

Tiempo de **agitación** y **calidad** de la **leche**

Yamid A. Lopera B.
Médico Veterinario Zootecnista
Universidad CES
yalb623@hotmail.com
Colombia

Melissa Pérez J.
Médico Veterinario Zootecnista
Universidad CES
meli_512@hotmail.com
Colombia

Abstract

In the dairy sector, producers are making the payment of milk depending on the results of the weekly sample that is taken by the staff collecting milk wagon. The critical elements to be measured are protein, fat, Colony Forming Units (CFU), and the Somatic Cell Count (SCC). These components can be affected by various factors, and within these, it is assumed that the time of agitation in the cooling tank before sampling, can be a determining factor in the increase or decrease in any of these components. Researchs have shown variations of elements when milk is totally quiet or with little agitation.

For this reason, the present search studies the changes of each one of the parameters taken to determine the quality of milk, in every minute of stirring, for 8 minutes total. The results obtained in the study support the conclusion that with a minute of stirring is enough to get the homogenization and stabilization of the milk components and accurate values of its product compositional quality.

▲ Foto: Asaf J. Puentes T.

Resumen

En el sector lechero, a los productores se les realiza la liquidación del pago de la leche dependiendo de los resultados de la muestra semanal que toma el personal del carro recolector de leche. Los elementos que tienen más importancia en la medición son la proteína, la grasa, las unidades formadoras de colonias (UFC) y el recuento de células somáticas (RCS). Hay diversos factores que pueden afectar esos componentes, uno de ellos, se presume, es el tiempo de agitación del tanque de enfriamiento antes de tomar la muestra. Este puede ser un factor determinante en el aumento o disminución de alguno de estos componentes. Investigaciones han demostrado variaciones de los elementos en leche reposada y con poco tiempo de agitación.

El presente estudio explora los diferentes cambios que tiene cada uno de los parámetros de la calidad de leche en cada minuto de agitación, durante 8 minutos. Los resultados obtenidos en el estudio permiten determinar el tiempo óptimo de agitación para una correcta homogenización de la leche almacenada en los tanques de enfriamiento y, así, tener una muestra más exacta del estado de la calidad de la leche.

Introducción

La leche es el único alimento que es una emulsión en su estado natural, contiene casi todos los nutrientes para mantener la vida y es el alimento más importante del mundo. La composición promedio de la leche es la siguiente: agua (solvente) en un 87.5%, proteínas en un 3.4%, lactosa en un 4.9%, grasa (triglicéridos) en un 3.9%, vitaminas y minerales en un 0.8%. Estos componentes se encuentran en equilibrio y dan a la leche su color, sabor y consistencia característica (Jiménez, s.f.). Las cantidades de los distintos componentes principales de la leche pueden variar considerablemente entre vacas de diferentes razas e incluso entre individuos de la misma raza (Bylund, 2013).

El análisis de la calidad de leche cruda es una práctica cotidiana y muy utilizada en el sector lácteo. Es realizado con el fin de conseguir diferentes objetivos: pagar al productor según la calidad remitida, controlar la materia prima que ingresa a las plantas, direccionar la leche de diferente calidad para distintos productos, entre otros.

Los resultados obtenidos en el análisis de la leche son válidos siempre y cuando se siga una secuencia de pasos que comienza con una correcta toma de la muestra de leche y finaliza con la comunicación oportuna de los resultados, en tiempo y forma, al usuario final (Gillespie et al., 2012).

Cuando la leche recién ordeñada se mantiene a 25 grados centígrados durante 2 horas, se produce una cristalización parcial de sus partículas de grasa. Para evitar esta situación, es necesario conservar la leche mínimo a 10 grados centígrados.



▲ Foto: Felipe Zapata G.

Los resultados obtenidos en el análisis de la leche son válidos siempre y cuando se siga una secuencia de pasos que comienza con una correcta toma de la muestra de leche.

También es requerido agitar ligeramente la leche para que se mantenga la emulsión (Goodridge, Hill & Lencki, 2004). Un tiempo de agitación insuficiente puede dar lugar a grandes variaciones en la cantidad de grasa y como las bacterias presentes en la leche tienden a concentrarse en la grasa, el recuento bacteriológico puede verse muy afectado (Bedolla, Castañeda & Wolter, 2007). Leche incorrectamente agitada es una fuente importante de variabilidad en la estimación de la composición y el recuento de bacterias de las muestras.

Además hay pruebas de que las células somáticas se acumulan en la superficie de la leche (Servello, Hill & Lencki, 2004). Dicha situación puede generar un resultado erróneo de la condición composicional e higiénica pues en algunos casos, por no estar homogenizada, la muestra que es llevada al laboratorio no es representativa de todo el contenido acopiado por la empresa en la finca (Alarcón, 1991).

Es necesario agitar la leche de los tanques antes del muestreo para asegurar su homogeneidad, pero de una forma adecuada, pues la agitación excesiva puede causar pérdida de calidad de la leche.

La homogenización puede ser asegurada al mezclar adecuadamente la leche antes de que se tome la muestra y también se puede combinar con una agitación intermitente del tanque. Existe un acuerdo general entre diversos países y organismos: la Federación Internacional de Lechería - FIL (IDF por su sigla en inglés) y el Ministerio de Agricultura y Alimentación de Ontario (Ontario Ministry of Agriculture and Food – OMAF), para recomendar 5 minutos de agitación para los tanques pequeños y 10 minutos para los tanques grandes, con el fin de asegurar la homogeneidad de la muestra.

Sin embargo, otros estudios científicos no apoyan estas normas. En los estudios consultados, se afirma que se requiere 8 minutos o más de agitación, dependiendo del tamaño del tanque. Si se practica la agitación intermitente, la acción de mezclar la leche de 1 a 2 minutos antes del muestreo se considera aceptable, pero una vez más, la evidencia científica de apoyo está ausente (Cabrera, 2006; Cooperativa COLANTA, 2013).

En el Reino Unido la agitación requerida es de 2 minutos con intervalos de agitación. La combinación de un corto periodo de mezcla antes del muestreo, combinado con mezcla intermitente podría proporcionar un medio rentable de garantizar la homogeneidad de la muestra mientras se mantiene la calidad de la leche. Sin embargo, una vez más, no se especifica la frecuencia o la duración de la agitación intermitente para obtener homogeneidad (Cabrera, 2006).

Davis y Goss (1995, citado en Goodridge, Hill & Lencki, 2004) reportaron que la leche en tanque debe ser completamente mezclada con aspas lo suficientemente grandes o usando un agitador que funcione automáticamente varias veces al día, generalmente por periodos de 5 minutos. Sin embargo, la sugerencia de que sea “generalmente 5 minutos” es un indicativo de la incertidumbre acerca de cuánto tiempo se debe agitar un tanque. El tiempo de agitación debe ser determinado usando una serie de muestras de grasa de leche tomadas de un depósito lleno, a intervalos de tiempo especificados, hasta por lo menos cinco pruebas de grasa de leche que se estabilicen en un valor definitivo.

Biggs (1984, citado en Goodridge, Hill & Lencki, 2004) recomienda el uso de agitadores de intervalos para agitar la leche de forma automática durante 5 minutos cada hora. Esta recomendación fue aceptada y ahora se prescribe en todas las provincias canadienses y otras jurisdicciones de América del Norte, Europa y otros lugares. Parece evidente que la agitación intermitente reduciría el tiempo de mezclado requerido antes de tomar la muestra, pero no hay consenso sobre el tiempo de mezclado. Sin embargo, la FIL ha recomendado que los tiempos de mezcla se deben reducir a un periodo de 1 a 2 minutos cuando se utiliza agitación intermitente (Alais, 1985).



▲ Foto: Manuel G. Jaramillo V.

En algunas regiones de Canadá han eludido este problema mediante la instalación de muestreadores automáticos en sus camiones de leche, con el fin de obtener muestras representativas, aunque los costos de inversión y mantenimiento son muy altos. En Nueva Zelanda, por el contrario, han decidido asegurar la homogeneidad del producto revolviendo constantemente todos sus tanques de leche, pero el impacto batir la leche constantemente no se ha estudiado en detalle (Alais, 1985).

A la vista de estas cifras es evidente la importancia económica que puede llegar a tener la realización de esta tarea de una forma correcta y que debe convertirse en rutinaria en la finca lechera.

Es necesario, entonces, determinar el tiempo óptimo de agitación de la leche en el momento de ser recogida por el camión cisterna, que garantice una correcta homogenización de los componentes, para obtener datos más precisos de la calidad composicional y así detectar de forma certera la situación real en los tanques de acopio. Además de ser muy importante para el adecuado pago de la leche por parte de la empresa láctea, es de vital importancia para la salud pública, ya que tiene un impacto muy grande en la inocuidad y en la bioseguridad alimentaria.

Con el fin de tener información local, con sustento científico, relacionadas con el tiempo de agitación óptimo para la toma de muestra para laboratorio y si este influye en la calidad composicional de la leche producida, se realizó el presente estudio. Por lo tanto, se busca identificar si se presentan variaciones en los principales componentes de la leche en diferentes tiempos de agitación (minuto a minuto, durante 8 minutos) con respecto a la leche reposada, con el objetivo de determinar el tiempo óptimo de agitación para una correcta homogenización de la leche.

Materiales y métodos

• Tipo de estudio

Para el estudio de tipo descriptivo se utilizaron los resultados obtenidos de 540 muestras de leche de 60 tanques, ubicados en fincas productoras de leche de la Cooperativa COLANTA en los municipios de San Pedro de los Milagros y de Entreríos (Antioquia, Colombia). Por cada tanque se tomaron 9 muestras, una de estas es de la leche en reposo y las otras 8 fueron tomadas en cada minuto de agitación.

• Localización

Los municipios en los que están ubicadas las fincas: San Pedro de los Milagros y Entreríos, pertenecen a la subregión norte del departamento de Antioquia. La altura sobre el nivel del mar varía entre los 2.200 y 2.600 metros, lo cual determina su clima frío, con temperaturas medias que oscilan entre 13 y 16 grados centígrados, y una humedad relativa de 79%. La subregión está ubicada en uno de los ramales de la cordillera central (San Pedro de los Milagros, 2013).

• Métodos

Se visitaron los tanques seleccionados al azar, de las diferentes rutas de los carros recolectores de leche de cada uno de los municipios ya mencionados. Para iniciar, la muestra se recolectó con un cucharón que fue higienizado con un desinfectante biodegradable y secado con toallas desechables. Luego, se tomó una primera muestra de 5 mililitros de leche sin agitar, después se contaron 8 minutos de agitación constante de la leche y se tomó una muestra en cada minuto que transcurrió, para un total de 9 muestras por tanque.

Las muestras se conservaron con bronopol para asegurar que no sufrieran alteraciones. Posteriormente fueron transportadas al laboratorio de pago de leche en la planta de procesamiento de COLANTA, en el municipio de San Pedro de los Milagros, para el análisis de sus componentes.

Los RCS de las muestras de leche se analizaron en el equipo Fossomatic FC® y la proteína, la grasa, la lactosa los sólidos no grasos (SNG) y los sólidos totales (ST) en el equipo Milkoscan FT 6000®.

• Análisis estadístico

La información recopilada de las muestras de leche fue almacenada en una hoja de cálculo de Excel (Microsoft Office®). A los datos obtenidos se le realizó estadística descriptiva, se verificó curtosis y asimetría. Luego se realizó un análisis de varianza (Anova, por sus siglas en inglés) y test de diferencia mínima significativa (LSD, por sus siglas en inglés) de Fisher. El análisis de datos se realizó en el software STATA 10© (StataCorp LP, Texas, USA) y se trabajó con un nivel de confianza del 95,0% ($P < 0.05$).



▲ Foto: Asaf J. Puentes T.

El resultado del Fossomatic® tiene un alto grado de precisión y exactitud.

Resultados

El análisis de datos mostró que no hubo diferencia estadística significativa entre las variables proteína, grasa, lactosa, sólidos no grasos (SNG), sólidos totales (ST), nitrógeno ureico en leche (MUN), recuento de células somáticas (RCS) y los tiempos de agitación comprendidos entre el minuto uno y el minuto 8 ($p > 0.05$).

Al comparar el minuto cero con el minuto uno de agitación, el análisis de datos mostró diferencia estadística significativa con las variables evaluadas en el estudio, excepto para el MUN. Los resultados obtenidos se encuentran en la Tabla 1 y Figura 1.

Según el análisis de todos estos datos, se puede establecer que con un minuto de agitación es suficiente para homogenizar y estabilizar completamente todos los componentes de la leche y poder sacar unos resultados verídicos de cada uno de estos. La única forma de que cambien los resultados es tomando la muestra de la leche en reposo.

Tabla 1.

Resultados de los componentes de la leche en los diferentes tiempos de agitación.

Minutos	Grasa	P	Proteína	P	Lactosa	P	Sólidos no grasos (SNG)	p	Sólidos totales (SN)	P	Recuento de células somáticas (RCS)	P	P	
0	6,4 ± 4,87	0	2,98 ± 0,2	0,029	4,3 ± 0,2	0	7,79 ± 0,29	0	14,43 ± 4,52	0	960,25 ± 1011,07	0	11,79 ± 2,26	0,05
1	3,69 ± 0,61		3,06 ± 0,14		4,41 ± 0,08		7,95 ± 0,16		11,94 ± 0,58		463,41 ± 277,84		12,63 ± 1,67	
2	3,59 ± 0,28		3,06 ± 0,14		4,41 ± 0,07		7,95 ± 0,14		11,85 ± 0,36		458,53 ± 286,93		12,65 ± 1,52	
3	3,63 ± 0,31		3,06 ± 0,14		4,41 ± 0,07		7,95 ± 0,15		11,89 ± 0,36		462,38 ± 279,79		12,69 ± 1,51	
4	3,6 ± 0,25		3,06 ± 0,14		4,41 ± 0,07		7,95 ± 0,15		11,86 ± 0,33		459,05 ± 284,65		12,61 ± 1,54	
5	3,6 ± 0,25		3,06 ± 0,14		4,41 ± 0,07		7,95 ± 0,15		11,87 ± 0,33		458,46 ± 281,88		12,71 ± 1,59	
6	3,61 ± 0,25		3,06 ± 0,14		4,41 ± 0,07		7,95 ± 0,15		11,87 ± 0,33		460,33 ± 280,75		12,70 ± 1,52	
7	3,6 ± 0,25		3,06 ± 0,14		4,41 ± 0,07		7,95 ± 0,15		11,87 ± 0,33		455,83 ± 278		12,61 ± 1,58	
8	3,61 ± 0,25		3,06 ± 0,14		4,41 ± 0,07		7,95 ± 0,15		11,87 ± 0,33		463,18 ± 280,45		12,78 ± 1,53	

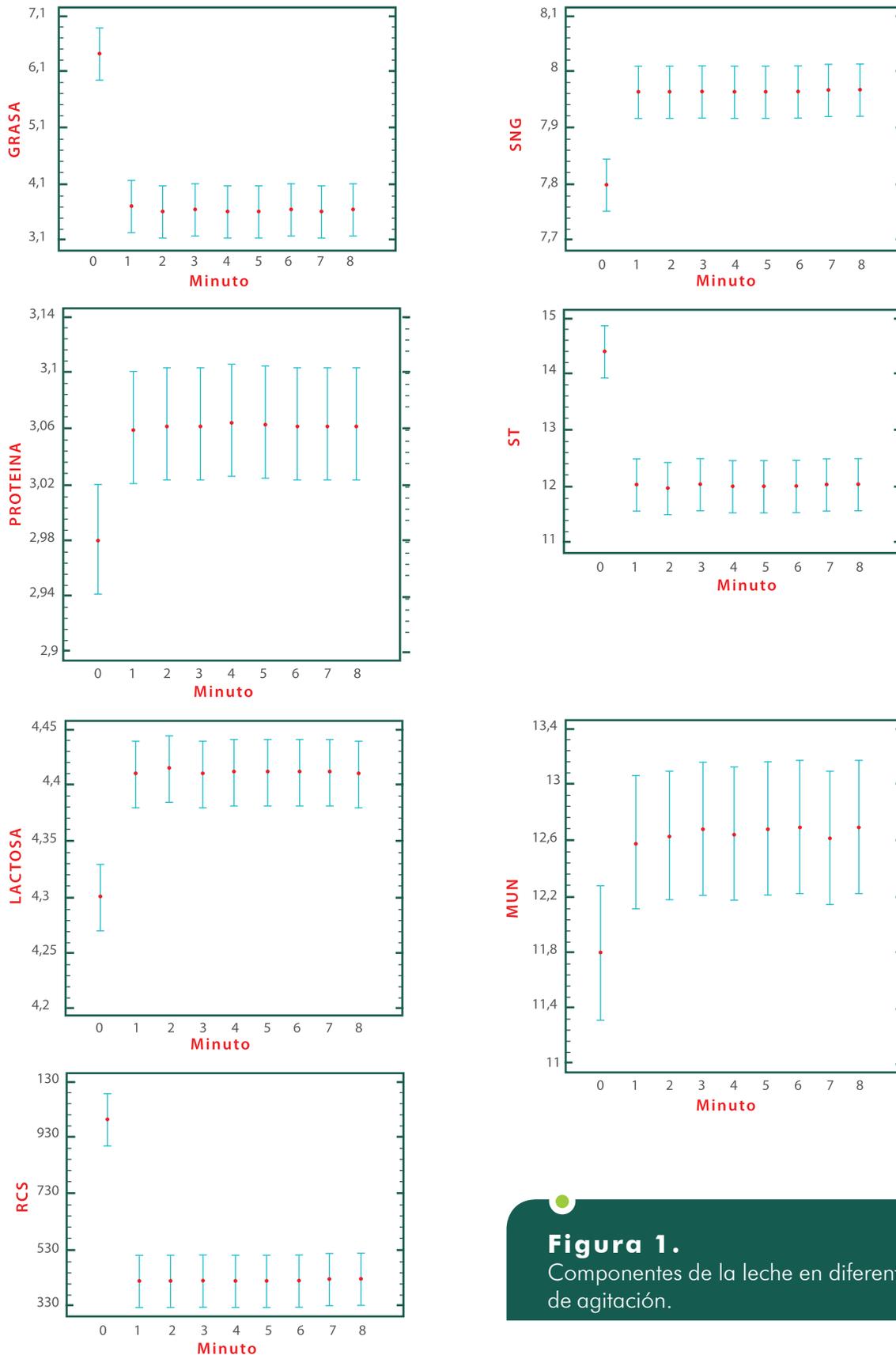


Figura 1. Componentes de la leche en diferentes tiempos de agitación.



▲ Foto: Felipe Zapata G.

Un minuto de agitación garantiza que la muestra de leche, que sale de los tanques de enfriamiento de las explotaciones ganaderas para las plantas de procesamiento, sea confiable y posibilite un adecuado pago general del producto

Discusión

La calidad de la leche medida en diferentes tiempos de agitación producida en el norte de Antioquia, en los municipios de San Pedro de los Milagros y Entreríos, genera una discusión en cuanto al tiempo que se debe agitar para homogeneizar sus componentes. Según Davis y Goss (1995, citado en Goodridge, Hill & Lencki, 2004) se recomienda que el tiempo de agitación debe ser al menos de 5 minutos para así estabilizar y conseguir datos confiables.

Por su parte, la teoría de Biggs (1984, citado en Goodridge, Hill & Lencki, 2004), quien expone que se debe agitar la leche del tanque cada 5 minutos durante 1 hora, aunque es actualmente una de las más aceptadas en América del Norte y otros regiones, no es la que recomienda la FIL, entidad que afirma que los tiempos de mezcla deben reducirse a un periodo de 1 a 2 minutos con agitación intermitentemente.

En el Reino Unido se afirma que la agitación debe ser de 2 minutos ya que la combinación de un corto periodo de mezclas antes del muestreo garantiza la homogeneidad de la muestra.

Luego de revisar cifras y diferentes posiciones sobre el tiempo de agitación, en el presente estudio se encontró que con un minuto de agitar la leche, antes de tomar la muestra, es suficiente para homogenizar y estabilizar cada uno de sus componentes. Este resultado es similar a lo que postula la FIL, exceptuando la sugerencia de que se debe hacer una agitación intermitente de la leche durante el día.

Este estudio es el punto de partida para muchas otras investigaciones respecto a la calidad higiénica, sanitaria y composicional de la leche. Sería adecuado realizar un estudio similar pero con las unidades formadoras de colonia (UFC), para identificar cómo el tiempo de agitación las puede afectar. Otro estudio pertinente sería el encaminado a determinar si esos valores tan pequeños que hay entre cada minuto, que estadísticamente no se considera una diferencia significativa, pueden afectar económicamente el valor del pago por litro de leche de cada productor.

Conclusiones

Se concluye que es suficiente con un minuto de agitación para homogenizar y estabilizar los componentes de la leche y, así, obtener valores precisos sobre la calidad sanitaria y composicional de este producto. La única manera en que se afecta la muestra es cuando la leche está en reposo, ya que todos los componentes se alteran y dan valores erróneos.

Con un minuto de agitación se garantiza que la muestra de leche, que sale de los tanques de enfriamiento de las explotaciones ganaderas para las plantas de procesamiento, sea confiable y posibilite un adecuado pago general del producto y las respectivas bonificaciones que se adjudican según las leyes gubernamentales y el reglamento de cada empresa láctea.



◀ Foto: Felipe Zapata G.

Referencias

Alais, C. (1985). *Ciencia de la leche: principios de técnica lechera*. Barcelona: Reverté.

Alarcón, B. (1991). *Industrialización de la leche en el trópico*. En Seminario Internacional de Lechería Tropical. Ecuador: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura - IICA. Recuperado de: <http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=UlRasLYQsvYC&oi=fnd&pg=PA44&dq=CAMBIOS+DE+LA+LECHE+EN+DIFERENTES+TIEMPOS+DE+AGITACION+DEL+TANQUE+DE+ENFRIAMIENTO&ots=V65gDL003i&sig=kt7eSHffd4AyblSzCRLf9Bf556Y%20-%20v=onepage&q&f=false#v=onepage&q&f=false>

Bedolla C., Castañeda, V. & Wolter, W. (2007). Métodos de detección de la mastitis bovina. *Rev. Electrónica Vet.*, 8 (9).

Bylund, G. (2003). *Dairy processing handbook*. Suecia: Tetra Pak.

Cabrera, E.N. (2006). *Evolución de la calidad higiénica, composicional y sanitaria de la leche cruda en Colombia conforme con el acuerdo de competitividad de la cadena láctea*. Recuperado de: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/10185/5964/1/T14.06%20C112e.pdf>

Cooperativa COLANTA (2013). *Tabla clasificación proveedores de leche, versión 3*. Medellín: Departamento de Mejoramiento de Calidad de Leche.

FDA - Food and Drug Administration (2009). *Pasteurized Milk Ordinance* [Internet]. Recuperado de: <http://www.fda.gov/downloads/Food/GuidanceRegulation/UCM209789.pdf>

Gillespie, B.E., Lewis, M.J., Boonyayatra, S., Maxwell, M.L., Saxton, A., & Oliver, S.P. (2012). Short communication: evaluation of bulk tank milk microbiological quality of nine dairy farms in Tennessee. *Journal of Dairy Science*, 95 (8), 4275-9.

Goodridge, L., Hill, A.R. & Lencki, R.W. (2004). A review of international standards and the scientific literature on farm milk bulk-tank sampling protocols. *Journal of Dairy Science*, 87 (9), 3099-104.

Jiménez, S. (s.f.). *Procesado industrial de la leche: leche de la producción al consumo*. Recuperado de: http://www.institutotomas Pascual.es/publicacionesactividad/publi/Curso_Leche_RACVE_2.pdf#page=23

San Pedro de los Milagros (2013). *Programa de gobierno*. Instructivo. Recuperado de: http://www.antioquia.gov.co/antioquia-v1/organismos/planeacion/descargas/instructivos/san_pedro_milagros.pdf

Servello, V., Hill, A.R. & Lencki, R.W. (2004) Towards an optimum mixing protocol for on-farm bulk milk sampling. *Journal of Dairy Science*, 87 (9), 2846-53. ■