

January 2007

## **Análisis microbiológico y su relación con la calidad higiénica y sanitaria de la leche producida en la región del Alto de Chicamocha (departamento de Boyacá)**

Mabel Rocío Vargas  
*Fundación Agraria de Colombia, papuyas@gmail.com*

Luis Enrique Osuna Ávila  
*luensoav@hotmail.com*

Viviana Marcela Méndez Mancera  
*marvin622@hotmail.com*

Germán Rodríguez Martínez  
*Universidad de La Salle, grm\_mvz@hotmail.com*

Fausto Camilo Moreno Vásquez  
*Universidad de La Salle, fcmorenov@unal.edu.co*

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/mv>

---

### **Citación recomendada**

Vargas MR, Osuna Ávila LE, Méndez Mancera VM, Rodríguez Martínez G y Moreno Vásquez FC. Análisis microbiológico y su relación con la calidad higiénica y sanitaria de la leche producida en la región del Alto de Chicamocha (departamento de Boyacá). *Rev Med Vet.* 2007;(14): 61-83.

This Artículo de Investigación is brought to you for free and open access by the Revistas científicas at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Revista de Medicina Veterinaria by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact [ciencia@lasalle.edu.co](mailto:ciencia@lasalle.edu.co).

# Análisis microbiológico y su relación con la calidad higiénica y sanitaria de la leche producida en la región del Alto de Chicamocha (departamento de Boyacá)<sup>1</sup>

Fausto Camilo Moreno Vásquez\* / Germán Rodríguez Martínez\*\*  
Viviana Marcela Méndez Mancera\*\*\* / Luis Enrique Osuna Ávila\*\*\*\*  
Mabel Rocío Vargas \*\*\*\*\*

## RESUMEN

Se realizó una caracterización de la calidad higiénica y sanitaria de la leche cruda en la cuenca del Alto Chicamocha en el departamento de Boyacá. Se efectuó un análisis mediante pruebas de laboratorio en donde se evaluaron los recuentos de Células Somáticas, Mesófilos, *Staphylococcus*, Coliformes, *Listeria* en láminas de petrifilm 3M® y se realizó además la prueba de *Bruceella* (Prueba de anillo en leche) en 34 hatos registrados en la Federación de Ganaderos de Boyacá, en dos épocas del año. Se encontraron diferencias estadísticas entre las épocas de muestreo y los recuentos. En las estaciones lluviosas, las vacas se exponen a contaminación ambiental (barro, estiércol, etc) y, por lo tanto, los recuentos de Mesófilos, *Coliformes* y Células Somáticas aumentan. Adicionalmente las actividades relacionadas con la rutina de ordeño no están siendo efectivas en la reducción

de los recuentos microbiológicos. En consecuencia, la proliferación de microorganismos en la glándula mamaria de las vacas causa mastitis y, por tanto, una disminución en la calidad de la leche producida, que se refleja en los componentes sanitarios e higiénicos del producto y, por ende, en los beneficios económicos recibidos por el ganadero.

**Palabras clave:** mastitis, calidad higiénica de la leche, calidad sanitaria de la leche.

1 Proyecto de Investigación financiado por la Universidad Nacional, Universidad de La Salle, Federación de Ganaderos de Boyacá (FABEGAN). "Caracterización higiénica, sanitaria y composicional de la leche producida en la región del Alto de Chicamocha" (Departamento de Boyacá).

\* MSc. Esp. Zootecnista. Profesor Asociado Departamento de Ciencias para la Producción Animal Universidad Nacional, Profesor Asistente Facultad de Medicina Veterinaria Universidad de La Salle. Correo electrónico: fcmorenov@unal.edu.co

\*\* MVZ MSc PhD. Profesor Asistente Facultad de Medicina Veterinaria Universidad de La Salle. Correo electrónico: grm\_mvz@hotmail.com

\*\*\* Médica Veterinaria Universidad de La Salle. Correo electrónico: marvin622@hotmail.com

\*\*\*\* Médico Veterinario Universidad de La Salle. Correo electrónico: luensoav@hotmail.com

\*\*\*\*\* Zootecnista. Fundación Agraria de Colombia. Correo electrónico: papuyas@gmail.com

Fecha de recepción: 20 de febrero de 2007.

Fecha de aprobación: 4 de septiembre de 2007.

## **MICROBIOLOGIC ANALYSIS AND ITS RELATION TO THE HYGIENIC QUALITY OF MILK PRODUCED IN THE REGION OF ALTO DE CHICAMOCHA (DEPARTMENT OF BOYACÁ).**

### **ABSTRACT**

A characterization of the hygienic and sanitary quality of uncooked milk in the Alto de Chicamocha (Department of Boyacá) was made. An analysis with laboratory tests was made in which the total count of Somatic Cells, Mesophiles, *Staphylococcus*, Coliforms and *Listeria* were evaluated in Petrifilm 3M® slides and the Brucella (milk ring test) test was carried out in 34 herds registered in the Federación de Ganaderos de Boyacá, in two different periods of the year. Statistics differences were found between the time of recollection and total counts. In the raining season cows are exposed to environmental contamination (mud, dung, etc), and therefore the total

count of Mesophiles, *Coliforms* and Somatic Cells increases. Furthermore, the actives related to milking routine are not being effective in the reduction of the microbiologic counts. As consequence, the increase of micro organisms in the mammary gland causes mastitis and therefore a decrease in the quality of milk, which is reflected in the sanitary and hygienic components of the product and so in the economic benefits received by the producer.

**Key words:** Mastitis, Hygienic quality of milk, Sanitary quality of milk.

## INTRODUCCIÓN

La calidad de la leche cruda es un elemento esencial de la competitividad, necesaria por constituir un eje estratégico de participación en los mercados nacional e internacional; debido a lo anterior y a las dinámicas actuales en los mercados, es necesario ofrecer a los productores herramientas de análisis que le ayuden a la obtención de leche de buena calidad cumpliendo con las medidas higiénicas y sanitarias establecidas para la región y el país, con el objeto de obtener mejores beneficios económicos.

En este contexto, es importante precisar que algunos de los problemas que afectan la competitividad del sector lácteo colombiano pueden deberse a la falta de análisis y evaluación microbiológica del producto entre otros factores. En consecuencia, las malas prácticas de higiene realizadas durante la rutina de ordeño afectan la calidad, lo que se traduce en altos recuentos microbiológicos y de Células Somáticas. Mejorar las actividades relacionadas con la rutina de ordeño garantiza la calidad de la leche, a través del control microbiológico y sanitario, cumpliendo así con las normas establecidas.

El aumento de microorganismos contaminantes representa grandes pérdidas en las ganaderías lecheras; en consecuencia, la proliferación de microorganismos en la glándula mamaria de las vacas es la causa de la presentación de mastitis y, por tanto, de la disminución en la calidad de la leche producida que se refleja en los beneficios económicos en cuanto a bonificaciones o ser penalizados.

## CALIDAD DE LA LECHE CRUDA

La norma UNI ISO 8402 define la calidad de un producto como el conjunto de las propiedades y características de un producto o servicio que le confieren la

aptitud de satisfacer las necesidades expresas o implícitas del cliente ([www.calidaddeleche.com](http://www.calidaddeleche.com), 2005).

La calidad de la leche comercial es uno de los pilares fundamentales en la industria láctea, que depende directamente de las características del producto original (Street, 2003); por lo tanto, en un alto porcentaje la calidad del producto que llega al consumidor, se debe al control sobre la leche cruda en la finca (Soler, 1997; Taverna, 2001).

## CALIDAD HIGIÉNICA DE LA LECHE

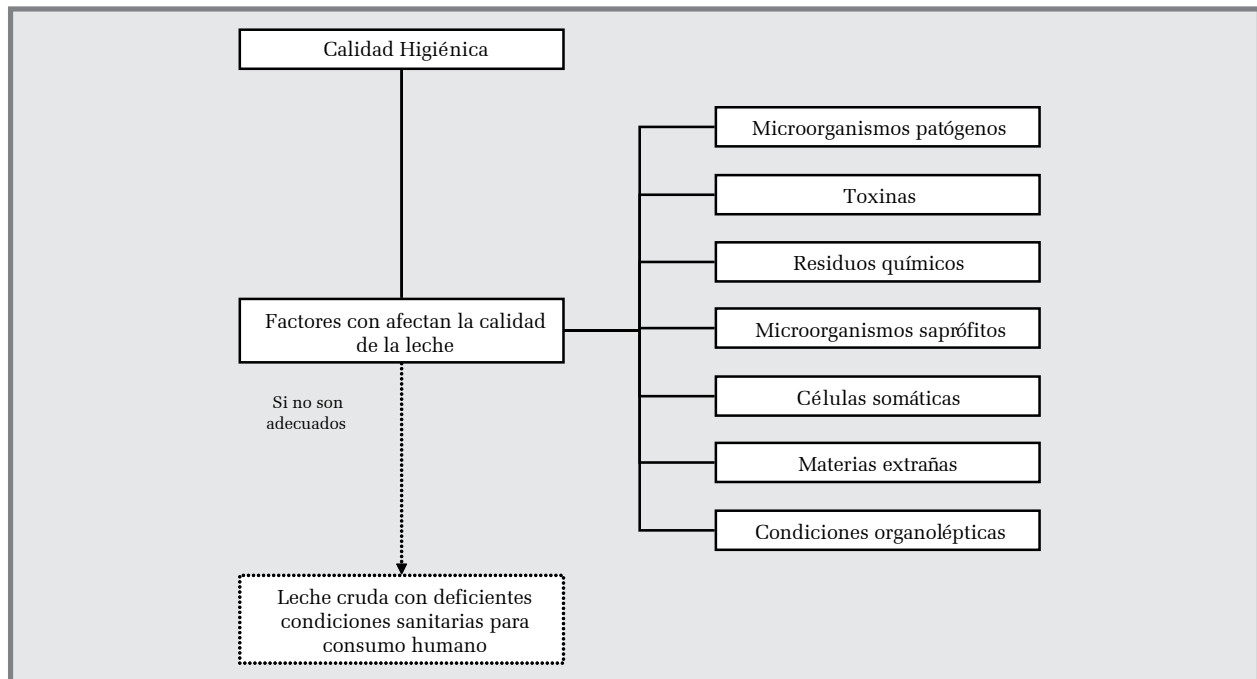
La calidad higiénica hace referencia a todas aquellas prácticas de manejo en finca que lleva consigo el control de la mastitis (Cotrino, 2003; Urdaneta, 2005). Producir leche con buena calidad higiénica resulta sumamente complejo ya que el producto a manejar es extremadamente delicado a la manipulación durante su recolección (Ciencia y Tecnología, 2003).

Otro aspecto que evalúa la calidad de la leche cruda hace referencia al recuento de bacterias mesófilas aerobias; valores menores de 300000 Unidades Formadoras de Colonias (UFC) por ml, es el indicador de la calidad higiénica según lo establecido para Boyacá (Resolución 000012 de 2007), donde se relaciona con el sistema de precios en cuanto a la calidad y el funcionamiento del mercado lácteo en Colombia.

## CALIDAD SANITARIA DE LA LECHE

La calidad sanitaria está relacionada con la puesta en práctica de planes de control y/o erradicación de infecciones que puedan significar riesgo para el consumidor, el personal de la finca y/o los animales. La calidad sanitaria es bonificada siempre y cuando los animales estén libres de enfermedades como la fiebre aftosa y la brucelosis (Serrano, 2004).

**FIGURA 1. FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD HIGIÉNICA DE LA LECHE**



Fuente: adaptado de Calidad de Leche (2005)

La leche, además de ser manejada higiénicamente, debe provenir de animales sanos y estar libre de residuos de medicamentos y, en general, de residuos tóxicos. La leche de animales afectados de mastitis, además de contener mayor número de gérmenes, muchos de los cuales pueden ser patógenos, tienen completamente alterada su composición y actividad enzimática (Piñeros *et al.*, 2005).

La legislación sanitaria establece que los hatos con ganaderías identificadas con enfermedades zoonóticas a través de la leche, deben desarrollar un programa de saneamiento para acceder a la comercialización de la leche (Ministerio de Agricultura, 2006).

El Recuento de Células Somáticas (RCS) indica la cantidad de cuartos afectados de mastitis clínica o subclínica en el hato y la ausencia de residuos de antibióticos (Cottrino y Gaviria, 2003; [www.calidaddeleche.com](http://www.calidaddeleche.com), 2005); es un indicador más para establecer la calidad de la leche.

La buena calidad sanitaria referencia la ausencia de microorganismos patógenos como *Salmonella*, *Coliformes totales*, *Coliformes fecales* y *Listeria monocytogenes* entre otros, que son causantes de enfermedades asociadas con infecciones e intoxicaciones generadas por el consumo de alimentos contaminados (Fadul y Quecano, 2005).

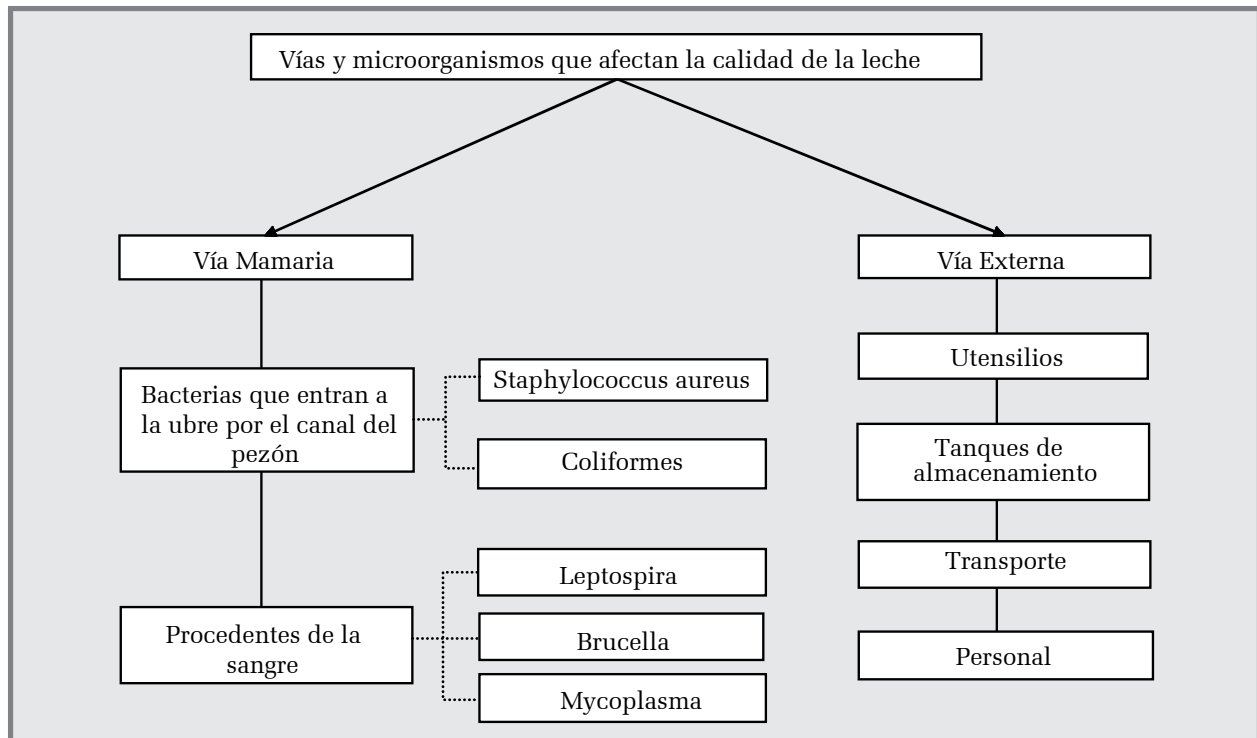
### **CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LA LECHE**

La leche tiene múltiples fuentes de contaminación, en donde la ubre en condiciones normales puede aportar hasta 1000 microorganismos/ml; la ubre con mastitis donde, dependiendo del microorganismo que la cause, un sólo cuarto afectado mezclado con la leche de 99 sanos, puede incrementar el recuento hasta de 100000 UFC/ml en la leche del hato; la contaminación ambiental durante el ordeño, producto de deficientes prácticas de manejo, permite que microorganismos de la piel de los pezones, manos del ordeñador, pezoneras, equipos de ordeño, baldes y

todo el entorno del ordeño, lleguen a la leche. Esta es la fuente de contaminación más importante y variable, ya que aporta un gran número de microorganismos con diferentes propiedades microbiológicas.

Una leche de buena calidad tiene buena apariencia, se encuentra libre de adulteraciones y alcanza determinados estándares en el Recuento de Células Somáticas (RCS) y recuento bacteriano (Ruegg, 2001).

**FIGURA 2. VÍAS DE ENTRADA DE CONTAMINACIÓN DE LA LECHE POR MICROORGANISMOS**

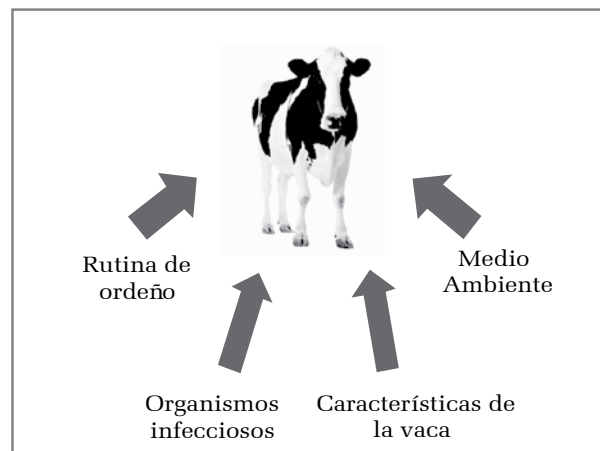


Fuente: adaptado por Ruegg (2004).

### FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LA LECHE

Las buenas prácticas de higiene y sanidad son el reflejo de las excelentes condiciones del ordeño y el adecuado control sobre las ubres y el entorno realizado por parte de los empleados; la imperfección puede dar lugar a una deficiente productividad y un bajo nivel nutritivo de la leche (Bennett, 2000; Keating, 1964). Trujillo (2002) señala la necesidad de asegurar la inocuidad de los alimentos en la cadena alimentaria, donde cada eslabón influye sobre la inocuidad del producto.

**FIGURA 3. FACTORES RIESGO**

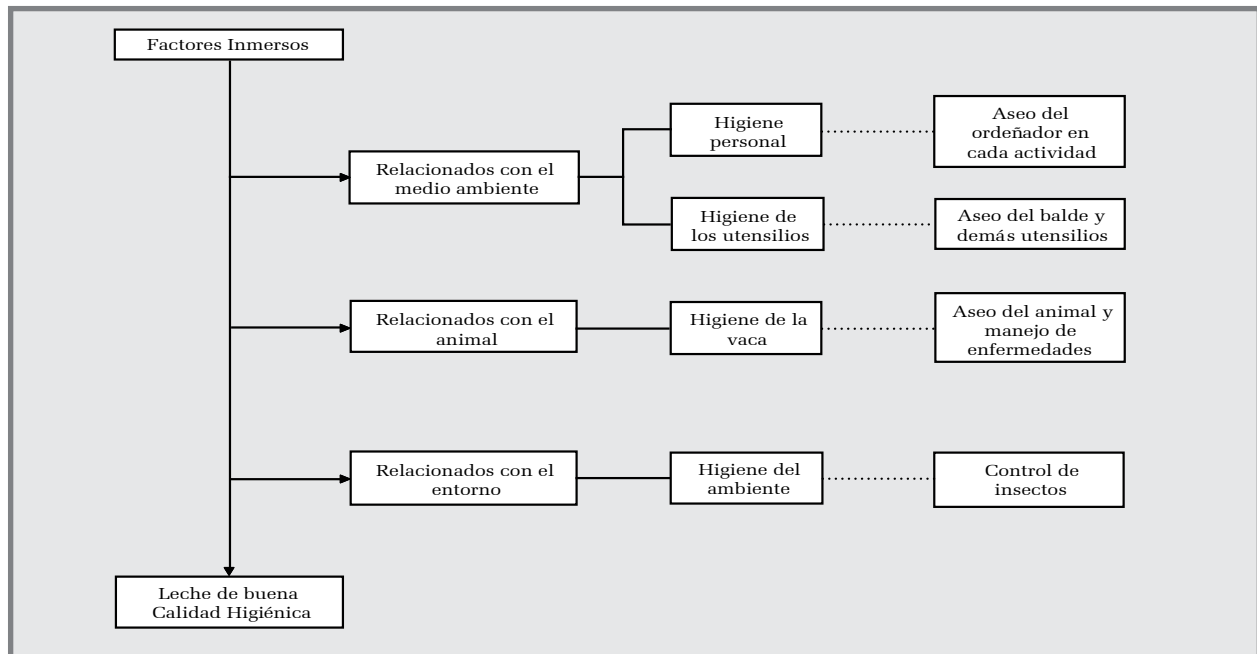


Fuente: Ruegg (2006).

**Calidad higiénica:** los factores que interceden con la calidad higiénica, en un muy alto porcentaje, son las actividades del hombre en el proceso, la raza, la individualidad de la vaca, el estado de salud, la época

del año, el estado de lactancia, la presencia de medicamentos, las prácticas de alimentación y de manejo (Serrano, 2004; Cabrera, 2006).

**FIGURA 4. FACTORES QUE INCIDEN EN LA CALIDAD HIGIÉNICA DE LA LECHE**



Fuente: adaptado de Guifarro (2005).

**Calidad microbiológica:** los aspectos a tener en cuenta son:

**Recuento de Organismos Coliformes:** identifica a una serie de bacterias de la familia *enterobacteriaceae* que incluye a los géneros *Escherichia*, *Enterobacter* y *Klebsiella*; microorganismos Gram negativos usualmente capsulados, no esporulados que fermentan la lactosa y que causan cuadros de mastitis. Generalmente, presentan cuadros de mastitis que van de ligera a severamente agudo (Salvador y Abner, 2005). La presencia de estas bacterias refleja un pobre manejo higiénico de la rutina de ordeño (limpieza de la piel de los pezones, manos y pezoneras) y la exposición de la leche a material fecal (Salamanca, 1998).

**Recuento de Células Somáticas (RCS):** es el índice del nivel de la severidad relacionado tanto con la mastitis presente en el hato como la calidad de la leche en casos subclínicos (Hazard, 1997; Bennett, 2000); si bien los valores límites del Recuento de Células Somáticas varían en distintos países, se considera que por encima de las 500000 células/ml se trata de leche proveniente de un sistema productivo con alta prevalencia de infecciones intramamarias y es, por lo tanto, considerado como un hato problema (Calvinho, 2001).

**Recuento de Organismos Mesófilos:** es una medida de la condición de higiene de la finca, al igual que los recuentos de bacterias anteriores, se relaciona con la insuficiente higiene del sistema de leche. Se considera que una leche con menos de 10000 UFC/ml es de excelente calidad (Taverna, 2002).

Conforman el grupo más amplio y utilizado como criterio de calidad en la leche cruda para las bonificaciones dentro de la comercialización. Este grupo de agentes es el mal llamado Recuento Total de Bacterias, debido a que muchos otros tipos de bacterias no quedan incluidas porque sus rangos de temperatura óptima de crecimiento son diferentes o el oxígeno les es inhibitorio. Como la lectura se hace contando el número de colonias que aparece en la placa, producto de la multiplicación a partir de una sola célula bacteriana o de un grupo de ellas, el resultado se expresa en Unidades Formadoras de Colonias por ml (UFC/ml) como indicador de la calidad higiénica (Cottrino, 2001; Cottrino y Gaviria, 2003; www.calidaddeleche.com, 2005).

**Listeria:** el género *Listeria* se agrupa en bastones Gram positivos; son bacterias no esporuladas, aerobios-anaerobios facultativos que se desarrollan entre -0,4 a 45° C, son psicrótrofos, catalasa positiva, oxidasa negativos y β-hemolíticos en agar sangre. En la prueba de Chirstie, Atkins, Munich-Petersen (CAMP) estimula la producción de hemolisina, toleran concentraciones elevadas de cloruro de sodio y son móviles a 25° C (Michanie, 2004).

La *Listeria monocytogenes* es una bacteria ampliamente difundida en la naturaleza, se encuentra en los alimentos, distribuida en el ambiente, tierra, aguas, materia fecal, vegetación, ensilados y entorno de la producción de alimentos, lo que confiere una importante oportunidad para contaminarlos (Michanie, 2004).

**Brucelosis:** como todas las especies de brucelas, la *B. abortus* sobrevive largo tiempo (hasta 120 días) en el medio ambiente sobre sustancias orgánicas (excrementos, residuos de abortos, leche). En cambio el apilado adecuado del estiércol origina la rápida destrucción de estos gérmenes, por un proceso semejante de acidificación de la leche. Resisten a la congelación y la recongelación pero son destruidas a

temperaturas de pasteurización, por el calentamiento a 60° C durante 10 minutos y por los desinfectantes comunes (Formol, cloro, fenol) (Bibertestein y Zee, 1994; Blaha, 1995). El reservorio de la *B. abortus* lo constituyen los propios bóvidos, aun cuando el germen puede asentarse también en otras especies animales y el hombre.

La leche no se altera de manera visible en la infección brucelósica. En el aspecto químico, tan sólo muestra una discreta elevación de la proteína total, la tasa de caseína se conserva inalterada, la albúmina disminuye ligeramente mientras que la globulina aumenta, la elevación del contenido de globulina en la leche brucelósica es el resultado de la formación de anticuerpos (Lerche *et al.*, 1969).

**Mastitis:** es una enfermedad infectocontagiosa más común en los bovinos donde se presenta una inflamación de la glándula mamaria debido a la presencia de las bacterias que se multiplican al interior de la ubre y causan destrucción al tejido mamario y pérdida en el volumen de la producción en especial lechería intensiva a nivel mundial altera la composición de la misma, genera pérdida de leche no producida, costos de reposición, gastos veterinarios y esta enfermedad también puede influenciar en su sabor (Monardes y Barria, 1995; Cano, 1996; Wolfer *et al.*, 1996; Hazard, 1997; Rebhun *et al.*, 1999; Andresen, 2001; Bessoff, 2001; Cottrino, 2001; Trujillo, 2002; Ruegg, 2002; Cabrera, 2003; Osorio 2003, Caraviello 2004, DAMA 2004, Ortiz 2004, García 2004, Pinzón 2004, Abner 2005, Urdaneta 2005,) por causas originadas durante las labores en el ordeño, debido a que una vez ordeñada la vaca el esfínter queda abierto posibilitando la entrada de los gérmenes que se producen en el interior ocasionando daños a nivel epitelial y cambios físicoquímicos y bacteriológicos de la leche.

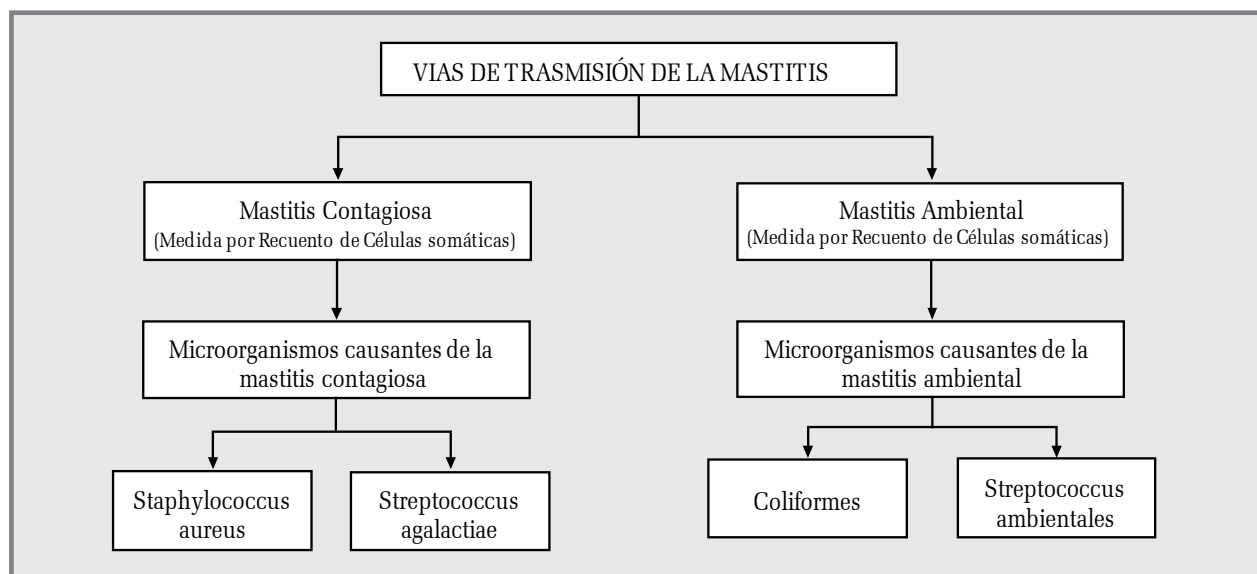
La observación de los primeros chorros de leche permite la detección de leche anormal que debe ser re-



tirada del consumo. La leche anormal puede mostrar decoloración (aguado), descamaciones, o coágulos. Se debe tener la precaución, al remover esta leche de la ubre, de no salpicar esta leche contaminada en las patas, cola o ubre del animal. Además, el operador no debe de coleccionar estos primeros chorros de leche en la palma de su mano debido al riesgo de transferir bacterias de un cuarto a otro y de una vaca a otra. En los establos donde la leche se ordeña en el mismo lugar donde se alojan las vacas, la primera leche es volcada en una taza especial o plato. En los echaderos de ordeño, puede ser volcada directamente al piso para ser lavada inmediatamente luego de ser evaluada (Wattiaux, 2002).

Para Ruegg (1998; 1999; 2002), Nasanovsky (2003), Cotrino (2001, 2004) y Ortiz (2004) la mastitis es una enfermedad que se puede clasificar en dos grupos, el primero denominado mastitis contagiosa que es causada generalmente por *Staphylococcus aureus* (Weidman, 2004), *Streptococcus agalactiae*, *Mycoplasma* y *Corinobacterias*, originados en el interior de la ubre de otros animales infectados y se transmite a los animales sanos. La segunda es la mastitis ambiental derivada de una infección que se origina del medio ambiente, generalmente causados por *Escherichia coli*, *Klebsiellas*, *Enterobacter*, entre otros.

FIGURA 5. VÍAS DE TRANSMISIÓN DE LA MASTITIS



Fuente: adaptado de Ruegg (2002).

***Staphylococcus aureus***: son bacterias Gram positivas, anaerobias facultativas de forma redonda que se dividen en varios planos para formar agrupaciones irregulares, utilizan los hidratos de carbono tanto por oxidación como por fermentación. Estos microorganismos transmiten tanto por contacto directo como indirecto. Algunas infecciones de los animales probablemente sean endógenas, es decir, son producidas por cepas residentes (Biberstein y Zee, 1994).

La causa principal de mastitis bovina es el *S. aureus* que rivaliza con el *Streptococcus agalactiae*. La infección tiene lugar a través del canal del pezón y su curso varía desde subclínico a agudo supurativo, gangrenoso o crónico, dependiendo de la cepa infectante, dosis infectante y resistencia del hospedador. La mastitis bovina a veces es producida por estafilococos coagulasa negativos (Saran y Chaffer, 2000).

La mastitis causada por bacterias del género *Staphylococcus* es de distribución mundial, siendo de gran importancia dentro de la casuística de esta enfermedad. A nivel de mastitis subclínica, son los agentes más importantes mientras que participan también como causantes de mastitis clínica (Saran y Chaffer, 2000).

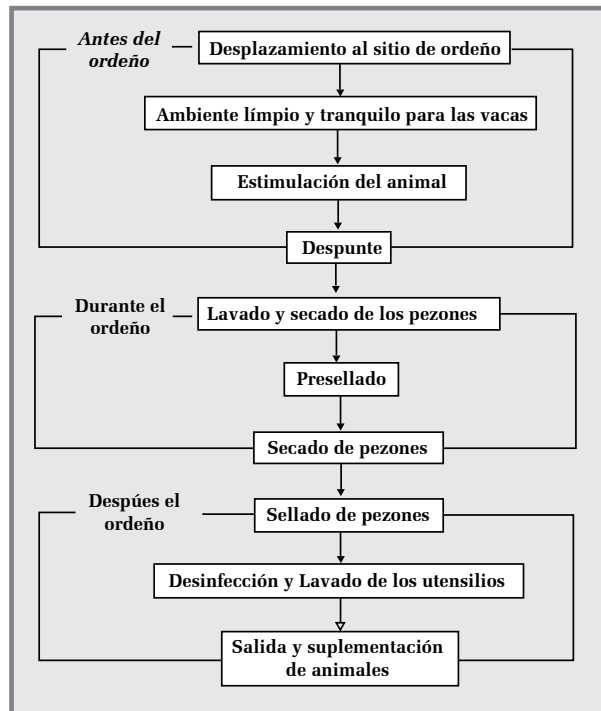
Es un agente contagioso de la mastitis que mide aproximadamente 0,8 micrómetros de diámetro, que en frotis teñido con la técnica de Gram aparece color púrpura indicando Gram positivo y en racimos; principalmente es transmitido por la mano del ordeñador durante el ordeño, por la toalla de aseo de la ubre y por la maquina de ordeño durante su funcionamiento, es decir en todo el medio ambiente que rodea la vaca (Pinzón, 2004; Salvador y Abner, 2005; Ruegg, 2005).

### RUTINA DE ORDEÑO

La rutina de ordeño es un conjunto de procedimientos recomendados para la obtención eficiente e higiénica de la leche y el mantenimiento de ubres sanas, con una buena rutina de ordeño se busca explotar al máximo el efecto de la oxitocina para producir la bajada de la leche (Arango, 2001).

- **Vacas tranquilas y limpias antes del ordeño:** la limpieza de los pezones con agua potable, desinfección y el secado con toallas desechables antes de cada ordeño, es una determinante tanto para la eficiencia de este proceso como también para la disminución de la ocurrencia de infecciones intramamarias (Kruze, 1998; Cabrera *et al.*, 2003; Osorio, 2003, Ruegg 2003, Wattiaux; 2003, Berra; Maldonado y Guardini, 2004; Mc Donald, 1970 en Salvador y Abner, 2005; Lager, 2006).

FIGURA 6. ESQUEMA DE LA RUTINA DE ORDEÑO



Fuente: adaptado de Kruze (1998), Ingalls (2000) y Ruegg (2001).

Cabrera y colaboradores (2003) y el DAMA (2004) recomiendan preparar los utensilios que se van a utilizar en el momento del ordeño comenzando por lavar muy bien las cantinas, baldes, filtros, mangueras y el establo; así mismo, se debe alistar el alimento concentrado o forraje picado que se le va a suministrar al ganado durante el ordeño. López (1995) asegura que este proceso de manipulación y almacenamiento se realiza en malas condiciones y genera un incremento bacteriano en varios millones de microorganismos/ml.

El procedimiento comienza por lavar muy bien la ubre de la vaca con una solución desinfectante o con yodo. Seguido del secado con una toalla o papel periódico limpio, posteriormente se práctica un masaje suave a la ubre para estimular aún más la bajada de la leche. Una vez realizadas estas labores el ordeño debe practicarse siempre primero a las vacas sanas, luego las vacas sospechosas y, por último, a las vacas

con problemas de mastitis. A continuación, en cada uno de estos animales, el ordeñador descarta los primeros chorros con el fin de eliminar y asegurar que la leche normal no llegue a la cadena alimentaria humana y así evitar la contaminación con *L. monocytogenes* en la leche (Wolter *et al.*, 2000; Cabrera *et al.*, 2003; Ruegg, 2003). Rutinariamente debe realizarse la prueba de mastitis de cada pezón, con la paleta de fondo negro y el reactivo para la mastitis; una vez finalizada la prueba el operario realiza el sellado de los pezones para remover las bacterias que están en la piel del pezón con la ayuda de un frasco o pezoñera, con la finalidad de evitar que los microorganismos ingresen por el esfínter del pezón (Kruze, 1998; Cabrera *et al.*, 2003; Gasque, 2005; Lager, 2006).

Para Ruegg (2003), Berra, Maldonado y Guardini (2004) el presellado es muy efectivo, es el método de preparación de los pezones antes del ordeño que sin duda alguna es el más efectivo para la desinfección, utilizando yodo que ha demostrado reducir los conteos bacterianos y de *Coliformes*.

El control de patógenos medioambientales requiere prácticas de manejo tales como mantenimiento de las vacas en establos limpios y secos, buena higiene antes del ordeño, que incluye presellado de los pezones y su correcto secado, y el uso adecuado de las máquinas de ordeño. Es importante proporcionar a las vacas durante el ordeño, un ambiente sin tensiones con el fin de contribuir a un proceso normal de descenso de la leche (Bushnell, 1984).

Kirk (2004) afirma que ordeñar las vacas con los pezones limpios y secos, especialmente la punta del pezón, mejora la calidad de leche, el control de mastitis ambiental, preservación de la calidad de la leche cuando el conteo se realiza por placas bacterianas y *Coliformes*, tanto en el pezón como en la punta del mismo, prolonga la duración del ordeño y de esta manera se logra la eficiencia de ordeño independientemente de la técnica que se utilice.

El pelo de la piel de la vaca puede servir de vehículo de contaminación de bacterias durante el ordeño. Las ubres con pelo largo son difíciles de lavar, desinfectar y secar, así los pezones quedarán sucios, lo que aumenta el riesgo de altos conteos bacterianos y nuevas infecciones. El pelo de la vaca puede transportar bacterias de aguas estancadas y, en especial, *Coliformes* debido a la presencia de estiércol; por lo tanto, el peluqueado resulta en una mejora de la calidad de leche obtenida (Rice, 1999; Robinson, 1987). Algunos estudios han demostrado que el presellado combinado con una buena preparación de la ubre, reduce la tasa de infección intramamaria en más de 40% (Nickerson, 1994).

La mastitis de origen ambiental tiene importancia en las explotaciones de estabulación permanente o en aquellas épocas donde por factores de humedad, en corrales y camellones se permite la exposición de los pezones con material contaminado. En estas fincas o durante el tiempo donde se aumenta el riesgo de contaminación está plenamente justificado el uso de selladores de barrera, la depilación de la ubre y el corte de la borla de la cola, para prevenir contagios (Cottrino, 2004).

- **Vacas en grupos:** existen razones por las cuales es bueno tener a las vacas divididas en grupos, se realiza con el fin de controlar la ocurrencia de nuevas infecciones y evitar el contacto de animales con mastitis subclínica (Cottrino, 2004).
- **Preparación consistente de la vaca preordeño:** con una disminución en la mastitis causada por organismos ambientales tales como *Streptococcus dysgalactiae* y *Coliformes*; de allí la importancia de utilizar productos según las recomendaciones del fabricante, con el fin de reducir la incidencia de infecciones causadas por microorganismos ambientales (Philpot y Nickerson, 1992).
- **Pezones secos:** la parte más importante de la desinfección de pezones es el completo secado de la punta de los mismos, porque el secado con el aire

no reemplaza el secado manual utilizando toallas o papeles individuales. Los pezones húmedos permiten el fácil acceso de bacterias dentro de la glándula mamaria y reducen la fricción entre el pezón y la pezonera.

Una vez se practica el lavado y propiamente dicho el ordeño, Ruegg (2003) afirma que el paso a seguir es el secado, como el método más efectivo e importante en la preparación para el ordeño, reduce el conteo bacteriano en la punta de los pezones.

- **Pezoneras colocadas apropiadamente:** un elemento importante de este paso es el tiempo, porque desde el comienzo de la preparación de la vaca para el ordeño hasta la colocación de la pezonera se conoce como tiempo de preparación (Ruegg, 2003; Wattiaux, 2003).
- **Pezoneras removidas apropiadamente:** el ordeño está completo cuando toda la leche disponible ha sido extraída. Cuando no se saca toda la leche se cae en el subordeño lo contrario es el sobreordeño que ocurre cuando se colocan las pezoneras y no hay flujo de leche, el mayor peligro de subordeñar es de carácter financiero y el de sobreordeñar es el daño en la punta de los pezones lo que puede conducir a mastitis. La mayoría de los establecimientos con ordeño en el establo dependen de la observación visual y de la experiencia para determinar cuando el ordeño está completo (Philpot y Nickerson, 1992).
- **Manejo de las vacas postordeño:** este es el momento para la contaminación de la glándula mamaria por parte de los microorganismos que llegan allí por las manos del ordeñador, la máquina de ordeño, el desplazamiento por malas prácticas de lavado y secado o por el contacto con el suelo. Por esto se hace indispensable sumergir los pezones en una solución desinfectante "sellador" la cual forma una película en el esfínter del pezón que

evita el contacto y entrada de microorganismos durante el cierre del esfínter (Cottrino, 2001).

La transferencia de algunos microorganismos de la mastitis es inevitable durante el ordeño, aun bajo las mejores condiciones higiénicas. Para destruir microorganismos restantes en los pezones al final del ordeño; ya que una vez terminado el ordeño la puerta de entrada de la infección (Punta del pezón) está abierta entre 30 minutos a 2 horas (Philpot y Nickerson, 1992), por eso es necesario ejercer alguna forma de higiene postordeño, para evitar mastitis contagiosa (*Staphylococcus aureus* y *Streptococcus*); aunque el sellado reduce el crecimiento de la infección en un 50% (Saran y Chaffer, 2000; Philpot y Nickerson, 1992). La piel de los pezones lesionada es fácilmente asiento de gérmenes patógenos, como *S. aureus* y *S. dysgalactiae* (Lagger, 2006; Wattiaux, 2002b; Hillerton, 1998; Burmeister 1998).

Para Kruze (1998), Wattiaux (2003), Ruegg (2004) y Lagger (2006) la desinfección del pezón después del ordeño es una de las prácticas más ampliamente adoptadas en la industria lechera y es la última defensa higiénica contra la infección después del ordeño. El uso del sellado del pezón reduce el recuento de células somáticas, mientras que el sellado de los pezones es universalmente reconocido como una práctica útil, porque de ser lo contrario se presentan problemas fisiológicos y económicos, su implementación variable pero indispensable, de no realizarse adecuadamente se presentan problemas en el animal.

Según Kirk (2004) otra medida positiva durante la etapa final del ordeño es utilizar el *predipping* que es sumergir a los pezones antes del ordeño en una solución antiséptica similar a la que se usa para el *postdipping*.

Kruze (1998) recomienda que el ordeño debe ser un proceso rutinario consistente para evitar los factores estresantes que pueden interferir con el

sistema inmune y los mecanismos defensivos de la glándula mamaria y aumentar el riesgo de infecciones intramamarias.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevó a cabo en 34 Sistemas de Producción lecheros inscritos al Centro de Servicios Tecnológicos Ganaderos de Duitama (Tecnig@n Duitama) y la Federación de Ganaderos de Boyacá (FABEGAN) en la región del Alto Chicamocha, pertenecientes al cordón lechero de la Cuenca del Chicamocha en el Departamento de Boyacá; en los cuales se efectuó un muestreo sobre 1657 vacas Holstein, Normando y cruces en dos períodos de muestreo.

**Muestreo en finca.** La toma de las muestras de leche se llevó a cabo al momento del primer ordeño, recogiendo una muestra de las cantinas (pool) o del tanque de la Finca para ser enviada al laboratorio. Previamente al muestreo en campo, se aplicó una encuesta para caracterizar los sistemas lecheros en aspectos sanitarios y productivos.

**Procedimientos en el laboratorio.** En el Recuento de Aerobios Mesófilos (RAM), *Listeria*, *Coliformes* y *Staphylococcus spp.*, se emplearon diluciones de  $10^{-1}$  hasta  $10^{-4}$ . La incubación a 37° C con un tiempo de 24 a 48 horas. Para estos recuentos se emplearon láminas de petrifilm 3M®, en las cuales se inoculó tomando un volumen de un (1) ml de cada una de las respectivas diluciones.

Para el Recuento de Células Somáticas se tomó 0,1 ml de leche disperso en un círculo de 1 cm de diámetro, fijado al medio ambiente por 24 horas y coloreado con azul de Newman. Para la interpretación del resultado se contaron 20 campos y se promedió por el número de células por campo y se multiplicó por el factor microscópico (350000).

En la Prueba de *Brucella* se vertió 1 ml de leche y se adicionó una gota de antígeno (reactivo para el Test del Anillo con Rosa de Bengala), se mezcló e incubó por 1 hora a 37° C. El resultado se interpretó positivo cuando hay formación de un anillo (en la parte superior) de color violeta y la ausencia de este anillo indica prueba negativa o falso negativo; para garantizar la efectividad de la prueba, las muestras de las fincas fueron llevadas al Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) para certificar el resultado mediante la técnica de Elisa indirecta en leche.

**Análisis Económico.** Se calcularon las bonificaciones y penalizaciones establecidas a partir del Recuento de Mesófilos para los 34 sistemas productivos tomando como precio base \$633/lit (Ministerio de Agricultura, 2007); en donde se toma en cuenta para el segundo muestreo las bonificaciones por hatillo libre de *Brucella*, calculando así el precio a pagar al productor.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el presente trabajo se utilizó Estadística Descriptiva, Análisis de Correlación, Pruebas de Comparaciones Pareadas y Diseños Completamente al Azar bajo arreglo factorial 2 x 2 para analizar la existencia de diferencias significativas e interacciones, además de la Prueba de Tukey.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las fincas encuestadas, la raza que con mayor frecuencia se presenta es Holstein Friesian con un porcentaje del 58,8%, seguido de cruces entre Ayrshire, Jersey y Holstein con un 32,4% y la raza normando con un 8,8%. Desde el punto de vista reproductivo las fincas utilizan inseminación artificial (85,3%) más que monta natural (14,7%).

En cuanto a la prevención de enfermedades, se ejecutan planes de vacunación contra Fiebre Aftosa y

Brucelosis en un 100%, para esta última las fincas realizan chequeos (23,5%).

Se cuenta con sistemas de ordeño mecánico en un 64,7% y manual en un 35,3%, siendo el establo fijo el más utilizado (52,4%), comparado con el portátil (47,6%).

Antes del ordeño se lavan los pezones (81,3%), luego desinfectan (78,9%) con un producto clorado (71,4%) y se secan (84,4%) con papel (96,3%); durante la rutina de ordeño se suplementan las vacas con concentrado (93,5%). Una vez finalizado el ordeño, se desinfectan los pezones (78,8%) con productos yodados (83,3%).

Posteriormente, las vacas salen al potrero (82,35%) aproximadamente 120 minutos (33,33%) después de estar en el corral. En el sistema de desinfección del equipo, los sistemas productivos realizan la limpieza con detergente ácido y alcalino (38,9%), mientras que otros hatos realizan la desinfección utilizando solamente cloro (33,3%), detergente alcalino (11,1%), sólo enjuagan con agua (11,1 %) o lo hacen con yodo (5,6%).

La leche es recogida principalmente en cantinas (85,3%) 60 minutos después del ordeño (20,8%).

## ANÁLISIS DE LA CALIDAD HIGIÉNICA Y SANITARIA DE LA LECHE CRUDA

Los resultados muestran que la leche registró promedios significativos en cuanto al Recuento de Células Somáticas (RCS) en el segundo muestreo en comparación con el primero ( $p < 0,05$ ); esto señala que las células somáticas se ven aumentadas por varias causas entre ellas la mastitis (Sanjuanelo, 2005), el inicio y final de la lactancia, el estrés de los animales, cambios en la higiene ambiental, funcionamiento del sistema de ordeño y cambios en el clima (Piñeros *et al.*, 2005).

En el Recuento de Células Somáticas se encontró para el primer muestreo un promedio de 283444 cel/ml menor respecto al segundo muestreo con 513034 cel/ml; es decir, que se presentó una mayor invasión de bacterias en la ubre, en donde los macrófagos presentes en ésta, activando el sistema inmunológico de la vaca para mandar neutrófilos a la ubre y destruir las bacterias, aumentando por esto los conteos celulares en el segundo muestreo.

Se observaron diferencias en cuanto al secado de pezones, siendo mayor el promedio para los sistemas productivos que realizan esta actividad en 410932 cel/ml en comparación con los que no efectúan esta práctica con 340375 cel/ml, lo que señala que esta práctica no se realiza de manera adecuada y, por consiguiente, no reduce el número de microorganismos en la piel del pezón (Ruegg, 2003; Philpot y Nickerson, 1992) incrementando la presentación de mastitis y, por tanto, el Recuento de Células Somáticas, factor que altera la calidad sanitaria de la leche.

Se encontraron promedios significativos en los hatos que realizan desinfección antes del ordeño (401169 cel/ml) respecto de los que no lo realizan (306031 cel/ml) la desinfección utilizada para antes del ordeño no es la más apropiada ya que no previene la entrada de microorganismos en la glándula mamaria (Philpot y Nickerson, 1992).

En la Tabla 1 se aprecia que en los Recuento de Células Somáticas, en el primer muestreo entre 100000 a 400000 cel/ml en aproximadamente el 82,36%, mientras que para el segundo la tendencia se modifica e incrementa hacia valores entre 300000 a 600000 cel/ml en un 69,70% de los sistemas productivos.

Existe en el RCS una relación significativa entre los muestreos, la desinfección antes de ordeño y el secado de los pezones ( $p < 0,05$ ), que puede deberse a las malas condiciones higiénicas de los establos, los sitios de ordeño, la falta de higiene en las manos de

los operarios y la falta de implementación de prácticas de higiene previo al ordeño (Calderón, 2002; 2006; Alpina, 1999). En cierto modo las estaciones lluviosas constituyen un factor predisponente para

la proliferación y transmisión de patógenos y, por ende, se eleva los casos de mastitis (Hogan y Smith, 1998) para el segundo muestreo.

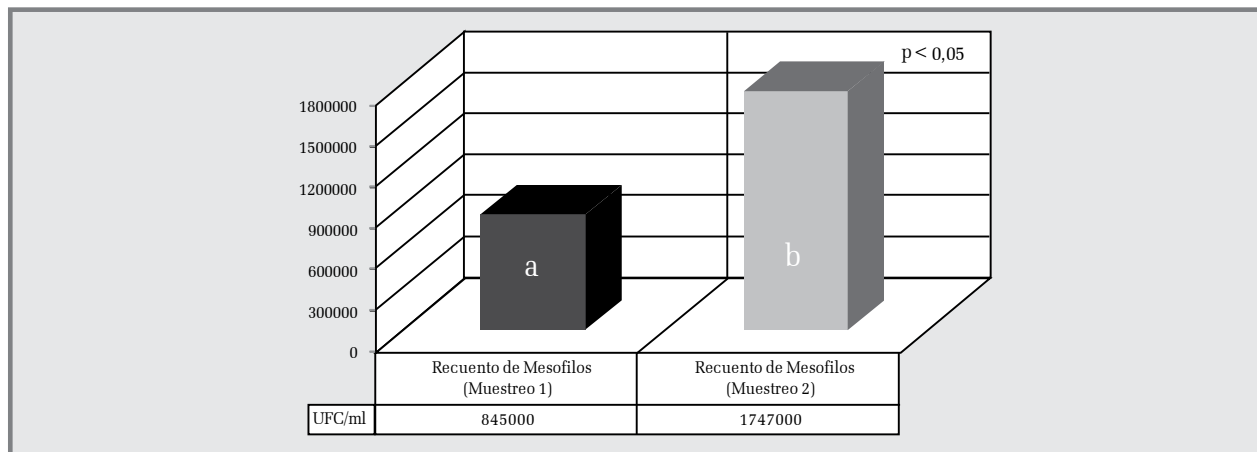
**TABLA 1. RESULTADO DEL RECUENTO DE CÉLULAS SOMÁTICAS (RCS) EN LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS**

RECUENTO DE CÉLULAS SOMÁTICAS (Células/ml)	MUESTREO 1		MUESTREO 2	
	SISTEMA PRODUCTIVO	%	SISTEMA PRODUCTIVO	%
0 - 100x10 <sup>3</sup>				
100x10 <sup>3</sup> - 200x10 <sup>3</sup>	13	38,24		
200x10 <sup>3</sup> - 300x10 <sup>3</sup>	8	23,53	3	9,09
300x10 <sup>3</sup> - 400x10 <sup>3</sup>	7	20,59	7	21,21
400x10 <sup>3</sup> - 500x10 <sup>3</sup>	3	8,82	9	27,27
500x10 <sup>3</sup> - 600x10 <sup>3</sup>	2	5,88	7	21,21
600x10 <sup>3</sup> - 700x10 <sup>3</sup>			3	9,09
800x10 <sup>3</sup> - 900x10 <sup>3</sup>			2	6,06
900x10 <sup>3</sup> - 1000x10 <sup>3</sup>	1	2,94	1	3,03
> 1000x10 <sup>3</sup>			1	3,03
TOTAL	34	100	33	100

El recuento de mesófilos durante el segundo muestreo señala diferencias significativas en comparación con el primero ( $p < 0,05$ ). Los altos recuentos de mesófilos aerobios en el segundo muestreo (ver Gráfica 1) se ven influenciados por el régimen pluvial de la zona que constituyen un factor predisponente para

la proliferación y transmisión de patógenos (Hogan y Smith, 1998). Los cambios en las poblaciones microbianas pueden ocurrir como respuesta a condiciones ambientales globales como lo son cambios estacionales en cuanto a intensidad de luz, temperatura y lluvias (Atlas y Bartha, 2001), condiciones que elevan la prevalencia de mastitis (Hogan y Smith, 1998).

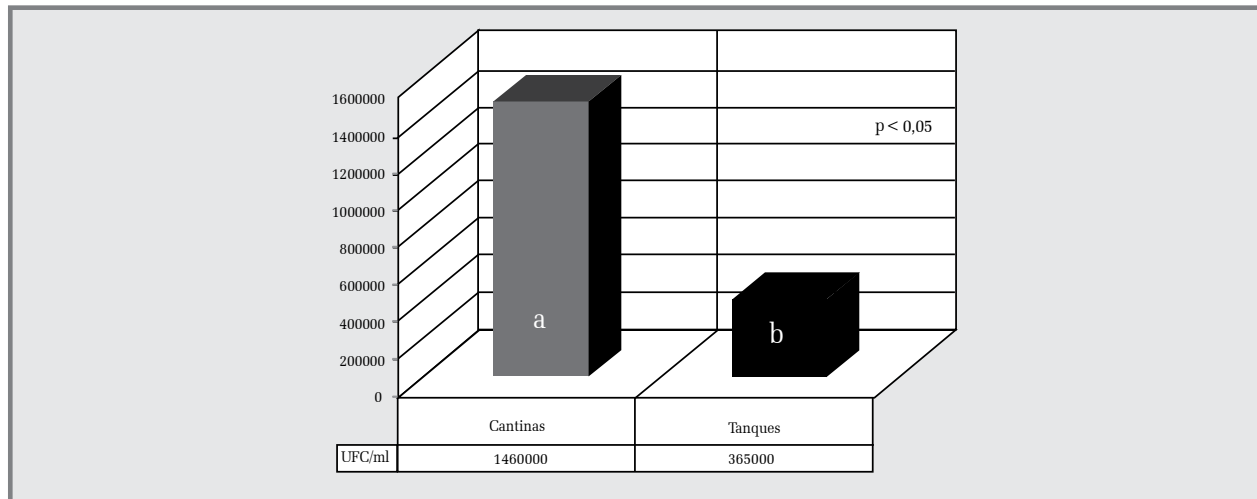
**GRÁFICA 1. COMPARACIÓN DEL RECUENTO DE MESÓFILOS AEROBIOS EN LOS DOS MUESTREOS**



En el Recuento de Aerobios Mesófilos (RAM) existe una relación significativa entre los muestreos, desinfección antes y después del ordeño, y el lavado y secado de los pezones ( $p < 0,05$ ). Estas prácticas, aunque sean realizadas por algunos sistemas productivos, no son efectivas para disminuir el recuento de mesófilos debido a que no se realizó la higiene de manera apropiada favoreciendo la multiplicación de los microorganismos que llegan a la glándula mamaria a través de las manos del ordeñador, la máquina de ordeño y el entorno (Cotrino, 2001).

Existe una relación significativa entre los muestreos y la recolección de la leche en el RAM ( $p < 0,05$ ); la leche es recogida principalmente en cantinas en donde la temperatura a la cual se encuentra la leche después del ordeño favorece la rápida multiplicación microbiana y, por ende, una mayor proporción de microorganismos mesófilos (Suárez *et al.*, 1991). Los hatos en que se utiliza tanque para recolectar la leche en donde la temperatura se mantiene entre 4 a 6° C (Ceballos, 1994; Henao, 1996) conserva la leche fresca y reduce el desarrollo de las bacterias (ver Gráfica 2).

**GRÁFICA 2. COMPARACIÓN EN EL RECUESTO DE MESÓFILOS SEGÚN LA DESINFECCIÓN ANTES DEL ORDEÑO**



En la desinfección antes del ordeño se observaron diferencias para Recuento de Mesófilos, obteniendo un mayor promedio los sistemas productivos que no desinfectan antes del ordeño 1880000 UFC/ml respecto de los que desinfectan 1010000 UFC/ml. La desinfección antes del ordeño ayuda a disminuir el recuento de mesófilos (Philpot y Nickerson, 1992), pero en este caso el “presellado” no benefició la obtención de los resultados esperados, debido principalmente a la mala preparación de la ubre.

Las industrias han venido seleccionado los mejores proveedores con bajos recuentos de mesófilos aerobios (Calderón, 2006). En el primer muestreo, el recuento de mesófilos aerobios de los hatos fue de 0 a 400000 UFC/ml en el 61,76% de los hatos, mientras que para el segundo muestreo la tendencia cambia e incrementa hacia valores superiores de 700000 UFC/ml con un 72,72% de los sistemas productivos; lo que indica que pueden ser penalizados o rechazados por la central lechera.



**TABLA 2. RESULTADO DEL RECUESTO MESÓFILOS EN LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS**

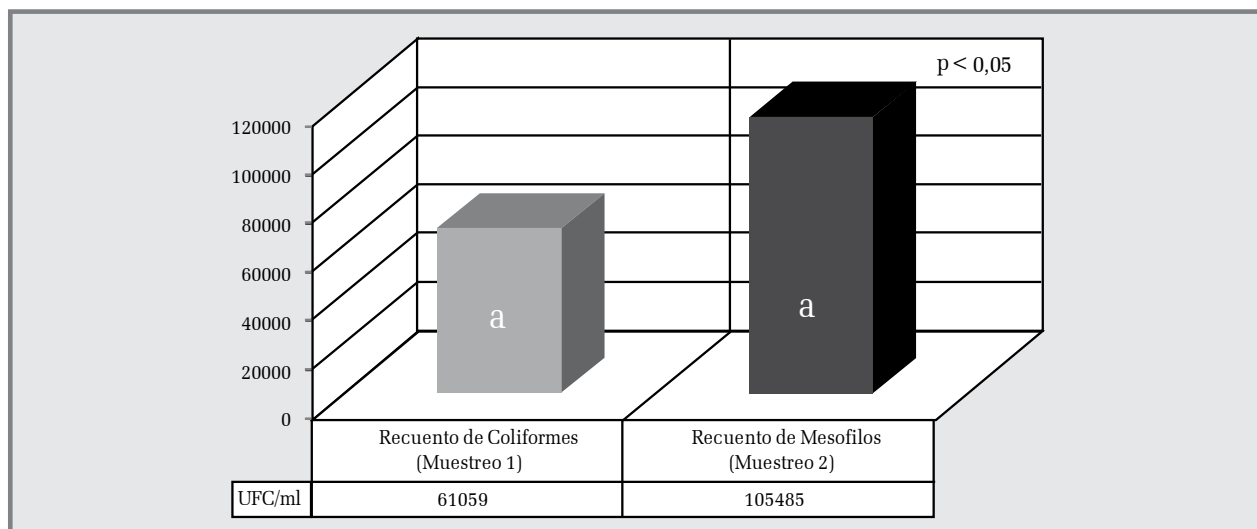
RECUESTO DE MESÓFILOS (Células/ml)	MUESTREO 1		MUESTREO 2	
	CANTIDAD SISTEMAS PRODUCTIVOS	%	CANTIDAD SISTEMAS PRODUCTIVOS	%
0	5	14,71	1	3,03
1 - 200x10 <sup>3</sup>	9	26,47	6	18,18
201x10 <sup>3</sup> - 400x10 <sup>3</sup>	7	20,58	1	3,03
401x10 <sup>3</sup> - 700x10 <sup>3</sup>	1	2,94	1	3,03
701x10 <sup>3</sup> - 2 000x10 <sup>3</sup>	6	17,65	8	24,24
> 2 001x10 <sup>3</sup>	6	17,65	16	48,48
TOTAL	34	100	33	100

El Recuento de Mesófilos y de *Coliformes* en el primer y segundo muestreo señalan una relación significativa directa ( $p < 0,05$ ); lo que indica la existencia de contaminación en la leche de origen medioambiental (García, 2004), además esta constituye un excelente medio de cultivo para determinados organismos, sobre todo las bacterias mesófilas, cuya multiplicación depende principalmente de la temperatura y la existencia de otros microorganismos competitivos (Magariños, 2000). La presencia de estas bacterias refleja un pobre manejo higiénico de la rutina de ordeño y exposición de la leche a material fecal; la contaminación puede ser debida a un ordeño sucio, o cuando

bacterias *Coliformes* comienzan a multiplicarse en el sistema de ordeño.

Los resultados indican que en el primer y segundo muestreo existe una relación estadísticamente no significativa para el Recuento de *Coliformes* ( $p > 0,05$ ); la presencia de *Coliformes* es un indicador del grado de contaminación fecal, derivado directamente del tracto intestinal de las vacas; en las estaciones lluviosas cuando se exponen las vacas a la suciedad por estiércol, llegan sucias a las salas de ordeño (Hogan y Smith, 1998) en donde la ubre húmeda contamina las pezoneras representando un riesgo para el establecimiento de estos microorganismos.

**GRÁFICA 3. COMPARACIÓN EN EL RECUESTO DE COLIFORMES EN LOS DOS MUESTREOS**



El secado y el Recuento de *Coliformes* presentan una relación significativa ( $p < 0,05$ ); a causa del mal secado de los pezones en donde la piel húmeda aporta muchas más bacterias que la piel seca; por consiguiente, el ordeño de pezones húmedos aumenta el riesgo de infección intramamaria, especialmente por patógenos ambientales, debido a que los microorganismos pueden desplazarse con el agua hasta la punta del pezón durante el ordeño contaminando la leche y aumentando el riesgo de infección (Philpot y Nickerson, 1992).

En el secado de pezones se observó diferencias de promedios en el Recuento de *Coliformes*, obteniendo un mayor resultado en los sistemas productivos que no secan en 134600 UFC/ml, respecto a los que secan en 78026 UFC/ml. El secado de los pezones benefició considerablemente en el Recuento de *Coliformes*, por esta razón resulta indispensable la realización de esta práctica de manera correcta para reducir estos microorganismos que contaminan la leche.

El Recuento de *Coliformes* y la desinfección antes del ordeño presenta una relación significativa ( $p < 0,05$ ); la higiene de los pezones reduce el número de patógenos, pero si esta desinfección se realiza de manera incorrecta, no disminuye la presencia de microorganismos ambientales. El “presellado” reduce las infecciones por estos microorganismos y mejora considerablemente la calidad bacteriológica de la leche (Philpot y Nickerson, 1992).

En la desinfección antes del ordeño se encontró un mayor promedio para los hatos que no desinfectan en 162250 UFC/ml comparado con los que lo realizan en 68626 UFC/ml en cuanto al Recuento de *Coliformes*. Esta práctica reduce la presencia de microorga-

nismos ambientales (Chaffer, 2000) debido a que los productos desinfectantes utilizados disminuyen los conteos bacterianos de *Coliformes* en la leche cruda.

La desinfección después del ordeño y la presencia de *Coliformes* tienen una relación significativa ( $p < 0,05$ ); la transferencia de microorganismos es inevitable durante la hora del ordeño (Philpot y Nickerson, 1992); el lugar y las condiciones de ordeño influyen sobre las condiciones adecuadas de limpieza y desinfección haciendo que los recuentos microbiológicos aumenten (Lizarazu, 2005), contaminando la glándula mamaria por los microorganismos provenientes de las manos del ordeñador, maquina de ordeño y/o desplazamiento por malas prácticas de lavado y secado (Cotrino, 2001).

En la recolección de la leche cruda para el Recuento de *Coliformes* se encontró un mayor promedio en los sistemas productivos que utilizan cantinas en 93095 UFC/ml, comparado con los que recolectan directamente al tanque en 28100 UFC/ml. La utilización de cantinas es un inconveniente para obtener leche con recuentos bajos de *Coliformes* debido a que la leche se conserva a una temperatura adecuada cuando se recolecta directamente al tanque, por esto los microorganismos contaminantes crecen y se multiplican más fácilmente en cantinas donde la temperatura a la cual se expone la leche no es la apropiada.

Como se aprecia en la Tabla 3, el Recuento de *Coliformes* presenta 35,3% de hatos lecheros con un conteo de ninguna UFC/ml en el primer muestreo comparado con un 30,3% de los sistemas productivos con recuentos de 1 a  $10 \times 10^3$  UFC/ml en el segundo. Este incremento se presenta por las malas condiciones medioambientales, lo que refleja los problemas microbiológicos en el segundo muestreo.

**TABLA 3. RESULTADO DEL RECUESTO DE COLIFORMES EN LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS**

RECUESTO DE COLIFORMES (UFC/ml)	MUESTREO 1		MUESTREO 2	
	CANTIDAD SISTEMAS PRODUCTIVOS	%	CANTIDAD SISTEMAS PRODUCTIVOS	%
0	12	35,30	5	15,15
1 - 10x10 <sup>3</sup>	9	26,47	10	30,30
20x10 <sup>3</sup> - 40x10 <sup>3</sup>	3	8,82	2	6,06
40x10 <sup>3</sup> - 60x10 <sup>3</sup>	2	5,88	1	3,03
60x10 <sup>3</sup> - 80x10 <sup>3</sup>			4	12,13
80x10 <sup>3</sup> - 100x10 <sup>3</sup>	2	5,88		
100x10 <sup>3</sup> - 200x10 <sup>3</sup>			1	3,03
> 200x10 <sup>3</sup>	6	17,65	10	30,30
TOTAL	34	100	33	100

El Recuento de *Staphylococcus* presenta una relación significativa para el primer muestreo comparado con los resultados en el segundo ( $p < 0,05$ ). Se encontraron altas variaciones que oscilan entre 0 a 350000 UFC/ml para el primer muestreo, hasta 0 a 66000 UFC/ml en el segundo muestreo, indicando una infección intramamaria transmitida posiblemente por glándulas mamarias infectadas a una no infectada, vía fómites tales como los paños comunes de la ubre, las manos del ordeñador o cuando se generan problemas de reflujo en el equipo de ordeño (Cottrino, 2001; Philpot y Nickerson, 1992).

En el Recuento de *Staphylococcus* existe un mayor promedio para el primer muestreo en 62206 UFC/ml en comparación con 5575 UFC/ml en el segundo; el aumento en la formación de colonias crecientes en los canales de los pezones, puede estar presentado por lesiones o heridas en los pezones de las vacas, que infectan la glándula mamaria y se transmite a los cuartos sanos por medio de las pezoneras y manos del ordeñador, principalmente (Philpot y Nickerson, 1992).

En el secado de pezones se observaron diferencias, obteniendo un mayor resultado en los sistemas productivos que no secan, en comparación con los que sí secan con valores de 87600 y 21481 UFC/ml respectivamente; por lo tanto, el secado es una práctica efectiva para controlar los recuentos de *Staphylococcus* y de esta manera reducen las infecciones intramamarias causadas por este agente (Philpot y Nickerson, 1992).

Como se observa en la Tabla 6 en el primer muestreo el recuento de *Staphylococcus* de los hatos fue de 1 a más de 200000 UFC/ml en el 64,71% de los hatos, mientras que para el segundo muestreo cambia disminuyendo a valores entre 1 a 100000 UFC/ml con el 57,58% de los sistemas productivos. Existe una mayor contaminación de la leche por *Staphylococcus* en el primer muestreo que puede estar dado por una terapia de secado como medida para el control de la mastitis, disminuyendo así para el segundo muestreo.

**TABLA 4. RESULTADO DEL RECUENTO DE *STAPHYLOCOCCUS SPP.* EN LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS**

RECUENTO DE STAPHYLOCOCCUS (UFC/ml)	MUESTREO 1		MUESTREO 2	
	CANTIDAD SISTEMAS PRODUCTIVOS	%	CANTIDAD SISTEMAS PRODUCTIVOS	%
0	12	35,29	11	33,33
1 - 10x10 <sup>3</sup>	8	23,53	19	57,58
10x10 <sup>3</sup> - 50x10 <sup>3</sup>	7	20,59	1	3,03
> 200x10 <sup>3</sup>	7	20,59	2	6,06
TOTAL	34	100	33	100

Entre el recuento de aerobios mesófilos y *Staphylococcus spp.* existe una relación directa significativa en el primer muestreo (p < 0,05), lo que indica que el origen puede estar asociado con ubres infectadas y no son el resultado de contaminación externa y, por ende, la leche proveniente de cuartos infectados por mastitis que aportan millones de bacterias (Cottrino, 2001).

Como se observa en la Tabla 5 la presencia de listeria en este estudio fue del 92,86%. Se encontraron variaciones que oscilan entre 0 a 3 x 10<sup>3</sup> UFC/ml, lo que sugiere que la contaminación de la leche puede estar dada por la alimentación de las vacas con ensilaje de mala calidad, a la presencia del patógeno en el ambiente del lugar de ordeño o sobre las superficies de los estanques de recepción (Poutou *et al.*, 2005).

**TABLA 5. RESULTADO DE *LISTERIA* EN LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS**

LISTERIA	MUESTREO 2	
	CANTIDAD DE SISTEMAS PRODUCTIVOS	%
Ausente	2	7,14
Presente	26	92,86
TOTAL	28	100

Como se observa en la Tabla 6 se encontró 15,79% de los hatos ganaderos positivos a *Brucella*, en donde sólo dos realizan el chequeo pertinente. El establecimiento de la enfermedad pudo deberse al contacto de animales sanos con animales infectados, ingreso a la finca de otras especies de animales y/o semen contaminado (ICA, 2002), en donde la importancia de esta enfermedad es la generación de barreras en el comercio nacional e internacional de animales y sus productos.

**TABLA 6. RESULTADO DE *BRUCELLA* EN LECHE EN LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS**

BRUCELOSIS	MUESTREO 2	
	CANTIDAD DE SISTEMAS PRODUCTIVOS	%
Negativo (-)	16	84,21
Positivo (+)	3	15,79
TOTAL	19	100

## ANÁLISIS ECONÓMICO

Se estableció el pago de leche de acuerdo a las bonificaciones o penalizaciones por calidad higiénica y sanitaria de acuerdo a los Recuentos de Aerobios Mesófilos según la resolución 000012 de 2007, para cada uno de los sistemas productivos.

**TABLA 7. PAGO DE LA LECHE DE ACUERDO A LA CALIDAD HIGIÉNICA Y SANITARIA**

FINCA	Muestreo 1			Muestreo 2			
	Mesofilos UFC/ml	Escala RTB (\$/Lt)	Precio Litro (\$/Lt) +/-Bonificación	Mesofilos UFC/ml	Escala RTB (\$/Lt)	Brucelosis Negativa (\$/Lt)	Precio Litro (\$/Lt) +/-Bonificación
TG 01	1360000	-50	583	2500000	-50		583
TG 02	280000	0	633	2680000	-50		583
TG 03	360000	-10	623	320000	-10		623
TG 04	460000	-20	613	1440000	-50		583
TG 05	1320000	-50	583	1160000	-50		583
TG 06	1200000	-50	583	3000000	-50		583
TG 07	320000	-10	623	3000000	-50		583
TG 08	3000000	-50	583	3000000	-50		583
TG 09	100000	40	673	3000000	-50		583
TG 10	0	60	693	20000	60		693
TG 11	0	60	693	0	60		693
TG 12	0	60	693	180000	20		653
TG 13	300000	0	633	10000	60		693
TG 14	0	60	693	10000	60		693
TG 15	180000	20	653	30000	50	5	688
TG 16	3000000	-50	583	130000	30	5	668
TG 17	3000000	-50	583	1280000	-50	5	588
TG 18	1400000	-50	583	3000000	-50	5	588
TG 19	800000	-50	583	1080000	-50	5	588
TG 20	3000000	-50	583	3000000	-50		583
TG 21	40000	50	683	830000	-50	5	588
TG 22	3000000	-50	583	2320000	-50	5	588
TG 23	390000	-10	623	460000	-20	5	618
TG 24	110000	30	663	3000000	-50		583
TG 25	200000	20	653	3000000	-50		583
TG 26	210000	0	633	3000000	-50	5	588
TG 27	1720000	-50	583	850000	-50	5	588
TG 28	20000	60	693	1820000	-50	5	588
TG 29	0	60	693	1520000	-50	5	588
TG 30	140000	30	663	3000000	-50	5	588
TG 31	360000	-10	623	3000000	-50	5	588
TG 32	20000	60	693	3000000	-50	5	588
TG 33	120000	30	663	3000000	-50	5	588
TG 34	2320000	-50	583				

Según la Tabla 7 en el segundo muestreo, los resultados más altos se registraron en trece (13) hatos mayor respecto al primero con cinco (5) hatos, con un valor de 3000000 UFC/ml, siendo penalizados con \$50/Lt, lo que indica que este valor se le resta al precio base \$633/Lt (Resolución 000012 de 2007) obteniendo así, un precio de \$583/Lt de leche a pagar al productor. El aumento de número de fincas en el recuento de mesófilos para el segundo muestreo, se debe a las condiciones medioambientales y pluviales en la zona.

Para el segundo muestreo se realizó la prueba de Brucelosis encontrando un resultado negativo en dieciséis (16) fincas; por lo tanto, se bonifican estos hatos libres de una enfermedad (*Brucella*) con \$5 según la Resolución de 000012 de 2007 del Ministerio de Agricultura.

Como se aprecia en la Tabla 8, de acuerdo al Recuento de Mesófilos, el pago estimado para los sistemas productivos decrece en el segundo muestreo debido a una mayor penalización por los altos recuentos de mesófilos dándose un pago de \$ 583 a 588/Lt para el 72,73% de los sistemas productivos, mayor en comparación con el primer muestreo en un 35,29%. Obteniendo una mayor bonificación en el primer muestreo de \$ 693/Lt en un 20,59% de los hatos debido a bajos recuentos de mesófilos en comparación con el segundo muestreo en un 12,12%. Lo que indica la existencia de un factor predisponente para la proliferación y transmisión de patógenos (Hogan y Smith, 1998), condiciones que elevan la prevalencia de mastitis (Hogan y Smith, 1998) y, por ende, una menor calidad para el segundo muestreo.

**TABLA 8. PRECIO ESTIMADO DE ACUERDO AL RECUENTO DE MESÓFILOS AEROBIOS EN LOS 34 HATOS MUESTREADOS**

Precio Estimado (\$) *	Muestreo 1 (%)	Muestreo 2 (%) **
583-588	35,29	72,73
613-618	2,94	3,03
623-633	20,59	3,03
653-663	14,70	3,03
668-673	2,94	3,03
683-688	2,94	3,03
693	20,59	12,12
TOTAL	100	100

\* Según Resolución 000012 de 2007.

\*\* Bonificación Hato libre *Brucella* (No realizado en el primer muestreo)

## CONCLUSIONES

Se observaron diferencias significativas entre las dos (2) épocas de muestreo que señalan la influencia que éstas tienen sobre la presencia de microorganismos; los valores encontrados en cuanto al Recuento de Mesófilos y Células Somáticas indican, para el segundo muestreo, la existencia de contaminación a nivel de la ubre con estiércol y barro que, con la alta humedad, hace más difícil la desinfección y el secado de los pezones, aumentando así la proliferación de los microorganismos que disminuyen la producción láctea y afectan la calidad del producto.

## BIBLIOGRAFÍA

Alpina S.A. "Calidad bacteriológica la leche". *Boletín técnico*. 48. Sopó. Dirección de Mercadeo de Leche Alpina. 1999.

Atlas, R. y Bartha, R. *Ecología microbiana y microbiología ambiental*. (4 ed.). España, Editorial Addison Wesley-Prentice Hall, 2001.

Se puede señalar que la calidad higiénica de la leche cruda es el efecto de las condiciones del entorno que rodea a la vaca y a ésta en el momento del ordeño; en consecuencia, la contaminación encontrada es debida a las malas prácticas de higiene en la rutina de ordeño tales como el secado de los pezones y la desinfección antes y después del ordeño, que favorecen el aumento de los Recuentos de Células Somáticas, Mesófilos, *Coliformes* y *Staphylococcus*, que incrementan los casos de mastitis y disminuyen la calidad del producto.

Se encontraron deficiencias en la refrigeración de la leche a nivel de las cantinas en la recolección es un inconveniente para obtener leche de buena calidad debido a que la temperatura a la cual se encuentran no es la apropiada. El nivel idóneo de refrigeración no se obtiene, razón por la cual los microorganismos proliferan rápidamente como ocurre en el Recuento de Mesófilos y *Coliformes*.

Los productores deben velar por la calidad del producto no solamente velando por una rutina de ordeño, sino por la calidad de la misma, ya que es un factor determinante en el precio y las bonificaciones recibidas por ellos, de allí la importancia de obtener bajos recuentos microbiológicos para acceder a mayores bonificaciones y de esta forma recibir un aumento en los beneficios económicos.

Calderón, A. García, F. y Martínez, G. *Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia*. Universidad de Córdoba. Corpoica. 2006.

Calderón, A. *Cuantificación de factores de riesgo de mastitis en sistemas elite de producción de leche en el altiplano Cundiboyacense*. Colombia:

- Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 2002.
- Ceballos, P. "Efectos de los micronutrientes en la mastitis y calidad de la leche en bovinos lecheros". *Proceedings of the Panamerican Congreso on Mastitis Control on Milk Quality*. México, 1994.
- Cotrino, V. "Rutina de ordeño. Mastitis. Mastitis y calidad de la leche". Cómo producir leche de óptima calidad. Memorias-Curso. Consejo Nacional de calidad de la leche y Prevención de la mastitis. Bogotá D. C: Sena. Asociación Nacional de Productores de leche, 2001.
- CONPES 3376 Consejo Nacional de Política Económico y Social. Política Nacional de Sanidad Agropecuaria para el Sistema de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias Disponible en: [www.dnp.gov.co/archivosdocumentos/Subdireccion\\_Conpes/3376.pdf](http://www.dnp.gov.co/archivosdocumentos/Subdireccion_Conpes/3376.pdf) 2005.
- Cotrino, V. Como se determina la calidad microbiológica de la leche cruda. Disponible en: <http://www.lmvlt.com/programas/ar06.html#intro> 2003.
- Cotrino, V y Gaviria, B. Mastitis y calidad de la leche. Revista electrónica Carta FEDEGAN (Julio-Agosto). Disponible en: <http://siona.udea.edu.co/~amarin/tesis/desarrollo/pddpv2/pddp/wor-dlist> 2003.
- Cotrino, V y Gaviria, B. Como se determina la Calidad Microbiológica de la Leche Cruda. Disponible en: <http://www.lmvlt.com/cms/index.php?section=19> 2003.
- Decreto 616 Ministerio de Agricultura. Disponible en: <http://www.presidencia.gov.co/decretoslinea/2006/febrero/28/dec616280206.pdf> 2006.
- ICA. *Brucelosis Bovina. Prevención, diagnóstico y control*. Colombia: Ministerio de Agricultura y desarrollo rural. Instituto Colombiano Agropecuario, 2002
- Ingalls, W. Procedimientos de la máquina de ordeño. Hombre, vaca y máquina trabajando en conjunto. Delaval. [http://www.delaval.com.ar/Dairy\\_Knowledge/Milking/Procedimiento\\_de\\_la\\_máquina\\_de\\_ordeño.htm](http://www.delaval.com.ar/Dairy_Knowledge/Milking/Procedimiento_de_la_máquina_de_ordeño.htm). 2000
- Kruze, J. La rutina de ordeño y su rol en los programas de control de mastitis bovina. Revista electrónica de investigación Veterinaria 30. 2. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-732X1998000200001&lng=es&nrm=1998](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X1998000200001&lng=es&nrm=1998).
- Lauxemann, "¿La calidad se paga?". *Revista electrónica de investigación INTA* (145): 74. Disponible en: <http://rafaela.inta.gov.ar/revistas/inf02011.htm> 2001.
- Lizarazu, A., Méndez, R., Tellez, G., Piñeros, G. *Diagnóstico del manejo higiénico-sanitario de la leche cruda en 19 fincas de la región del Alto Chicamocha* (Boyacá). Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2005.
- Philpot, N. W. Nickerson, S. *Mastitis: El contra ataque*. Illinois: Ed. Surge Internacional, 1992.
- Piñeros, G. Téllez I, Cubillos A. *La calidad como factor de competitividad en la cadena láctea. Caso: Cuenca lechera del Alto Chicamocha* (Boyacá). Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, 2005.
- Piñeros, G., Téllez, I., Cubillos, A. *La calidad como factor de competitividad en la cadena láctea. Caso: Cuenca lechera del Alto Chicamocha* (Boyacá). *Segunda Parte: Mercadeo y calidad de la leche en la región del Alto Chicamocha* (Boyacá). Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, 2005.
- Poutou, R., Burbano, S., Sierr, K., Torres, K. "Estandarización de la extracción de ADN y validación de la PCR múltiple para detectar listeria mono-

- cytogenes en queso, leche, carne de res y pollo". *Universitas scientiarum. Revista de la facultad de ciencias.* 10, 2, (2005): 61 - 78.
- Resolución 000012 de 2007. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Social. Colombia. Disponible En: [www.minagricultura.gov.co](http://www.minagricultura.gov.co).
- Ruegg 2006. Lactación y ordeño de la vaca lechera. Instituto Babcock para la investigación y el desarrollo de la lechería internacional. Disponible en: <http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de/lactation.es.pdf>
- . 2006. Milk Quality Factsheet en español. Estreptococcus Ambientales. 1- 3. Disponible en: [http://72.14.209.104/search?q=cache:ivmYXFX9\\_fUJ:www.uwex.edu/milkquality/PDF/espanol\\_factsheets/Mastitis%2520a%2520Micoplasma\\_343\\_spanish.pdf+Milk+Quality+Factsheet+en+espa%C3%B1ol%2BRuegg&hl=es&gl=co&ct=clnk&cd=1&lr=lang\\_es](http://72.14.209.104/search?q=cache:ivmYXFX9_fUJ:www.uwex.edu/milkquality/PDF/espanol_factsheets/Mastitis%2520a%2520Micoplasma_343_spanish.pdf+Milk+Quality+Factsheet+en+espa%C3%B1ol%2BRuegg&hl=es&gl=co&ct=clnk&cd=1&lr=lang_es)
- . 2004. Microbiología de la Leche. Disponible en: <http://www.solomamitis.com/actualidad/articulo09.htm>
- . 2004. Manejo hacia la Calidad de la Leche. Disponible en: [http://72.14.209.104/search?q=cache:1YoOKXgzXHYJ:www.uwex.edu/milkquality/PDF/Managing%2520for%2520milk%2520quality-panish.pdf+Manejo+hacia+la+Calidad+de+la+Leche%2BRuegg&hl=es&gl=co&ct=clnk&cd=1&lr=lang\\_es](http://72.14.209.104/search?q=cache:1YoOKXgzXHYJ:www.uwex.edu/milkquality/PDF/Managing%2520for%2520milk%2520quality-panish.pdf+Manejo+hacia+la+Calidad+de+la+Leche%2BRuegg&hl=es&gl=co&ct=clnk&cd=1&lr=lang_es)
- . 2003. El papel de la higiene en el ordeño eficiente. Disponible en: [http://72.14.209.104/search?q=cache:Ah-qePvNd9YJ:babcock.cals.wisc.edu/downloads/du/du\\_406.es.pdf+El+papel+de+la+higiene+en+el+orde%C3%B1o+eficiente%2BRuegg&hl=es&gl=co&ct=clnk&cd=1&lr=lang\\_es](http://72.14.209.104/search?q=cache:Ah-qePvNd9YJ:babcock.cals.wisc.edu/downloads/du/du_406.es.pdf+El+papel+de+la+higiene+en+el+orde%C3%B1o+eficiente%2BRuegg&hl=es&gl=co&ct=clnk&cd=1&lr=lang_es)
- . 2002. Control de la Mastitis. 1-3. Disponible en: [http://72.14.209.104/search?q=cache:EZW6t86mpRYJ:www.uwex.edu/milkquality/PDF/controldemastitis.pdf+Control+de+la+Mastitis%2BRuegg&hl=es&gl=co&ct=clnk&cd=1&lr=lang\\_es](http://72.14.209.104/search?q=cache:EZW6t86mpRYJ:www.uwex.edu/milkquality/PDF/controldemastitis.pdf+Control+de+la+Mastitis%2BRuegg&hl=es&gl=co&ct=clnk&cd=1&lr=lang_es)
- Sanjuanelo, J. *Determinación de la calidad composicional e higiénico-sanitaria de la leche producida en algunos hatos de la región del Alto Chicamocha (departamento de Boyacá)*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2005.
- Saran, A. y Chaffer M., *Mastitis y calidad de leche*. Argentina: Editorial Intermédica, 2000.
- Suárez B. and Ferreiros C. "Psychotrophic Flora of raw milk: Resistance to several common disinfectants". *Journal of Dairy Research.* 58. (1991): 127 - 136.
- Serrano, G. Sistema de precios, calidad y funcionamiento de los mercados lácteos en Colombia. Disponible en: [http://www.agrocadenas.gov.co/eventos/ponencias/Presentacion\\_CNL.pps](http://www.agrocadenas.gov.co/eventos/ponencias/Presentacion_CNL.pps). 2004.
- Soler, DM. Mecanismos endógenos para mantener para mantener la calidad de la leche: Sistema Lactoperoxidasa. Disponible en: <http://www.censa.edu.cu/Default.aspx?PageContentID=153&tabid=92> . 1997
- Street, NW. Capítulo 3: Manejo adecuado de la leche. Disponible en: [http://www.science.oas.org/OEA\\_GTZ/LIBROS/LA\\_LECHE/le\\_html/cap3\\_leche.htm](http://www.science.oas.org/OEA_GTZ/LIBROS/LA_LECHE/le_html/cap3_leche.htm). 2003.
- Urdaneta, J. ¿Cómo obtener leche de calidad: en estos tiempos?. Disponible en: <http://www.pcca.com.ve/vb/articulos/vb67p78.html>