25% de las muestras estuvieron dentro del intervalo de 0.13 a 0.17 y el porcentaje de proteína fue de 3.6%, con un valor mínimo de 2,6% y un máximo de 6%. La grasa fue del 3.70%, con un valor mínimo de 2.10% y un máximo de 7% y el promedio de los sólidos totales fue del 12.06%, con un valor mínimo de 9.10% y un máximo de 14.65%. **Conclusiones.** La composición promedio de la mayoría de las muestras de leche acopiadas por las cuatro empresas, cumplieron con lo establecido por el decreto 616 del 2006.

Palabras clave: Leche, indicadores, calidad, Córdoba, Colombia.

ABSTRACT

Objective. To evaluate the physical, chemical and bacteriological quality of the crude milk from four cheese companies factories in Monteria city. **Materials and methods.** To each one of the suppliers of these companies, milk samples during two months were taken. For each of the variables it was applied the descriptive statistic means and for the comparison of the averages Duncan method was used; those analysis where carry

out by using SAS statistic program. **Results.** The density of the samples of milk was 1030 g/ml and in the 77.9% of the analyzed samples were inside the range of 1030 to 1033. The 63,25% of the samples the range of 0,13 to 0,17, over 0.17 and the averages of protein was 3.6%, with a minimum value of 2,6% and a maximum value of 6%. The fat was 3.70%, with a minimum value of 2.10% and a maximum of 7% and the average of total solids was 12.06%, with a maximum value of 14.65% and a minimum of 9.10%. **Conclusions.** The average composition of the most milk samples were under requirements established in the statute 616 of 2006.

Key words: Milk, indicators, quality, Cordoba, Colombia.

INTRODUCCIÓN

En Colombia, se presentan dos sistemas de producción de leche, la especializada y el doble propósito. Cada una se establece en diferentes regiones del territorio nacional; por las características zootécnicas particulares de cada sistema. El sistema doble propósito, se localiza en las zonas de trópico bajo, por debajo de los 1200 m.s.n.m, como la Costa Atlántica, valles de los ríos Magdalena, Cauca, Piedemonte Llanero y Caqueteño se caracteriza por ser una ganadería de tipo extensivo debido a la alta disponibilidad de tierras y donde la producción se hace con razas *Bos indicus* o sus cruces con *Bos taurus* (1).

El término calidad de la leche, incluye las propiedades composicionales y microbiológicas. Las características composicionales incluyen las propiedades físicas y químicas. Dentro de las físicas, se encuentra la densidad que se puede definir como el peso de un litro de leche expresado en kilogramos (2), y se ha establecido que la densidad de la leche cruda a 15°C, oscila entre 1030 y 1033 g/ml (3). Las propiedades químicas corresponden a los porcentajes de acidez, proteína, grasa, lactosa, minerales, vitaminas, sólidos no grasos y sólidos totales (4).

La acidez, es producida por el crecimiento de las bacterias ácido-lácticas; que transforman la lactosa en ácido láctico, acético y propiónico; ácidos grasos y

acetona provenientes de la utilización de las grasas. El metabolismo de las proteínas produce indicadores de putrefacción como indol, estos metabolitos llegan a desestabilizar la leche por aumento de la acidez, fruto de la proliferación bacteriana (5).

La proteína es el componente químico más importante de la leche por ser necesaria para los mamíferos que dependen en las primeras etapas de la vida y puede dividirse en dos grupos la caseína y proteínas del suero. Dentro de la caseína, se encuentran la α S1, α S2, β y la kappa y las proteínas del suero incluyen α lactoalbúmina, β lactoglobulina, inmunoglobulinas y seroalbuminas (6). Actualmente, ha adquirido una mayor importancia la kappa-caseína; debido a que conforma y retiene una mayor cantidad de sólidos, formando una cuajada más firme y densa; lo que influye sobre el mayor rendimiento de la conversión de leche en cuajada (7).

La grasa, es otro de los componentes químicos de la leche y es la responsable no sólo del aroma y sabor del queso; sino también de su cuerpo y textura; ya que un queso elaborado sin grasa generalmente tiene una consistencia dura e insípida y no desarrolla el aroma y sabor típico (6). También es el componente más variable de la leche y puede estar influenciado por factores como la raza, edad de la vaca, estado nutricional, estado de la curva de lactancia y tipo de alimentación (8, 9).

Los sólidos totales son la sumatoria de los porcentajes de las proteínas, de la grasa en emulsión, lactosa, vitaminas y sales. Por lo tanto, una disminución o aumento en alguno de estos constituyentes puede influenciar el contenido total de los sólidos; siendo el porcentaje de grasa, el factor que más influye en la sumatoria (10). La determinación del porcentaje de sólidos totales, reviste importancia en cuanto a la manera de detectar adulteraciones por aguado en la leche (11).

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de estudio y localización. Se realizó un estudio longitudinal, y se recolectaron semanalmente durante dos meses de máxima precipitación, muestras de leche conservadas en refrigeración, procedentes de 28 fincas proveedoras de cuatro procesadoras de quesos, en el municipio de Montería, Colombia; situado a 13 m.s.n.m. con precipitación anual de 1.080 mm, temperatura promedio de 28°C y una humedad relativa promedio del 82%.

Análisis de laboratorio

VARIABLES FÍSICAS. La densidad se determinó por medio del termolactodensímetro y su lectura se corrigió a 15°C (12).

VARIABLES QUÍMICAS. La acidez se midió por medio de la titulación con hidróxido de sodio 0.1N (12). El porcentaje de proteína se hizo por medio del método de Kjeldahl (12). La grasa se evaluó por el método de

Gerber (12); todas estas mediciones se hicieron según la metodología propuesta por el Icontec (12). Los porcentajes de sólidos no grasos y de sólidos totales mediante el protocolo de Babcock (13). Todos los valores obtenidos se confrontaron y discutieron con los valores de referencia para la zona de estudio. Igualmente se compararon con las normas establecidas en el decreto 616 del 28 de febrero de 2006 (3). Todas las determinaciones, se realizaron en el laboratorio de Lactología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Córdoba; sede Berastegui.

Análisis estadístico. Para el análisis de los resultados se aplicó estadística descriptiva como promedios (\bar{x}), desviación estándar (DS), valor máximo (V max) y valor mínimo (V min) e intervalo de confianza (CI) para determinar el comportamiento de las diferentes variables evaluadas como densidad, acidez, porcentajes de proteína, de grasa, sólidos totales y tiempo de reductasa. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Duncan al 1%. Todos los procedimientos estadísticos se realizaron mediante el uso del programa estadístico SAS (System Analysis Software), versión 8.1, U.S.A.

RESULTADOS

Se encontró que el 75% de las procesadoras transportaron la materia prima en cantinas de acero inoxidable. En la tabla 1 se muestran algunas características del manejo que las

Tabla 1. Características del manejo de la leche en cuatro procesadoras de quesos de Montería, Colombia.

Procesadora	No. de Proveedores	Tipo de material	Tiempo de transporte (horas)	Volumen lts/día	Rendimiento (%)
1	3	Acero	4	400	30
2	7	Acero	3	360	40
3	15	Plástico	7	2300	30
4	3	Acero	5	1000	35

procesadoras en estudio, aplicaron a su materia prima.

de algunos parámetros físico-químicos de las muestras de leche, están dentro de los parámetros establecidos en el decreto 616, excepto la acidez (Tabla 2).

El promedio y las medidas de variación

Tabla 2. Descripción de las variables físicas y químicas de muestras de leche en cuatro procesadoras de quesos de Montería.

Características Físico-químicas	n	\bar{x}	S D	V. min.	V. máx.	C. I. (95%)
Densidad (g/ml)	99	1030	1.99	1022	1035	1031 - 1030
Acidez (% ácido láctico)	99	0.19	0.18	0.12	1.63	0.27 - 0.10
% de proteína	99	3.60	0.42	2.80	6.00	3.73 - 3.47
% de grasa	99	3.70	0.78	2.10	7.00	3.87 - 3.52
% de sólidos no grasos	99	8.38	0.48	6.10	9.45	8.52 - 8.24
% de sólidos totales	99	12.06	0.87	9.10	14.65	12.24 - 11.87

En la figura 1, se muestra la distribución de la densidad de la leche de acuerdo a los intervalos establecidos en el decreto

616. Se observa que el mayor porcentaje de las muestras estuvieron dentro del intervalo de 1030 a 1033 gr/ml.

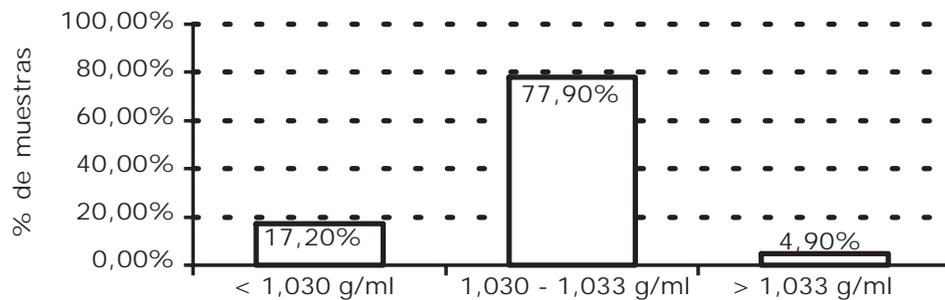


Figura 1. Distribución de la densidad en muestras de leche en procesadoras de Montería.

La distribución de la acidez de la leche según los intervalos establecidos en el decreto 616, mostraron que el mayor

porcentaje de las muestras se encontraron entre los intervalos 0,13 a 0,15 de ácido láctico (Figura 2).

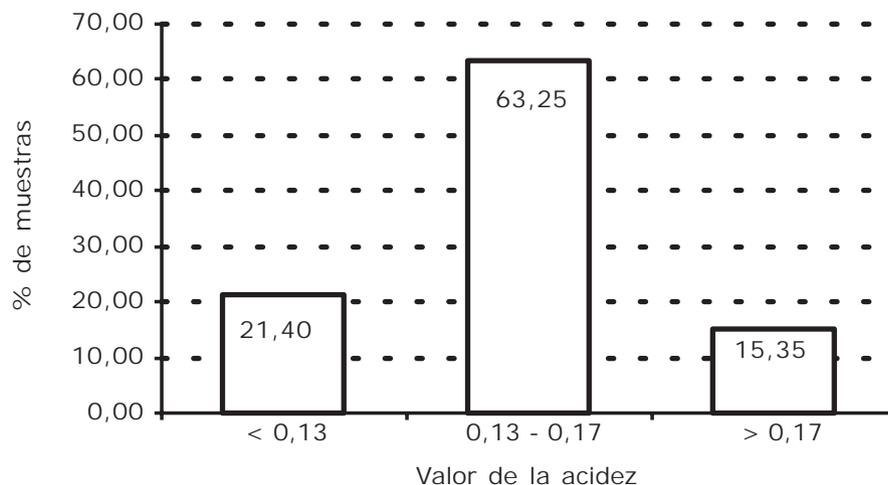


Figura 2. Distribución de la acidez en muestras de leche en procesadoras de Montería.

El porcentaje de proteína en cada una de las procesadoras y su comparación

estadística, muestra que en la procesadora 4 fue el más alto (Figura 3).

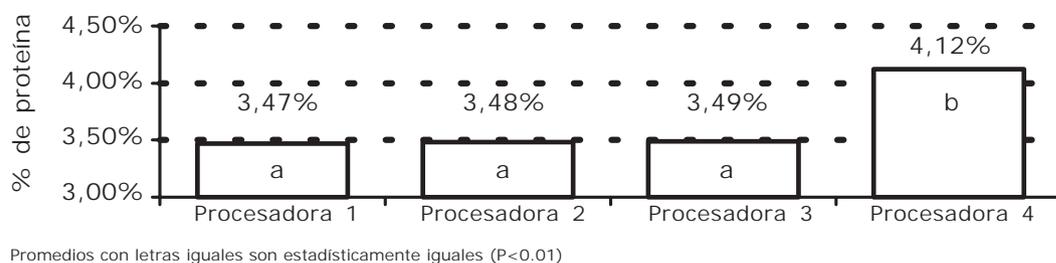


Figura 3. Porcentaje de proteína en muestras de leche en cuatro procesadoras de Montería y su comparación estadística según la prueba de Duncan.

La distribución del porcentaje de grasa, de acuerdo a lo establecido en el decreto 616, muestra que los mayores

porcentajes de las muestras están dentro del intervalo mayor o igual al 3.0 (Tabla 3).

Tabla 3. Distribución del porcentaje de grasa de las muestras de leche en cuatro procesadoras de Montería.

Intervalos	Procesadora 1 (%)	Procesadora 2 (%)	Procesadora 3 (%)	Procesadora 4 (%)
< 3.0	8.3	4.3	16.6	10.5
≥ 3.0	91.7	95.7	84.4	89.5

En la figura 4, se presenta la distribución del porcentaje de grasa en cada una de las procesadoras y su comparación estadística. Los mayores porcentajes de grasa se presentaron en la procesadora 4.

La tabla 4, muestra la distribución del porcentaje de los sólidos totales de acuerdo a los intervalos establecidos en el decreto 616, del 28 de febrero de 2006; donde el mayor porcentaje de las muestras se presentaron dentro del intervalo mayor o igual al 11,3%

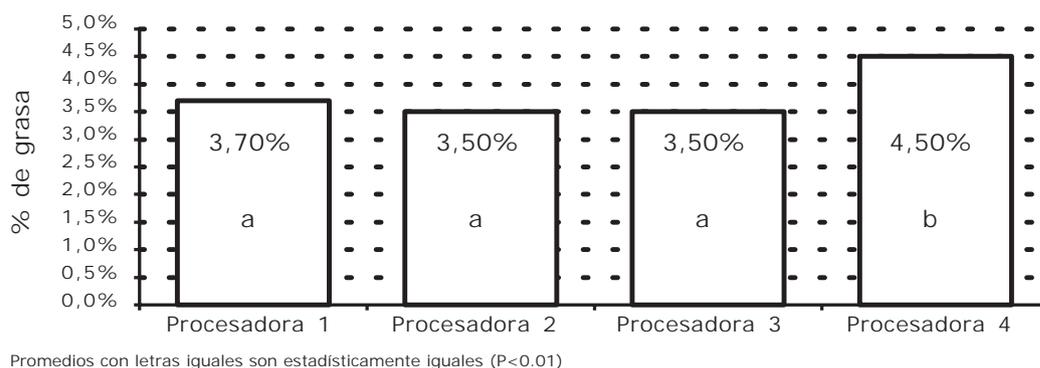


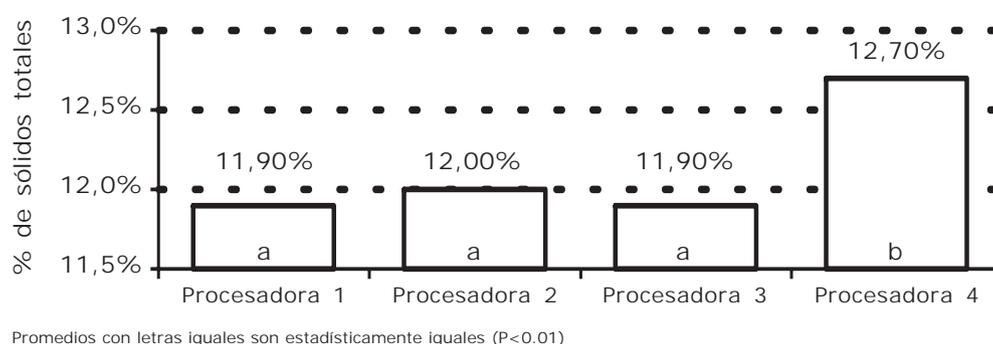
Figura 4. Porcentaje de grasa en muestras de leches en cuatro procesadoras de Montería y su comparación estadística según la prueba de Duncan.

Tabla 4. Distribución de los sólidos totales de las muestras de leches en cuatro procesadoras de Montería,

Rangos	Procesadora 1 (%)	Procesadora 2 (%)	Procesadora 3 (%)	Procesadora 4 (%)
< 11.3	16.7	4.3	20.0	10.5
≥ 11.3	83.3	95.7	80.0	89.5

En la figura 5, muestra el porcentaje de los sólidos totales en cada una de las procesadoras y su comparación estadística;

el mayor porcentaje correspondió a la procesadora 4.

**Figura 5.** Porcentaje de sólidos totales en muestras de leches en cuatro procesadoras de Montería y su comparación estadística según la prueba de Duncan.

DISCUSIÓN

Características de manejo de la leche.

Los recipientes destinados al contacto con alimentos deben ser fabricados y diseñados en materiales que no tengan efectos tóxicos, que permitan una limpieza y desinfección fácil con el fin de evitar la contaminación; lo cual hace que materiales como el acero, sean aceptados por las autoridades sanitarias (14). A excepción de la procesadora 3 que acopio el 53,6% del volumen de la leche, el transporte se realizó en canecas plásticas; material no permitido para el almacenamiento y transporte de la leche (3).

Características físicas:

Densidad. El promedio de la densidad corregida a 15°C, de las muestras de leche, fue de 1030 g/ml (Tabla 2); valor

que se encuentra dentro de lo establecido en el decreto 616.

El 77.9% de las muestras se hallaron dentro del intervalo de 1030 a 1033 g/ml, rango aceptado como normal dentro del territorio colombiano según el decreto 616. Esto concuerda con los hallazgos de Gutiérrez y Lastre (15), donde el promedio de la densidad, de su estudio, fue de 1031, con una frecuencia del 77%.

Por debajo del límite inferior del intervalo establecido, se encontró el 17.2% de las muestras; presentándose esto posiblemente como consecuencia de la adición de agua. El 4,9% de las muestras, la densidad se halló por encima del límite superior del intervalo (Figura 1); como consecuencia de la falta de proteína y energía en la dieta, o que las leches fueron descremadas antes de llegar a la procesadoras (4).

Características químicas:

Porcentaje de acidez. El valor promedio de la acidez de las muestras de leche fue del 0.19% de ácido láctico (Tabla 2), valor que se encuentra por fuera del rango establecido en el decreto 616. Esto pudo ser debido a la falta refrigeración de la leche, almacenamiento en materiales no apropiados y a la alta temperatura en la zona. Estos factores crean condiciones favorables para la proliferación bacteriana que incrementa la acidez de la leche (16).

Al analizar la distribución de la acidez de las muestras de leche (Figura 2), según los parámetros del decreto 616; el 63,25% de las muestras estuvieron dentro del intervalo de 0.13 a 0.17% de ácido láctico, considerado como normal. El 15,35% de las muestras por encima del 0.17; como consecuencia de falta refrigeración de la leche, y de la alta temperatura presente en la zona, que aumentan la acidez en la leche (16). En el 21.40% de las muestras, la acidez fue menor de 0.13; debido a la adición y adulteración con neutralizantes.

Proteína. El promedio de la proteína en las muestras de leche fue de 3.6%, con un valor mínimo de 2,6% y un máximo de 6% (Tabla 3). Los bovinos involucrados en la producción lechera del municipio de Montería, son razas cebuinas con cruces *Bos taurus* (17). Las cebuinas son las que presentan menores volúmenes de producción, pero mejores valores en su composición química debido a la relación inversa que existe entre la producción y el porcentaje de los constituyentes por presentar un menor factor de dilución (18).

Los promedios de la proteína para cada una de las procesadoras (Figura 3), fueron superiores al promedio de 3,12% (19) y de 3,29% (20). Al comparar los promedios obtenidos en el presente estudio, con la prueba de Duncan al 1%;

se determinó que no hubo diferencias significativas entre las procesadoras 1, 2 y 3; pero sí entre éste grupo y la procesadora 4.

Grasa. Las muestras de leche presentaron un promedio de grasa del 3.70%, con un valor mínimo de 2.10% y un máximo de 7% (Tabla 2); promedio por encima del intervalo establecido en el decreto 616 y del 3,66% para el Valle del Sinú (19).

Al comparar los porcentajes de grasa de las muestras con lo establecido en el decreto 616; se encontró que en el 88.9% de las muestras, el porcentaje de grasa, fue igual o superior a lo señalado en el decreto. Esto se explica debido a que estas leches provienen del cruce de razas cebuinas y *Bos taurus* (17).

Por debajo de los requisitos mínimos exigidos en el decreto, se halló el 11.1% de las muestras; como consecuencia de factores climáticos, alimenticios, curva de lactancia, variación individual (4,21) y por adulteración de la leche.

La distribución del porcentaje de grasa en cada una de las procesadoras, de acuerdo al decreto 616, se muestra en la tabla 3; donde el mayor porcentaje de las muestras, se encontraron dentro del rango (> 3%).

Al comparar los promedios del porcentaje de grasa entre las procesadoras por medio de la prueba de Duncan al 1% (Figura 4); no se encontraron diferencias significativas entre las procesadoras 1, 2 y 3; pero sí entre este grupo y la procesadora 4.

Porcentaje de sólidos totales. El promedio de los sólidos totales de las muestras de leche fue del 12,06%, con un valor máximo de 14,65% y un mínimo de 9,10% (Tabla 2); promedio que se encuentra dentro de lo reportado para el Valle del Sinú (19); pero inferior al 12.84%

hallado por Gutiérrez y Lastre (15) para leches de la ciudad de Sincelejo.

La distribución del porcentaje de sólidos totales en las muestras de leche por procesadora, de acuerdo a lo establecido en el decreto 616, se muestra en la tabla 4. La procesadora 2 fue la que presentó un mayor número de muestras, seguido de la 4, 1 y 3. Esta secuencia también coincidió con el orden del porcentaje del rendimiento de la leche en queso (Tabla 1). Estos mayores rendimientos, se deben a que las muestras de los proveedores de estas procesadoras, presentaron los mayores porcentajes de sólidos totales; 12.7 y 12% respectivamente (Figura 5).

El porcentaje de sólidos totales en el presente trabajo, fue mayor o igual al 12%. Esto se constituye en una ventaja

comparativa de la leche de sistemas doble propósito (22). Al realizar la comparación de los promedios entre las procesadoras (Figura 5), con la prueba de Duncan al 1%, no existieron diferencias significativas entre las procesadoras 1, 2 y 3; pero si entre este grupo y la procesadora 4.

En conclusión, la composición física y química promedio de la mayoría de las leches acopiadas por estas cuatro procesadoras, cumplieron con lo establecido por el decreto 616 del 2006. Se hace necesario implementar infraestructura de frío a nivel de fincas y establecer pagos diferenciales por calidad composicional y microbiológica de las leches; esto estimularía a los productores a ofrecer leches de mejor calidad.

REFERENCIAS

1. Corporación Colombiana de investigación agropecuaria (Corpoica). Entorno socioeconómico y problemática tecnológica de la ganadería de leche especializada. Informe preliminar. Bogotá, Colombia. 1995; p 94.
2. Federación colombiana de ganaderos (Fedegan). Manual práctico del ganadero. 2000; p.111.
3. Ministerio de Protección Social de Colombia. Decreto No. 616. Reglamento técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercializa, expendia, importe o exporte en el país. Diario Oficial de Colombia No. 46.196 Febrero 28 de 2006.
4. Gerber N. Tratado práctico de los análisis de la leche y del control de los productos lácteos. Santander, España. Gráficas Roa. 1994; p.23, 24, 71, 123, 138.
5. Cotrino V, Gaviria B, ¿Cómo se determina la calidad microbiológica de la leche cruda? Parte III. Disponible en: [Http://lmvlt.com/programa?ar05.html#top](http://lmvlt.com/programa?ar05.html#top). Última revisión 05-08-2006.
6. Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (ICTA) Banco Ganadero. Guía para producir quesos colombianos. Santafé de Bogotá. 1994; p.27, 31, 32, 49.
7. Trujillo E, Noriega D. Detección genética de la kappa-caseína en diferentes razas bovinas. Despertar Lechero. 2001; (18) 189-197. Colanta

8. Palmquist L, Dense A, Barbano M. Feed and animal factors influencing milk fat composition. *J Dairy Science* 1993; 76: 1753-1771.
9. Ramos R, Pabón M, Carulla J. Factores nutricionales y no nutricionales que determinan la composición de la leche. *Rev Med Vet Zoot* 1998; 46: 2-7.
10. Tetra Pak Processing System. Dairy processing handbook. Lund Sweden. Teknotext AB. 1995; p. 18.
11. Alpina. Como se determina la calidad en leches Alpina. 1992; 1: 1-4.
12. 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, 14, 16.
13. Jaramillo M, Mejía L, Sepúlveda J. La leche y su control. Guías de clase. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Medellín. 1999; p.48.
14. Comisión Codex Alimentarius. Roma. Editorial. 3^{era} Edición versión condensada. FAO, 1997; p.17.
15. Gutiérrez S, Lastre T. Determinación de los valores promedios de densidad, grasa, sólidos no grasos y sólidos totales en leche de bovinos. Tesis pregrado, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Córdoba, 1979.
16. Alpina. Calidad bacteriológica de la leche. Bogotá 1999; 48: 1-6.
17. Corporación colombiana de investigación agropecuaria (Corpoica). Atlas de los sistemas de producción bovina. Modulo región Caribe. Bogotá, Colombia, 2002; p. 9-12.
18. Campabadall C. Factores que están afectando el contenido de sólidos de la leche. Memorias. II Seminario internacional sobre calidad de la leche. Colanta. Medellín, Colombia 1999; p.91-111.
19. Calderón A, García F, Martínez G. Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia. *Rev MVZ Córdoba* 2006; 11 (1): 1-16.
20. Cadrazco B, Cárdenas J. Determinación del porcentaje de proteínas totales en leches de bovinos en algunas zonas del departamento de Córdoba. Montería, Tesis pregrado, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Córdoba, 1980.
21. Leche y productos lácteos vaca, oveja y cabra. Sociedad científica de la higiene alimentaria. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España 1993; 117-179.
22. Parra J, Martínez M, Castañeda H, Vargas S. Mastitis y calidad de la leche en el Piedemonte del Meta y Cundinamarca. Informe técnico Corpoica-Pronata. Villavicencio, 1998; p.49.