

## FACTORES INHERENTES A LA CALIDAD DE LA LECHE EN LA AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

### INHERENT FACTORS TO THE QUALITY OF THE MILK IN THE AGRO-FOOD INDUSTRY

MOTTA-DELGADO, PABLO ANDRES<sup>1,2\*</sup> MVZ., RIVERA, M. MALHORY STEFANNY<sup>2,3</sup> Estudiante Ing. Alimentos, DUQUE, T. JAIRO ANDRÉS<sup>2,4</sup>, Estudiante MVZ., GUEVARA, FABIO ANDRÉS<sup>2,4</sup>. Estudiante MVZ.

<sup>1</sup>Misión Verde Amazonía: Corporación para el desarrollo sostenible y mitigación de cambio climático. Florencia (Caquetá), Colombia. <sup>2</sup>Grupo de Investigación en Biodiversidad y Desarrollo Amazónico (BYDA), Uniamazonia, Florencia (Caquetá), Colombia. <sup>3</sup>Programa Ingeniería de Alimentos, Universidad de la Amazonía, Florencia (Caquetá), Colombia. <sup>4</sup>Programa Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de la Amazonía, Florencia (Caquetá), Colombia.

\*Correspondencia: [pmottamvz@gmail.com](mailto:pmottamvz@gmail.com)

Recibido: 17-02-2014; Aceptado: 28-03-2014.

#### Resumen

La producción de leche es una de las actividades socioeconómicas más importantes en el sector agropecuario del país. Es necesario conocer la importancia de la calidad de la leche cruda como materia prima para los procesos agroindustriales. El objetivo de la presente revisión fue recopilar y discutir información sobre los procesos y factores que inciden en la calidad de la leche y sus derivados a través de la cadena láctea, para ello se aborda la leche desde su importancia en la alimentación humana, su definición como producto, conceptos sobre calidad de leche, factores que influyen en la calidad de la leche antes, durante y posterior al ordeño, se discute este interrogante: ¿cómo se afecta la calidad de la leche a través de la cadena láctea? Además de las alternativas para la producción de leche y derivados de calidad e inocuidad para la alimentación humana. En conclusión se hace ineludible la adopción de prácticas adecuadas para la producción, manipulación y procesamiento de la leche cruda, para ello es necesaria la vinculación de técnicos y profesionales del sector público y privado, en cada eslabón de la cadena láctea para garantizar la trazabilidad de los productos de esta agroindustria.

**Palabras clave:** derivado lácteo, inocuidad, nutrición humana, salud pública, trazabilidad.

## Abstract

The milk production is one of the most important socioeconomic activities in the agricultural sector of the country. It is necessary to know the importance of the quality of the raw milk as matter for the agroindustrial processes. The aim of this review, was to gather and to discuss information about the processes and factors that impact in the milk quality and dairy products through the dairy chain, for this the milk is approached from its importance in the human nutrition, its definition like product, concepts on milk quality, factors that influence the quality of milk before, during and later of milking, this issue is discussed: how is the milk quality affected through the milky chain? Besides the alternatives for the production of milk and dairy products of quality and innocuous for the human feeding. In conclusion it becomes inescapable the adoption of appropriate practices for the production, manipulation and processing of the raw milk, for it is necessary the linking of technicians and professionals of the private and public sector, in every link of the milky chain to ensure the traceability of the products of this agroindustry.

**Key words:** dairy product, safety, human nutrition, public health, traceability.

## Introducción

El sistema agroindustrial de la leche, debido a su importancia socioeconómica, es uno de las cadenas agropecuarias más importantes en Colombia, por su relevancia en la generación de empleo rural y los volúmenes de producción para procesamiento industrial (que aportan el 10% del PIB agropecuario y el 24% del PIB pecuario), ubicando al país en el vigésimo segundo puesto en el ranking mundial y en el tercer puesto en Suramérica de productores lácteos (CNL, 2010). Según la FAO (2011), la leche es una fuente importante de aminoácidos, energía, grasas, vitamina A y minerales que puede llegar a constituir el 50% del consumo de energía de muchas familias alrededor del mundo, además Inda (2000), refiere que: “la leche se puede describir como un sistema polifásico que contiene agua, grasa emulsificada, micelas de caseína en estado coloidal y proteínas, lactosa, sales y micro-nutrientes en solución”.

Para VARGAS (2001), la calidad de la leche está conformada por tres aspectos bien definidos: composición físico-química, cualidades organolépticas y cualidades microbiológicas, todas estas establecidas según las normativas internacionales y nacionales vigentes. Según AHMED y ABDELLATIF (2013), en la industria de la leche, los cambios, defectos, contaminación y polución son numerosos, y sus causas son diversas y variadas.

La presente revisión tiene como objetivo recopilar información sobre factores de calidad de la leche tenidos en cuenta en la cadena agroalimentaria y como se puede afectar desde el proceso de producción hasta la transformación de productos lácteos, para ello se hace referencia a la definición de la leche, características físicas, químicas, organolépticas y microbiológicas, su papel en la alimentación humana y los factores de incidencia que alteran la calidad de la leche antes, durante y después del ordeño, además de cómo se afecta la vida útil de los productos lácteos según la calidad de la misma.

### **La leche en la alimentación humana**

Según PANDEY y VOSKUIL (2011), el uso de la leche y sus derivados en la alimentación humana tiene una larga historia, es uno de los alimentos más completos, ésta contiene un balance de todos los elementos necesarios digeribles para la constitución y mantenimiento del cuerpo humano. Refieren que la leche y sus derivados refuerzan las respuestas inmunológicas, particularmente para personas afectadas por VIH/SIDA. Así mismo, mencionan que en algunos países la leche y sus derivados proveen entre el 5 al 10% del total de calorías de la dieta.

Adicionalmente, PANDEY y VOSKUIL (2011), refieren que la leche posee varias propiedades, como la fácil transformación en derivados lácteos o su uso para otros alimentos, por tanto muchas culturas tienen sus propias tradiciones en el uso y preparación de derivados lácteos, por lo cual, se estima que alrededor del mundo existen entre 8.000 a 10.000 productos lácteos diferentes. Según FERNÁNDEZ *et al.* (2010), el valor nutricional de la leche como un todo es mayor que el valor individual de los nutrientes que la componen debido a su balance nutricional único. Como lo refieren PANDEY y VOSKUIL (2011), la leche ha sido evaluada como una excelente fuente de proteína de alta calidad (por su aporte de aminoácidos esenciales) y de fácil digestión, además contiene gran cantidad de vitaminas y minerales, siendo una excelente fuente de fósforo y calcio, desempeñando un papel importante en el desarrollo de los dientes y huesos de los niños. Además la leche puede ser incluida en la dieta humana en todos los estados de vida.

El valor económico y nutricional de la leche está directamente relacionado con el contenido de sólidos totales (PANDEY y VOSKUIL, 2011). Para MAGARIÑOS (2000); DA SILVA (2008) un vaso de leche de vaca o 30 gramos de queso suplen el 23% de las necesidades diarias de calcio, además de ser un aporte significativo de magnesio, fósforo, vitaminas A, B2, B12, C, D, E, K y más de 100.000

constituyentes como los ácidos orgánicos, sodio, potasio, cloro, hierro, yodo, cobre, manganeso, zinc. Además, MÜLLER (2002), afirma que la leche ofrece elementos anticancerígenos, presentes en la grasa como el ácido linoleico conjugado, esfingomiélin, ácido butírico, beta-caroteno, vitaminas A y D.

La leche de acuerdo a sus componentes individuales aporta 9,3 calorías por gramo de grasa, 4,1 calorías por gramo de proteína y 4,1 calorías por gramo de azúcar, siendo el valor general una aproximación de 75 calorías por cada 100 gramos de leche variando de acuerdo a la proporción de los constituyentes individuales (VISHWESHWAR y KRISHNAIAH, 2005). Así mismo, para AMIOT (1991), la leche de la mujer continua siendo el alimento más indicado para los recién nacidos, principalmente a la protección de anticuerpos que pasan de la madre al hijo (inmunidad pasiva). Así mismo, la leche de vaca es considerada un alimento de gran importancia para todas las edades debido a su valor y aporte nutritivo (Tabla 1).

**Tabla 1.** Cantidad de nutrientes de la leche (%) asimilada por el humano.

<b>Nutriente</b>	<b>13 a 15 años</b>	<b>35 a 50 años</b>
Proteína	66	36
Calcio	119	83
Fósforo	90	65
Vitamina A	44	24
Riboflavina	73	35
Niacina	45	25

AMIOT, 1991.

### **Definición y conceptos de calidad de la leche**

La leche es un líquido blanco levemente viscoso producido por las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos (ROBINSON, 1987). Para MAGARIÑOS (2000); VISHWESHWAR y KRISHNAIAH (2005), ICA (2007), la leche es un líquido de composición compleja, de color blanquecino y opaco, con un pH cercano al neutro y de sabor dulce, que presenta características especiales como variabilidad, alterabilidad y complejidad, la cual definida desde el punto legal (decreto 616 de 2006), se considera como el producto fresco del ordeño completo de una o varias vacas sanas, bien alimentadas y en reposo, exento de calostro (obtenido entre los 15 días antes y 5 días después del parto) y que cumpla con las características físicas, microbiológicas e higiénicas establecidas.

Según FERNÁNDEZ *et al.* (2010), la leche está compuesta aproximadamente por un 88% de agua y un 12% de sólidos totales (proteína, grasa, vitaminas, minerales, microorganismos y células somáticas), de los cuáles 4,6% corresponde a lactosa, 3,6% a grasa y 3,2% a sustancias nitrogenadas. Para VARGAS (2001), la densidad relativa es de 1,028 a 1,033 g/ml, pH de 6,5 a 6,8 y una acidez titulable de 16 a 17 por cada 100 ml de leche de NaOH al 0,1N. Además, las relaciones entre los componentes son muy estables y pueden ser utilizados para indicar si ha ocurrido alguna adulteración.

No obstante existen amplias diferencias en el porcentaje de los componentes de la leche como la grasa que varía entre 3,26 a 7,4 (LAMOND *et al.*, 1969; WILSON *et al.*, 1969; BROWN *et al.*, 1996) la proteína varía de 3,20 a 3,6 (WILSON *et al.*, 1969; BROWN *et al.*, 1996), así mismo, WILSON *et al.* (1969), afirma que existe una correlación positiva entre el nivel de proteína y grasa de la leche. VISHWESHWAR y KRISHNAIAH (2005), refieren que a mayor cantidad de leche producida, menor es el porcentaje de grasa en la leche y viceversa, así mismo, que las mayores variaciones en los componentes son en su orden de importancia la grasa, seguida por la proteína, los minerales y la lactosa.

Una leche de calidad es aquella que posee una composición (grasa, proteína, lactosa, vitaminas y minerales) de acuerdo a las normas legales, que presenta bajos recuentos microbianos (higiénica), libre de microorganismos patógenos, sin contaminaciones fisicoquímicas, libre de aromas y sabores extraños, estar de acuerdo con los lineamientos legales y con adecuada capacidad para ser procesada (NASCIMENTO *et al.*, 2001, FERNÁNDEZ *et al.*, 2010), siendo que una leche de calidad es indispensable para obtener productos transformados de buena calidad.

La calidad sanitaria de la leche se asocia a la ausencia de mastitis, brucelosis y tuberculosis para que sea apta para consumo humano. El principal parámetro para confirmar mastitis es el recuento de células somáticas (RCS) FERNÁNDEZ *et al.*, (2010). Según el decreto 0012 de 2007 y el 000017 de 2012, el pago por calidad de leche se hace teniendo en cuenta estos parámetros: **a)** ubicación del predio de acuerdo a las cuatro regiones, **región 1:** Cundinamarca y Boyacá, **región 2:** Antioquia, Quindío, Risaralda, Caldas y Chocó, **región 3:** Cesar, Guajira, Atlántico, Bolívar, Sucre, Córdoba, Magdalena, N. de Santander, Santander, y Caquetá, **Región 4:** Nariño, Cauca, Valle del Cauca, Tolima, Huila, Meta, Orinoquía y Amazonía, **b)** cantidad de sólidos totales, así: 11,95; 12,1; 12,6 y 11,95% para las regiones respectivamente, **c)** calidad higiénica, recuentos bacterianos menores a

200.000 para las dos primeras y menores a 600.000 para las dos últimas regiones, a partir de la mejoría de esos parámetros se inicia la bonificación.

Existen normas y legislación que regulan la calidad sanitaria, física y química de la leche y derivados lácteos a nivel internacional (codex alimentarius) como a nivel nacional colombiano (leyes, decretos, y resoluciones), entre los cuáles se destaca la norma expedida por el ministerio de la Protección Social (Decreto 616 de 2006, por el cual se establecen los requisitos que debe cumplir la leche para consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercializa, expendia, importe o exporte en el país) (Tabla 2).

**Tabla 2.** Normatividad y legislación que regulan la calidad, manejo y pago de la leche cruda y sus derivados a nivel internacional y en Colombia.

Norma	Descripción
<b>Internacionales<sup>1</sup></b>	
CAC/RCP 57-2004	Prácticas de higiene para leche y productos lácteos
Codex stan 207-1999	Leche y crema en polvo.
Codex stan 208-1999	Queso en salmuera.
Codex stan 221-2001	Queso no madurado (fresco).
Codex stan 243-2003	Leches fermentadas (Yogurt, kumis, etc.).
Codex Stan 206-1999	Uso de términos lecheros.
Codex Stan 289-1995	Sueros en polvo
<b>Nacionales<sup>2</sup></b>	
Decreto 2437 de 1983	Reglamenta la producción, procesamiento, transporte y comercialización de leche.
Resolución 2310 de 1986	Referente a derivados lácteos.
Resolución 1804 de 1989	Establece clases y características de quesos.
Decreto 2437 de 1993	Producción, procesamiento, transporte y comercialización de leche.
Ley 100 de 1993	Creación INVIMA
Decreto 3075 de 1997	Regula factores de riesgo por el consumo de alimentos.
Decreto 60 de 2002	Aplicación sistema HACCP en fábricas de alimentos.
Decreto 616 de 2006 <sup>2y3</sup>	Requisitos leche para consumo humano.
Decreto 2838 de 2006	Adiciona definiciones al artículo 3 del decreto 616 de 2006.
Resolución 0012 de 2007 <sup>3</sup>	Sistema de pago de leche cruda al productor.
Resolución 2997 de	Requisitos sanitarios lactosueros importados.

---

 2007

Resolución 3585 de 2008<sup>4</sup> de Sistema de inspección, evaluación y certificación de la producción de leche.

Decreto 1880 de 2011 Requisitos de la leche cruda para consumo humano directo.

Resolución 1385 de 2013<sup>4</sup>, Plazo hasta marzo de 2014 para certificación de libre de Brucelosis y Tuberculosis en predios productores de leche cruda para consumo humano directo.

Resolución 000017 de 2012<sup>3</sup>, Establece el sistema de pago de leche cruda al productor según resolución 0012 de 2007.

---

<sup>1</sup>FAO y OMS (2011), <sup>2</sup>Ministerio de la Salud y Protección Social, <sup>3</sup>Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, <sup>4</sup>Instituto Colombiano Agropecuario, ICA.

El gobierno nacional a través del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) ha establecido como mecanismos para garantizar leche inocua para consumo humano la certificación de los predios productores libres de brucelosis y tuberculosis con un 100% del hato nacional en el programa para el mes de marzo del año 2014 y la certificación en Buenas Prácticas Ganaderas-BPG reglamentadas en el decreto 616 de 2006 y en la resolución 3585 de 2008 para garantizar la trazabilidad y calidad del producto. Así mismo, a través del ministerio de la Salud y Protección Social la certificación Invima que garanticen buenos procesos en la manufactura de lácteos y sus derivados.

### **Factores que influyen en la calidad de la leche y sus derivados**

Según FERNÁNDEZ *et al.* (2010), la obtención de productos lácteos de calidad involucra una serie de actividades que contribuyen con el cumplimiento de los requisitos mínimos para producir leche apta para consumo humano y su adecuado procesamiento para la elaboración de productos lácteos. Los riesgos de modificación de la calidad de leche se ubican en dos niveles: 1). Los anteriores al ordeño y 2). Los posteriores al ordeño. De esta forma se puede obtener leche de buena calidad desde antes del ordeño, pero que se pierde posterior a éste o por el contrario es posible hallar zonas productoras de leche con una modificación de la calidad desde antes del ordeño, niveles ratificados por MAGARIÑOS (2000), quien refiere que los puntos críticos en la agroindustria de la leche se ubica en el ordeño, el transporte y la elaboración de los productos.

**Factores antes del ordeño.** Dentro de los factores que influyen la calidad composicional de la leche, se encuentran: la raza (BROWN *et al.*, 2001, BROWN y BROWN, 2002, BURKE *et al.*, 2010), tipo de alimentación (BROWN *et al.*, 2001,

BROWN y BROWN, 2002, BURKE *et al.*, 2010, MACH *et al.*, 2013), tercio de lactancia (ROBINSON, 1987), edad de la vaca (VISHWESHWAR y KRISHNAIAH, 2005), tipo de amamantamiento (MARNET y KOMARA, 2008), intervalo entre ordeños (KLEIT *et al.*, 1997; SMITH *et al.*, 2002, DAHL *et al.*, 2004, MARNET y KOMARA, 2008), sanidad de la ubre: mastitis directamente relacionada con el recuento de células somáticas –RCS- (SMITH y HOGAN, 1993; SMITH *et al.*, 1997; TSENKOVA *et al.*, 2001; DE LOS CAMPOS *et al.*, 2006), los residuos de antibióticos, el estado sanitario de la vaca (MAGARIÑOS, 2000), la totalidad del ordeño, puesto que la leche del inicio del ordeño contiene menos grasa que la del final (VISHWESHWAR & KRISHNAIAH, 2005), y finalmente el ejercicio, la excitación, y las hormonas (VISHWESHWAR & KRISHNAIAH, 2005); los cuáles afectan primariamente la grasa y proteína de la leche.

La cantidad de agua en la leche es regulada por la lactosa que se sintetiza en las células secretoras de la glándula mamaria (FERNÁNDEZ *et al.*, 2010). La cantidad de lactosa es similar en todas las razas y no puede alterarse fácilmente con prácticas de alimentación. CARY (1924), afirma que los niveles de aminoácidos en la leche pueden variar de acuerdo al nivel de energía y proteína en la dieta de las vacas, así mismo, la grasa de la leche varía de acuerdo al nivel de nitrógeno determinado por la proteína de la dieta.

Otro factor que afecta la calidad de la leche es la presencia de antibióticos, para MAGARIÑOS (2000), la cantidad o trazas de los mismos dependen del componente activo, el vehículo, dosis, forma de aplicación, producción de leche del animal tratado, frecuencia de ordeños, tipo y grado de afección mamaria.

**Factores posteriores al ordeño.** FERNÁNDEZ *et al.* (2010), describen que la leche por ser un producto altamente perecedero, debe ser manejada adecuadamente desde el momento de su obtención, después del ordeño ésta no puede cambiar su composición fisicoquímica, a menos, que se apliquen algunos ajustes permitidos para mejorar su aspecto y/o disminuir algunos de sus componentes para hacerla más atractiva para algún consumidor en especial (ej. leche deslactosada, leche descremada) todo ello mediante tecnologías permitidas. Sin embargo, refieren que debido a factores involucrados en el almacenamiento, conservación, transporte y procesamiento, la calidad de la leche puede verse alterada hasta su transformación agroindustrial, así mismo, factores posteriores a la transformación pueden generar alteraciones de los productos, especialmente los relacionados con bajas condiciones higiénicas y pérdida de la cadena de frío como se aprecia en la Tabla 3.



**Tabla 3.** Efecto de la temperatura (grados Celsius) en la multiplicación microbiana de leche producida en diferentes condiciones

Condiciones de producción	T° de almac.	Recuentos totales de bacterias por ml			
		Fresca	24 h	48 h	72 h
V, MA y U limpios	4,4	4.295	4.138	4.566	8.427
	10,0	4.295	13.691	127.727	5.725.277
	15,5	4.295	1.587.333	33.011.111	326.500.000
V limpias, MA y U sucios	4,4	39.082	88.028	121.864	186.254
	10,0	39.082	177.437	831.615	1.761.458
	15,5	39.082	4.461.111	99.120.000	633.375.000
V, MA y U sucios	4,4	136.533	281.546	538.775	749.030
	10,0	136.533	1.170.540	13.662.115	25.687.541
	15,5	136.533	24.673.571	639.884.615	2.407.083.333

Modificado de Magariños (2000). V: vaca, MA: medio ambiente, U: utensilios, T°: temperatura, h: hora.

Posterior al ordeño los principales factores que interfieren con la calidad de la leche son los microorganismos y la temperatura de la misma, los primeros están presentes en diferentes sustancias y materiales como el aire del establo, en la leche, en el agua, en el alimento y en las heces (Tabla 4).

**Tabla 4.** Cantidad de gérmenes presentes en diferentes sustancias que pueden entrar en contacto con la leche

Sustancia/material	Cantidad de gérmenes
Aire del establo	79/L
Leche recién ordeñada	300/mL
Leche a la recepción en la planta (sin frío)	500.000 a varios millones/mL
Leche pasteurizada reciente	50/mL
Leche pasteurizada (24 horas)	Hasta un millón/mL
Leche ácida	Más de 10 millones/mL
Agua sin filtrar	6.000-290.000/mL
Heces de bovino	40 millones/g
Hierba	2-200 millones/g

Modificado de Magariños (2000).

La leche se puede contaminar con microorganismos antes o después del ordeño mediante mecanismo ascendente o descendente. Por vía ascendente lo hacen las bacterias que se adhieren a la piel de la ubre durante o posterior al ordeño entran

en el esfínter del pezón. Por vía descendente o hematogena lo hacen los microorganismos que se pueden movilizar a través de la sangre (*Salmonella*, *Brucella*, *Mycobacterium*). Aún en el caso de que la glándula mamaria se encuentre sana, las primeras porciones de la leche ordeñada contienen microorganismos, disminuyendo su número a medida que el ordeño avanza (MAGARIÑOS, 2000; FERNÁNDEZ *et al.*, 2010). La contaminación bacteriana de la leche puede ocurrir de tres formas, 1) con la ubre (mastitis asociada a organismos), 2) de organismos ambientales vía ubre y pezones sucios, y 3) una inadecuada limpieza y sanitización de los equipos de ordeño, adicionalmente una refrigeración inadecuada con almacenamiento prolongado pueden influenciar en el conteo bacteriano por incremento de la tasa de crecimiento durante el almacenamiento porque diferentes tipos de bacterias pueden contaminar el tanque de enfriamiento (MURPHY y BOOR, 2000) (Tabla 5).

**Tabla 5.** Procedencia y cantidad de bacterias en la leche cruda

<b>Origen</b>	<b>Número de bacterias / mL</b>
Leche primeras porciones	6.500
Leche a mitad del ordeño	1.350
Leche al final del ordeño	709
Salida del pezón	500-1.000
Equipo de ordeño	1.000-10.000
Tanque de refrigeración	5.000-20.000

Fuente: AMIOT, J. 1991; MAGARIÑOS, H. 2000, modificado por los autores.

### **¿Cómo se afecta la calidad de la leche a través de la cadena láctea?**

En la agroindustria de la leche la calidad es un punto importante que se debe garantizar a través de la trazabilidad y rastreabilidad, lo cual indica si la materia prima presenta aptitud adecuada para la transformación de diferentes productos, entre los cuáles se determina el conteo global de células somáticas, patógenos y estabilidad térmica para leche pasteurizada, el conteo de psicrotróficos, de esporulados, estabilidad térmica y balance iónico para leche UHT, el conteo de psicrotróficos, conteo de esporulados, inhibidores, caseína y grasa para los quesos, porcentaje de sólidos, estabilidad térmica, integridad de la grasa para la obtención de leche en polvo (DA SILVA, 2008). Es bien reconocido que una leche de buena calidad es esencial para producir leche y derivados lácteos de calidad (ELMOSLEMANY *et al.*, 2009).

Para MAGARIÑOS (2000), entre las causas de la presencia de residuos de antibióticos en leche se encuentran: errores de orientación y prácticas inadecuadas 42% (incorrecta aplicación de recomendaciones 22%, recomendaciones equivocadas 6%, uso de ungüentos y sustancias que contienen penicilinas 7%, limpieza insuficiente de la máquina de ordeño 7%), comunicación y difusión insuficiente en el predio 42%, partos prematuros en el periodo seco 8%, adquisición de vacas tratadas 3%, y causas desconocidas 5%.

FOLLY y MACHADO (2001), evaluaron la presencia de trazas de antibióticos en leche pasteurizada comercializada, hallando presencia de residuos principalmente Beta-lactámicos y tetraciclinas (lo cual constituye un riesgo para la salud pública al seleccionar cepas de microorganismos resistentes a este tipo de fármacos). Según GALVÃO (2009), la importancia de residuos de sustancias (antibióticos, otros medicamentos, agrotóxicos) presentes en la leche radica en la posibilidad de causar reacciones alérgicas en las personas que consumen alimentos lácteos. MAGARIÑOS (2000), refiere que 40 UI de penicilina puede inducir reacción alérgica, por lo tanto no deberían permitirse trazas de este antibiótico en leche, además los residuos de antibióticos generan problemas de inhibición de productos lácteos fermentados como el yogurt, demora en la coagulación y coagulación deficiente para quesos, disminución de la retención de agua, demora en la acidificación, desarrollo de microorganismos indeseables, sabor amargo (queso), consistencia arenosa (yogurt), interferencia en la formación de aroma en la mantequilla fermentada.

Una de las causas que ejerce influencia extremadamente perjudicial sobre la composición y las características físico-químicas de la leche es la mastitis, acompañada por el aumento del recuento de células somáticas (RCS). Con el aumento del RCS, la composición de la leche, la actividad enzimática, el tiempo de coagulación, la productividad y la calidad de los derivados lácteos son influenciados negativamente (KITCHEN, 1981). LAEVENS *et al.* (1997), reporta que un RCS de 200.000 células/ml o menos es considerado fisiológicamente típico. Leche con RCS elevadas presenta cambios en la grasa, proteína, lactosa, enzimas y minerales (SCHÄELLIBAUM, 2001). Según KITCHEN (1981), ocurre una reducción de las proteínas sintetizadas en la glándula mamaria ( $\alpha$  y  $\beta$  caseína,  $\alpha$ -lactalbúmina y  $\beta$ -lactoglobulina) con un aumento de las proteínas de origen sanguíneo (albúmina sérica e inmunoglobulinas). Para HARMON (1994), la mastitis acompañada de altos RCS está asociada a disminución de la concentración de lactosa, disminución del potasio (mineral predominante en la leche), incremento de sodio y cloro. Infecciones generadas por mastitis subclínicas

son responsables por el 70% de las pérdidas, pudiendo reducir la secreción de la leche hasta en un 45% (LAFFRANCHI *et al.*, 2001).

Según BARBANO (2004); BARBANO *et al.* (2006); KEEFE y ELMOSLEMANY (2007), afirman que un alto recuento de células somáticas y bacteriano afecta significativamente los procesos de producción de leche pasteurizada y queso, se acorta la vida de éstos productos reduciendo la aceptación del consumidor, generados según SCHÄELLIBAUM (2001), por la reducción de lactosa, caseína, grasa y concentración de proteínas en la leche. Efectos adversos por el uso de leche con elevados RCS para producción de queso incluye reducción de la firmeza de la cuajada, decremento de la producción de queso, incremento de las pérdidas de grasa y caseína en el suero, y compromiso de la calidad sensorial, así mismo, acortamiento de la vida y pérdida de la calidad sensorial de la leche pasteurizada como rancidez y sabor amargo (RYAN *et al.*, 2000).

El conocimiento del contenido bacteriano, así como el tipo de bacteria presente en la leche es de gran importancia para el control de calidad, dado a que un conteo elevado puede indicar: leche vieja, refrigeración inadecuada, métodos no higiénicos de producción, manipulación y procesamiento, siendo que una leche con un conteo elevado de bacterias es muy probable que sea perjudicial para la salud pública, sin embargo, la leche siempre tendrá una carga microbiana, representada principalmente por bacterias lácticas las cuales no representan ningún riesgo para la salud del consumidor (CHAPAVAL y PIEKARSKI, 2000).

Microorganismos psicrotróficos como *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Alcaligenes*, *Micrococcus*, pueden continuar con su desarrollo a temperaturas de 4°C llegando a incrementar su población 10 veces en 24 horas, generando la segregación de lipasas y proteasas termorresistentes inclusive a los procesos de pasteurización y UHT (MAGARIÑOS, 2000). Leche con elevados conteos de bacterias psicrotróficas generan degradación enzimática tanto de las proteínas y grasa de la leche como de productos procesados, reducen la vida de los mismos, incluso en ausencia de dichas bacterias (BOOR *et al.*, 1998).

La pasteurización tiene efecto sobre la tiamina y la vitamina C donde las pérdidas son del 10 y 20% respectivamente, así mismo, la esterilización incrementa estas pérdidas entre el 30-50 y 50% respectivamente (VISHWESHWAR & KRISHNAIAH, 2005). Para RYAN *et al.* (2000), leche pasteurizada proveniente de bajos RCS mantienen altas sus características organolépticas hasta los 21 días bajo refrigeración, sin embargo, cuando provienen de leche con altos RCS muestran marcados defectos sensoriales, como rancidez, amargo y astringencia

entre los 14 a 21 días generados por lo altos niveles de enzimas lipolíticas y proteolíticas.

### **Alternativas para la producción de leche y derivados con calidad.**

Según MAGARIÑOS (2000); FAO& FIL (2012), (en la guía de buenas prácticas en explotaciones lecheras) dentro de las alternativas para la obtener y garantizar que la leche y los derivados lácteos son saludables y adecuados es necesario la implementación de buenas prácticas ganaderas y en especial buenas prácticas en las explotaciones lecheras que permitan realizar una buena gestión del sistema y la obtención de leche en buenas condiciones higiénicas, teniendo en cuenta factores como la sanidad animal, higiene en el ordeño, nutrición (alimentos y agua), bienestar animal, medio ambiente, gestión socioeconómica. Es importante que dentro de las buenas condiciones higiénicas en el momento del ordeño se identifiquen a los animales que requieren de un manejo especial, una preparación adecuada de la ubre y pezones los cuáles deben estar limpios y secos, verificar la ausencia de mastitis clínica a partir de la evaluación visual de los primeros chorros en un recipiente de fondo oscuro; en caso de ordeños mecánicos, una correcta desinfección de pezones, evitar la entrada innecesaria de aire a las pezoneras, evitar el sobreordeño, retiro suave de las pezoneras, sellado adecuado de los pezones, y para el caso de ordeños manuales: una buena sujeción de los animales, manos del ordeñador limpias y secas, asegurarse que los pezones estén limpios y secos, adecuada manipulación de la ubre al momento del ordeño, cuando sea necesario aplicar desinfectantes. Es recomendable evitar la contaminación de la leche ordeñada con materiales extraños como polvo, orina, heces y protegerla de las moscas. Además es necesaria la separación de la leche obtenida de animales enfermos o en tratamiento para evitar pérdidas en la calidad de la leche y que éstos sean ordeñados de últimos.

De igual manera es necesario una buena higiene, limpieza y desinfección de los equipos, utensilios, instrumentos e instalaciones involucrados en la obtención y almacenamiento de la leche, antes, durante y posterior al ordeño. Se debe tener especial cuidado en la refrigeración de la leche, manteniendo el equipo calibrado adecuadamente para el mantenimiento de la temperatura.

Una alternativa para producir leche de calidad es que los productores de leche se asesoren con profesionales de la medicina veterinaria y la zootecnia para implementar procesos de mejoramiento en el hato, porque reportes de RODRIGUES *et al.* (2005), hatos lecheros en Wisconsin con elevados RCS y mastitis subclínica presentan menos consultas con los veterinarios. Así mismo

que dentro de los procesos de las producciones se capacite y motive constantemente al personal, puesto que según VAN SCHAİK *et al.* (2002), el éxito de la implementación de prácticas de manejo depende de la capacidad de motivación hacia los empleados.

La pasteurización es un procedimiento que tiene como objetivo asegurar la leche para consumo humano por la destrucción de todos los microorganismos patógenos y entre el 85 a 99% de organismos esporulados, sin embargo, no destruye las toxinas presentes (VISHWESHWAR y KRISHNAIAH, 2005).

Varios programas han sido propuestos para disminuir la ocurrencia de mastitis en vacas, entre las principales medidas están el monitoreo de los índices de mastitis, pre y post inmersión de los pezones en solución antiséptica, confort ambiental, tratamiento de las vacas a secar, tratamiento de los casos clínicos, descarte de vacas con infecciones crónicas, higiene, manejo y mantenimiento adecuado de los equipos y utensilios de ordeño (CULLOR, 1993; PHILPOT y NICKERSON, 1991; NICKERSON *et al.*, 1995; MÜLLER, 1999, FONSECA & SANTOS, 2000).

Países como Nueva Zelanda, Australia, así como la unión europea adoptaron el límite de células somáticas en 400.000 células/ml, Canadá 500.000/ml y Estados Unidos de América 750.000/ml (MÜLLER, 2002). Así mismo, el RCS está directamente relacionado con la producción de leche siendo que conteos menores o iguales a 200.000 células/ml no acarrearán perjuicios, mientras que recuentos más elevados generan disminución entre el 18 al 29% en la producción (EBERHART *et al.*, 1984; PHILPOT & NICKERSON, 1991). En este orden de ideas las empresas procesadoras de leche cruda en Colombia, deberían considerar la implementación de bonificación por bajos recuentos de células somáticas y de bacterias para estimular la producción de leche cruda de calidad como lo enuncia RYAN *et al.*, (2000), cumpliendo con lo establecido en la resolución 0012 de 2007 a partir de la cual se establece el pago por calidad higiénica, calidad composicional y calidad sanitaria de acuerdo a la región del país, mediante el análisis individual de las muestras por productor o tanque, (no muestras colectivas o “aleatorias” como sucede con muchas Mipymes que no cuentan con los equipos para el procesamiento y para la reducción de costos envían “aleatorias” a laboratorios de referencia), para estimular al productor a la implementación de procesos y protocolos integrados a la producción de leche con trazabilidad y calidad para un mercado consumidor cada vez más exigente.

**Conclusión:** La leche es un producto importante dentro de la alimentación humana y como tal debe garantizar la salud del consumidor, esto es posible

mediante la implementación de buenas prácticas en la producción ganadera, buenas prácticas en el transporte y manipulación de la leche sometida a tratamientos para consumo o de los derivados obtenidos a partir de procesos agroindustriales que mantengan o mejoren las características de los productos y garanticen su inocuidad enmarcado en la salud pública. Se hace necesaria la adopción de prácticas adecuadas para la producción, manipulación y procesamiento de la leche cruda y para ello es necesaria la vinculación de técnicos y profesionales dentro de cada uno de los eslabones de la cadena láctea para garantizar la trazabilidad de los productos de esta agroindustria.

### Referencias

AHMED, K.; ABDELLATIF, N. 2013. Quality control of milk in the dairy industry. *World Journal of Dairy & Food Sciences* 8(1):18-26.

AMIOT, J. 1991. *Ciencia y tecnología de la leche*. Ed. Acribia S.A., Zaragoza, España.

AULDIST, M.J.; GRAINGER, C.; HOULIHAN, A.V.; MAYES, J.J.; WILLIAMS, R.P.W. 2010. Composition, coagulation properties, and cheesemaking potential of milk from cows undergoing extended lactations in a pasture-based dairying system. *J. Dairy Sci.* 93:1401-1411.

BARBANO, D. 2004. *The role of milk quality in addressing future dairy food marketing opportunities in a global economy*. Pages 47–51 in Proc. Natl. Mastitis Counc., Charlotte, NC. Natl. Mastitis Counc., Inc., Verona, WI.

BARBANO, D.M.; MA, V.; SANTOS, M.V. 2006. Influence of raw milk quality on fluid milk shelf life. *J. Dairy Sci.* 89(E Suppl.):E15–E19.

BOOR, K.J.; BROWN, D.P.; MURPHY, S.C.; KOZLOWSKI, S.M.; BANDLER, D.K. 1998. Microbiological and chemical quality of raw milk in New York State. *J. Dairy Sci.* 81:1743-1748.

BROWN, M.A.; BROWN, A.H., JACKSON JR, W.G.; MIESNER, J.R. 1996. Milk production in Angus, Brahman, and reciprocal-cross grazing common Bermuda grass or endophyte-infected tall fescue. *J Anim Sci*, 74: 2058-2066.

BROWN, M.A.; BROWN, A.H., JACKSON JR, W.G.; MIESNER, J.R. 2001. Genotype x Environment interactions in milk yield and quality in Angus, Brahman, and reciprocal-cross cows on different forage systems. *J Anim Sci.* 79:1643-1649.

BROWN, M.A.; BROWN, H, JR. 2002. Relationship of mil yield and quality to preweaning gain of calves from Angus, Brahman and reciprocal-cross cows on different forage systems. *J Anim Sci.* 80:2522-2527.

BURKE, J.M.; COLEMAN, S.W.; CHASE, C.C.; RILEY, D.G.; LOOPER, M.L.; BROWN, M.A. 2010. Interaction of breed type and endophyte-infected tall fescue on milk production and quality in beef cattle. *J Anim Sci.* 88:2802-2811.

CARY, C.A. 1924. Effect of abrupt changes of dietary upon the yield and composition of milk. *J Anim Sci.* 1:68-70.

CERVANTES A.P. 2005. *Caracterización de la producción y composición láctea en vacas de diferentes genotipos en Veracruz, Mexico.* Tesis de doctorado. Universidad Agraria de la Habana, La Habana, Cuba.

CHAPAVAL, L.; PIEKARSKI, P.R.B. 2000. *Leite de qualidade; Manejo reprodutivo, nutricional e sanitário,* Viçosa-Brasil: Aprenda Fácil.

CNL, CONSEJO NACIONAL LÁCTEO. 2010. *Importancia económica y Social.* CNL (ed). *Acuerdo de competitividad de la cadena láctea colombiana.* Bogotá, 31 p. Disponible en: [http://www.cnl.org.co/index.php?option=com\\_remository&Itemid=114&func=startdo wn&id=643](http://www.cnl.org.co/index.php?option=com_remository&Itemid=114&func=startdo wn&id=643). Consultado: 12-12-2103.

CULLOR, J.S. 1993. The control, treatment and prevention of the various types of bovine mastitis. *Veterinary Medicine Food-AnimalPractice,* 88: 571-579.

DA SILVA, F.P.E. 2008. *Qualidade do leite para os laticínios.* Encontro Nordeste territorial-bovinocultura de leite. EPAMIG/ILCT.

DAHL, G.E.; WALLACE, R.I.; SHANKS, R.D.; LUEKING, D. 2004. Hot topic: Effects of frequent milking in early lactation on milk yield and udder health. *J. Dairy. Sci.* 87:882-885.

DE LOS CAMPOS, G.; GIANOLA, D.; BOETTCHER, P.; MORONI, P. A structural equation model for describing relationship between somatic cell score and milk yield in dairy goats. *J. Anim. Sci.* 84:2934-2941.

DERESZ, F. 2001. Produção de Leite de Vacas Mestiças Holandês x Zebu em Pastagem de Capim-Elefante, Manejada em Sistema Rotativo com e sem Suplementação durante a Época das Chuvas. *Rev. Bras. Zootec.* 30(1):197-204.

EBERHART, R.J.1984. Coliform mastitis. *Veterinary Clinical North American Large Animal Practice* 6(2):287-300.



ELMOSLEMANY, A.M.; KEEFE, G.P.; DOHOO, I.R.; JAYARO, B.M. 2009. Risk factors for bacteriological quality of bulk tank milk in Prince Edward Island dairy herds. Part 1. Overall risk factors. *J. Dairy Sci.* 92:2634-2643.

FAO. 2011. *World livestock 2011 - Livestock in food security*. FAO, Roma.

FAO.; OMS. 2011. *Codex alimentarius: leche y productos lácteos*.FAO, Segunda edición. Roma.

FAO.; FIL. 2012. *Guía de buenas prácticas explotaciones lecheras. Directrices FAO: Producción y Sanidad Animal*.FAO, N° 8. Roma.

FERNÁNDEZ, M.A.L.; MARTÍNEZ, B.L.; PAREDES, M.L.F.; QUISPE,S.G.G.; PAREJA, L.J.C.; MOORE, L.J.; PÉREZ, C.L.M.; LAZARO, O.C.E.; PALOMINO, C.W. 2010. *Tecnología productiva de lácteos. Calidad de leche*. Solid OPD. Perú.

FOLLY, M.MANHÃES.; MACHADO, S. DaC.A. (2001). Determinação de resíduos de antibióticos, utilizando-se métodos de inibição microbiana, enzimático e imuno-ensaios no leite pasteurizado comercializado na região norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Ciência Rural* 31(1):95-98.

FONSECA, L.F.L.; SANTOS, M.V. 2000. *Qualidade do leite e controle de mastite*. Lemos Editorial, São Paulo, Brasil.

GALVÃO, C.E. 2009. *Qualidade do leite de vaca: microbiologia, resíduos químicos e aspectos de saúde pública*. Trabajo monográfico de especialização. Universidad de Castelo Branco, Campo Grande, Brasil.

HARMON, R.J. 1994. Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. *Journal of Dairy Science* 77(7):2103-2112.

ICA, Instituto Colombiano Agropecuario. 2007. *Las buenas prácticas ganaderas en la producción de leche, en el marco del decreto 616*. Boletín divulgativo, Bogotá.

INDA, C.A.E. 2000. *Optimización de rendimientos de quesería*. OEA. Coahuila México.

KEEFE, G.; ELMOSLEMANY, A. 2007. *Consumer acceptance of fluid milk after raw milk selection using bulk tank bacteriologic and somatic cell count criteria*. Pages 218–219 in Natl. Mastitis Counc. Annu. Mtg. Proc., San Antonio, Texas. Natl. Mastitis Council, Inc., Madison, WI.

KITCHEN, B.J.1981. Review of the progress of dairy science: Bovine mastitis: milk compositional changes and related diagnostic tests. *Journal of Dairy Research* 48: 167-188.

KLEIT, L.R.; LYNCH, J.M.; BARBANO, D.M.; OLTENACU, P.A.; LEDNOR, A.J.; BANDLER, D.K. 1997. Influence of milking three times a day on milk quality. J. Dairy Sci. 80:427-436.

LAEVENS, H.; DELUYKER, H.; SCHUKKEN, Y.H.; DE MEULEMEESTER, L.; VANDERMEERSCH, V.; DE MUËLENAERE, E.; DE KRUIF, A. 1997. Influence of parity and stage of lactation on the somatic cell count in bacteriologically negative dairy cows. J. Dairy Sci. 80:3219–3226.

LAFFRANCHI, A.; MULLER, E. E.; FREITAS, J. C.; PRETTO-GIORDANO, L. G.; DIAS, J. A.; SALVADOR, R. 2001. Etiologia das infecções intramamárias em vacas primíparas ao longo dos primeiros quatro meses de lactação. Ciência Rural 31(6):1027-1032.

LAMOND, D.R.; HOLMES, J.H.G.; HAYDOCK, K.P. 1969. Estimation of yield and composition of milk produced by grazing beef cows. J Anim Sci. 29:606-611.

LIMA, M, J.A.; 2011. *Desempenho produtivo de vacas F1 Holandês/Zebu submetidas ao aumento do numero de ordenha no inicio da lactação e a diferentes manejos de amamentação.* Tesis de maestria. Universidad Federal de Minas Gerais, MG-Brasil.

MACH, N.; ZOM, R.L.G.; WIDJAJA, H.C.A.; VAN WIKSELAAR, P.G.; WEURDING, R.E.; GOSELINK, R.M.A.; VAN BAAL, J.; SMITS, M.A.; VAN VUUREN, A.M. 2013. Dietary effects of linseed on fatty acid composition of milk and on liver, adipose and mammary gland metabolism of periparturient, dairy cows. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition 97:89-104.

MAGARIÑOS, H. 2000. *Producción higiénica de la leche cruda. Producción y servicios Incorporados.* Guatemala.

MARNET, P.G.; KOMARA, M. 2008. Management systems with extended milking intervals in ruminants: Regulation of production and quality of milk. J Anim Sci. 86(1):47-56.

MÜLLER, E.E. 1999. *Profilaxia e controle da mastite bovina.* En: Encontro de Pesquisadores em mastite, III, 1999, Botucatu-SP. Anais. Botucatu-SP, Brasil.

MÜLLER, E.E. 2002. *Qualidade do leite, células somáticas e prevenção da mastite.* Anais do II Sul-leite: simpósio sobre Sustentabilidade da Pecuária leiteira na região Sul do Brasil. Maringá, Brasil.

MURPHY, S.C., BOOR, K.J. 2000. Trouble-shooting sources and causes of high bacteria counts in raw milk. Dairy Food Environ. Sanit. 20:606–611.

NASCIMENTO, G.G.F.; MAESTRO, V.; CAMPOS, M.S.P. 2001 Ocorrências de reíduos de antibióticos no leite comercializado em Piracicaba, São Paulo, Brasil. *Revista de Nutricao/Brazilian Journal of nutrition* 14(2):119-124.

NICKERSON, S.C.; OWENS, W.D.; BODDIE, R.L. 1995. Mastitis in dairy heifers: Initial studies on prevalence and control. *Journal of Dairy Scienc* 78: 1607-1618.

PANDEY, G.S.; VOSKUIL, G.C.J. 2011. *Manual on milk safety, quality and hygiene for dairy extention workers and dairy farmers*. Golden Valley Agricultural Research trust, Lusaka-Zambia.

PHILPOT, W.N.; NICKERSON, S.C. 1991. *Mastitis: Counter Attack. A strategy to combat mastitis*. Babson Brothers Co., Illinois, USA.

ROBINSON, R.K. *Microbiología lactológica: Microbiología de la leche*. Vol 1. Ed. Acribia S.A., Zaragoza, España.

RODRIGUES, A.C.O.; CARAVIELLO, D.Z.; RUEGG, P.L. 2005. Management of Wisconsin dairy herds enrolled in milk quality teams. *J. Dairy Sci.* 88:2660-2671.

RYAN, Y. MA. C.; BARBANO, D.M.; GALTON, D.M.; RUDAN, M.A.; BOOR, K.J. 2000. Effects of somatic cell count on quality and shelf-life of pasteurizad fluid milk. *J. Dairy Sci.* 83:264-274.

SCHÄELLIBAUM, M. 2001. *Impact of SCC on the quality of fluid milk and cheese*. Pages 38–46 in Annual Meeting National Mastitis Council. Madison, WI,USA.

SMITH, J.W.; ELY, L.O.; GRAVES, W.M.; GILSON, W.D. 2002. Effect of milking frequency on DHI performance measures. *J. Dairy Sci.* 85:3526-3533.

SMITH, K.L.; HOGAN, J.S.; 1993. Environmental mastitis. En: Andersen, K. (Ed). *The veterinary clinics of North America: Food Animal practice*. Philadelphia, PA, USA.

SMITH, K.L.; HOGAN, J.S.; WEISS, W.P. 1997. Dietary vitamin E and selenium affect mastitis and milk quality. *J Anim Sci.* 75:1659-1665.

TINOCO, DA F.A.F.; LIMA, DA C.G.F.; GHILLERMINO, M.M.; RANGEL, N.A.H. 2009. Produção e composição do leite de vacas Gir e Guzerá nas diferentes ordens de parto. *Revista Caatinga* 22(3):46-51.

TSENKOVA, R.; ATANASSOVA, S.; KAWANO, S.; TOYODA, K. 2001. Somatic cell count determination in cow's milk by near-infrared spectroscopy: A new diagnostic tool. *J Anim Sci.* 79:2550-2557.

VAN SCHAİK, G.; LOTEM, M.; SCHUKKEN, Y.H. 2002. Trends in somatic cell counts, bacterial counts, and antibiotic residue violations in New York State during 1999-2000. *J. Dairy Sci.* 85:782–789.

VARGAS, T. 2001. *Calidad de la leche: visión de la industria láctea*. Fundación INLACA. [6 pantallas]. Disponible en: [http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/xcongreso/P297\\_CalidadLeche.pdf](http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/xcongreso/P297_CalidadLeche.pdf). Consultado: 12-12-2013.

VISHWESHWAR, K.; KRISHNAIAH, N. 2005. *Quality control of milk and processing*. Ed. Reddy, S. Andra, Pradesh, India.

WILSON, L.L.; GILLOOLY, J.E.; RUGH, M.C.; THOMPSON, C.E.; PURDY, H.R. 1969. Effects of energy intake, cow body size and calf sex on composition and yield of milk by Angus-Holstein cows and preweaning growth rate of progeny. *J Anim Sci.* 28:789-795.