

## Posibilidad de mejorar la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda en el altiplano boyacense

### Possibility of improve the physicochemical and microbiological quality of raw milk in the altiplano boyacense

Roy J. Andrade<sup>1</sup>, César A. Siauchó<sup>2</sup>, Samuel R. Siauchó<sup>3</sup>

#### Resumen

Presenta los resultados de un proyecto que se desarrolló durante los meses de agosto a diciembre de 2009 en 58 fincas ubicadas en los municipios de Duitama, Tibasosa, Belén, Sotaquirá, Iza, Santa Rosa de Viterbo, Tuta, Nobsa, Firavitoba, Tunja y Paipa, con el objetivo de buscar el mejoramiento de la calidad microbiológica y fisicoquímica de la leche que se produce en el altiplano boyacense. Se tomaron 1160 muestras de leche cruda, y se enviaron al laboratorio de la empresa Cobinaga para ser analizadas en su calidad fisicoquímica (porcentaje de proteína y grasa [Lactoscan<sup>®</sup>]) y microbiológica (unidades formadoras de colonia UFC [recuento de mesófilos en placa Petrifilm<sup>®</sup>], conteo de células somáticas CCS [Fossomatic<sup>®</sup>]). Con la mejora de la rutina de ordeño y de la limpieza de equipos y utensilios, con el control y la prevención de mastitis y la caracterización de cada finca, se logró el mejoramiento de la proteína en un promedio de 2.86% a 2.93%, la grasa osciló dentro de rangos de 3.2 a 4.4 en promedio, el conteo de unidades formadoras de colonia mejoró,

#### Abstract

Propose the results of the project that was developed during the months of august to december 2009, in 58 farms located on Duitama, Tibasosa, Belén, Sotaquirá, Iza, Santa Rosa de Viterbo, Tuta, Nobsa, Firavitoba, Tunja and Paipa, seeking improvement of microbiological and physicochemical quality of the milk produced in the Altiplano Boyacense. Were taken 1160 samples of raw milk and were sent to laboratory company Cobinaga for the analysis of physico-chemical quality (percentage of protein and fat [Lactoscan<sup>®</sup>]) and microbiology (UFC, colony formation units, mesophilic count in plate Petrifilm<sup>®</sup>), somatic cell count CCS (Fossomatic<sup>®</sup>). Improving the milking routine and equipment and utensils cleaning, with the prevention and control of mastitis and the characterization of each farm, the protein increase on average 2.86% to 2.93%, fat ranged within a range from 3.2% to 4.4% on average, counting colony forming units improved reaching 18,000 CFU / ml and somatic cell count increase to 325,000 SCC/ml.

<sup>1</sup> Médico Veterinario Zootecnista, Docente Asociado, Uptc, Tunja. royjandrade@yahoo.com

<sup>2</sup> Médico Veterinario Zootecnista, Uptc, Tunja. cesaral125@hotmail.com

<sup>3</sup> Médico Veterinario Zootecnista, Uptc, Tunja. samuelprof1@gmail.com

alcanzando 18 mil UFC/ml, y el conteo de células somáticas subió a 325 mil CCS/ml.

**Palabras clave:** Leche de vaca, Calidad de la leche, Unidades Formadoras de Colonia, UFC, Células somáticas.

**Key Words:** *Cow Milk, Milk Quality, Colony Formation Units, CFU, Somatic Cell.*

## Introducción

El sector agropecuario en Boyacá sigue ocupando el primer lugar en la estructura productiva del departamento y en su participación en el PIB, y, lo que es más importante para cerca de la mitad de su población, continúa siendo la principal actividad económica (Moreno, 2007); parte importante de este sector es la producción de lácteos. Uno de los grandes problemas en las fincas ganaderas del altiplano boyacense es la mala calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche producida, debido al mal manejo de los factores de producción; esta situación lleva a no ser competitivos en un mercado cada vez más exigente, con lo que se generan pérdidas en la producción. En tales condiciones, el productor de leche se debe encaminar hacia la optimización de recursos para garantizar que cada litro de leche producido consuma los insumos estrictamente necesarios y se obtenga con un mínimo costo de producción, para lograr una mayor rentabilidad y competitividad (Holmann, 2006).

Las prácticas de higiene realizadas inadecuadamente durante la rutina de ordeño afectan la calidad de la leche, lo que se traduce en altos índices de unidades formadoras de colonias (UFC) y altos conteos de células somáticas (CCS), que afectan la calidad fisicoquímica de la leche. Por esto, el aumento de microorganismos contaminantes (*Staphylococcus*, coliformes, mesófilos) y un mayor CCS, representan grandes pérdidas en las ganaderías de leche (Calderón, 2006).

En general, los productores no conocían el significado de los recuentos microbiológicos, por lo que se trabajó en la concientización alrededor de la rutina de ordeño para mejorar la calidad de la leche.

En Colombia, las principales variables manejadas para la bonificación o deducción de precio en la leche son: proteína, grasa, UFC y CCS; este proyecto se enfocó en el mejoramiento de estos parámetros con el propósito de alcanzar estándares de alta calidad en la leche cruda, lo que demanda que la industria láctea cuente con insumos para elaboración de productos muy buenos, los cuales beneficiarán al consumidor final, y a los productores, por la valoración del producto con las bonificaciones en el precio.

Este proyecto se planteó para buscar mejorar la calidad microbiológica y fisicoquímica de la leche del altiplano boyacense. Teniendo en cuenta que los centros de acopio del altiplano recogen leches de diversos municipios, fue necesario identificar las características fisicoquímicas y microbiológicas de las distintas muestras, para realizar una adecuada correlación con los factores de producción, hasta lograr caracterizar la población para determinar sus debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas, factores que influyen en cada una de estas fincas, y, luego, enfocar esto hacia un mejoramiento de la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche.

## Materiales y Métodos

El proyecto se realizó en 58 fincas de producción lechera, asociadas a la Cooperativa Agroganadera de Boyacá (Cobinaga), ubicada a lo largo del cordón lechero del altiplano boyacense (Figura 1), en los municipios de Tunja, Sotaquirá, Paipa, Duitama, Tibasosa, Santa Rosa de Viterbo, Nobsa, Belén, Iza y Firavitoba.

Se aplicó una encuesta que permitió diagnosticar los factores productivos de cada finca incluida en el proyecto y hacer las recomendaciones específicas, encaminadas al mejoramiento de la calidad microbiológica y fisicoquímica de la leche. La toma de muestras para análisis fisicoquímico y microbiológico se realizó quincenalmente durante 5 meses en cada una de las fincas; para el análisis fisicoquímico (porcentaje de proteína y grasa) se recolectaron 200 ml. de leche cruda por finca, en un frasco de plástico estéril, y para análisis microbiológico (recuento de mesófilos en placa Petrifilm®) se recolectaron 10 mililitros de leche cruda por finca, en una jeringa plástica estéril; estas muestras fueron identificadas con un código individual preestablecido y se refrigeraron inmediatamente a una temperatura de 4° a 7°C. Las muestras se transportaron en una caja de icopor con hielo, fueron luego selladas y enviadas al laboratorio de la empresa Cobinaga, ubicado en la ciudad de Duitama, para su procesamiento. El análisis estadístico se realizó mediante el ingreso de todos los datos al programa estadístico SAS, para luego hacer el respectivo análisis de las variables microbiológicas (UFC y células somáticas) y las variables fisicoquímicas (proteína y grasa), para obtener el promedio; la desviación estándar, media y promedio; el valor máximo y el valor mínimo.



Figura 1. Mapa de la zona de influencia del proyecto

## Resultados y Discusión

### Caracterización de fincas

El estudio se desarrolló durante los meses de agosto a diciembre de 2009; en las 58 fincas seleccionadas, ubicadas en el altiplano boyacense, se aplicó una encuesta a cada uno de los productores, con la cual se obtuvieron los siguientes datos: los municipios en los que se encuentran las fincas estudio fueron Duitama (38%), Tibasosa (5%), Belén (10%), Sotaquirá (12%), Iza (12%), Santa Rosa de Viterbo (7%), Nobsa (8%), Firavitoba (2%), Tunja (2%) y Paipa (2%). Los predios son planos en un 73,81%, lo que facilita el manejo del ganado y las labores pecuarias; tienen acueducto (78,57%) y agua potable (76,19%), lo cual disminuye el riesgo de transmitir enfermedades bacterianas y parasitarias.

Los productores venden la leche a los acopios de Cobinagaen Belén (10%), Duitama (42%) e Iza (5%); un alto porcentaje de la leche lo recoge Colanta, pero también hay productores que la venden por medio de la cooperativa directamente a Colanta (43%). El promedio de litros de leche por vaca/día es de 14,62 l. Se tiene un buen promedio

en días de lactancia (307 días), de donde se puede deducir que la mayoría lleva un adecuado manejo zootécnico (61,90% días de lactancia menor a 305). La raza que predomina es la Holstein, en el 83,33% de los hatos.

En cuanto al ordeño, en el 90,48% de los hatos se realiza mecánicamente, y en el 9,52%, manualmente, ya sea en establo fijo (34,21%), establo móvil (57,89%) o en sala de ordeño (7,89%), de los cuales el 40% llevan enseguida la leche a tanque frío, con el fin de preservar su calidad higiénica.

### Datos reproductivos

En los aspectos reproductivos se tuvieron en cuenta los días abiertos; al respecto se pudo ver que solo en un 2% de la muestra los días abiertos son menos de 70; los servicios por concepción (SPC) en promedio son de 2,4; el intervalo entre partos es de 13,7 meses, en promedio; en cuanto al uso de inseminación artificial (I.A.) se vio que el 100% de los productores la utilizan para servir las vacas, pero, además, el 19,51% también utiliza la monta directa (especialmente en vacas repetidoras

de celo); la I.A. la realiza un técnico (59,08%) o un profesional (39,02%).

También se indagó por la utilización de servicios veterinarios; los resultados muestran que los productores cuentan con este servicio en el 90,25% de los casos, de estos, el 61,11% realizan una visita al mes, que debe considerarse un factor indispensable para mejorar permanentemente los índices de sanidad y reproductivos de los hatos.

### **Sanidad**

Respecto a la sanidad, se indagó por las vacunas que normalmente se aplican; el 100% de los encuestados aplican brúcela y aftosa; esto se debe al carácter obligatorio de dichas vacunas; además, el 14,63% de los productores aplican la vacuna contra la peste boba; el 41,47%, contra carbón sintomático; el 24,39%, contra carbón bacteridiano, y el 43,90%, contra IBR y DVB. El 46,34% de los productores tienen el hato certificado como libre de brucelosis, y el 29,27%, como libre de tuberculosis bovina, por parte del ICA. La mastitis es el problema más frecuente, con un 33%; seguida de cojeras, con el 20%; abortos, 15%, y metritis y diarreas, 11% y 10%, respectivamente, entre otros.

Ya que la mastitis es una enfermedad que afecta directamente la calidad de la leche, se indagó acerca de su control, lo que arrojó los siguientes resultados: el 100% de los productores hacen chequeos para control de mastitis con diferentes frecuencias: mensualmente, el 69,69%; quincenalmente, el 12,12%, y bimestral y semestralmente, el 6,06%.

### **Nutrición**

Del total de hectáreas (1.472) que se tienen para pastos, el 29,91% se han mejorado de algún modo, mientras que el 70,09% se mantienen naturales; en estas se utiliza pastoreo rotacional en su totalidad. En las praderas se realizan actividades de mantenimiento, como la enmienda, que se efectúa cada año en el 50% de las unidades estudiadas, y la fertilización, que se hace en el 64,29% de los casos.

En lo que respecta a la alimentación del ganado, el 9% de los productores conservan forrajes en forma de silo para alimentar el ganado; los demás no lo hacen, y el 80% de los productores suplementan la nutrición del ganado con uno de los siguientes productos: papa, 29,41%; semilla de algodón, 23,54%, y levadura de cerveza, 17,65%;

además, el 91,66% de los productores suministran concentrado.

En sus instalaciones los ganaderos cuentan con bebederos en buen estado (80%), gracias al aseo periódico; establos (61,9%), corrales (54,76%) y mangas (42,86%) de buena calidad, lo que facilita el manejo de los animales, disminuyendo el estrés causado y el riesgo para el operario.

El 9,52% cuentan con compostadero para la correcta disposición de residuos orgánicos; este es un recurso importante para obtener en la misma finca abono orgánico de buena calidad, y que ayuda a reducir la proliferación de ectoparásitos.

### **Análisis de resultados fisicoquímicos**

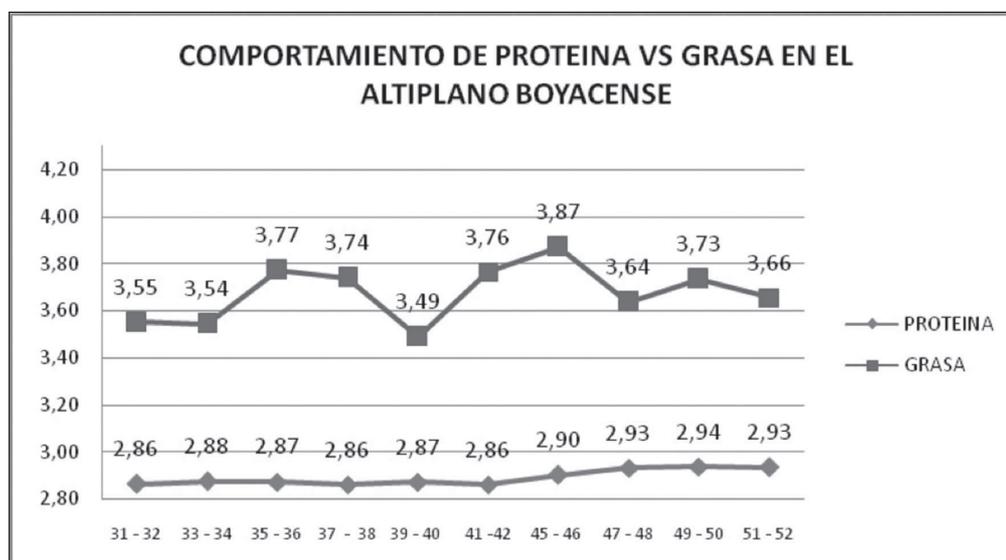
**Análisis en la producción de grasa en leche.** La producción de grasa en leche cruda en el altiplano boyacense osciló de 3.2% a 4.4%, en promedio, que está dentro de los parámetros normales, según Chandler (1993). Durante el estudio, el municipio con mayor porcentaje de grasa en leche fue Paipa, con un promedio de 4,05%, y el municipio con menor comportamiento en la producción de grasa en leche fue Firavitoba, con un promedio 3,3%.

**Comportamiento entre grasa y proteína de la leche cruda en el altiplano boyacense.** La gráfica 1 muestra el promedio y el comportamiento de la grasa y la proteína de los hatos a lo largo del estudio; la grasa inició con un porcentaje de 3.55% y terminó con uno de 3.66%, en promedio; la proteína inició con un porcentaje de 2.86% y terminó con 2.93%, lo que indica una relación entre la producción de grasa y de proteína en la leche (Molina *et al.*, 2001). Este aumento es dado por la disminución en la producción de leche, que es inversamente proporcional a la producción de grasa y proteína, y por su respectiva dilución en la leche (Depeters y Cant, 1992, y González, 2005), ya que los factores nutricionales no se mejoraron significativamente en el transcurso del proyecto, al contrario, en algunos casos, debido a condiciones medioambientales marcadas por un extenso verano y una baja precipitación, se produjo una disminución de la oferta forrajera, no solo en cantidad, sino en calidad; influyeron, igualmente, el bajo aporte de energía (Sutton, 1989) y la consecuente baja productividad medida en litros de leche.

**Análisis del porcentaje de proteína en leche en el altiplano boyacense.** En cuanto a la proteína en el

altiplano boyacense, se pudo notar un mejoramiento; se inició con un promedio de 2.86%, en el mes de agosto, que en el transcurso de los meses aumentó paulatinamente hasta llegar a finales del año 2009 a

un promedio de 2.93% (ver gráfica 1), causado, en parte, por la disminución del volumen de producción (González, 2005) y la reducción del CCS (Cottrino, 2003; Urech et al., 1999).

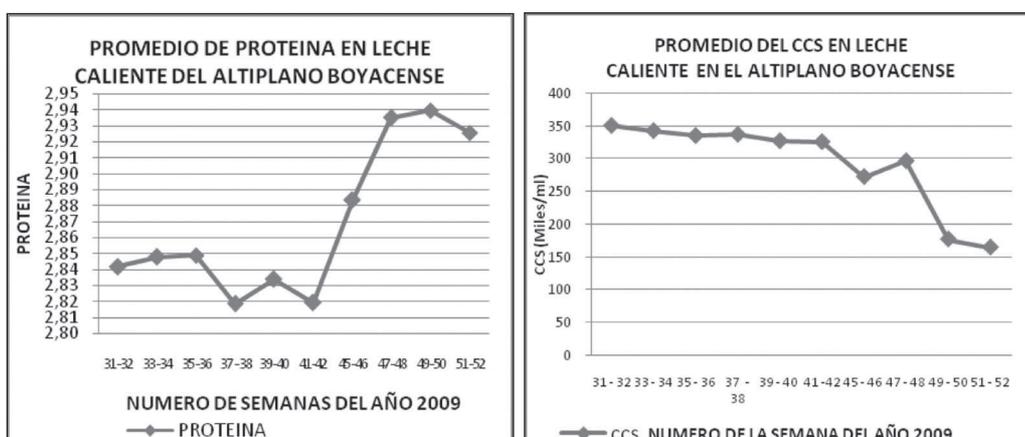


**Gráfica 1.** Comportamiento de proteína y grasa en el altiplano boyacense

Al comparar toda la leche cruda del altiplano boyacense, el municipio con mejor comportamiento en la producción de proteína fue Tunja, con un promedio de 3.1%, influenciado por una oferta forrajera constante y de buena calidad bromatológica, y por la suplementación adecuada (silo, purina y enmelazado de papa), las cuales garantizan un adecuado suministro de energía; el peor comportamiento de proteína lo tuvo el municipio de Firavitoba, con un promedio de 2.74%, lo que indica el uso de dietas con bajo suministro de energía, un factor genético negativo en la producción de grasa y proteína en leche y, por último, falta de mejoramiento de suelos y padreras.

**Promedio de proteína en leche caliente del altiplano boyacense.** La leche caliente, correspondiente al 57% de las fincas del estudio, presentó un incremento importante: del 2.84% al 2.93%, lo cual se explica por factores ya mencionados y por la disminución de unidades formadoras de colonia (Robert, 2007).

**Producción de proteína vs. CCS en leche caliente del altiplano boyacense.** Teniendo en cuenta el comportamiento de la proteína y del CCS en leche caliente durante el proyecto (ver gráfica 2), se observa que hay una relación inversa entre el porcentaje de proteína y el CCS en leche (si aumenta la proteína, disminuye el CCS); al inicio del proyecto la medición de proteína arrojó un promedio de 2.86 %, y el índice de CCS era de 350.000 CCS/mL, luego, el conteo de células somáticas bajó gradualmente, llegando a un promedio de 117.000 CCS/mL, mientras el porcentaje de proteína ascendió a un 2,93%, en promedio, al final de la fase experimental. La disminución de CCS se logró mediante el control y el tratamiento de mastitis y la realización de buenas prácticas en la rutina de ordeño, inspección del equipo de ordeño y el apoyo del productor y el mayordomo en la implementación de las recomendaciones dadas. Esto ratifica lo dicho por Cottrino (2001) sobre la influencia del CCS en el porcentaje de proteína en leche.



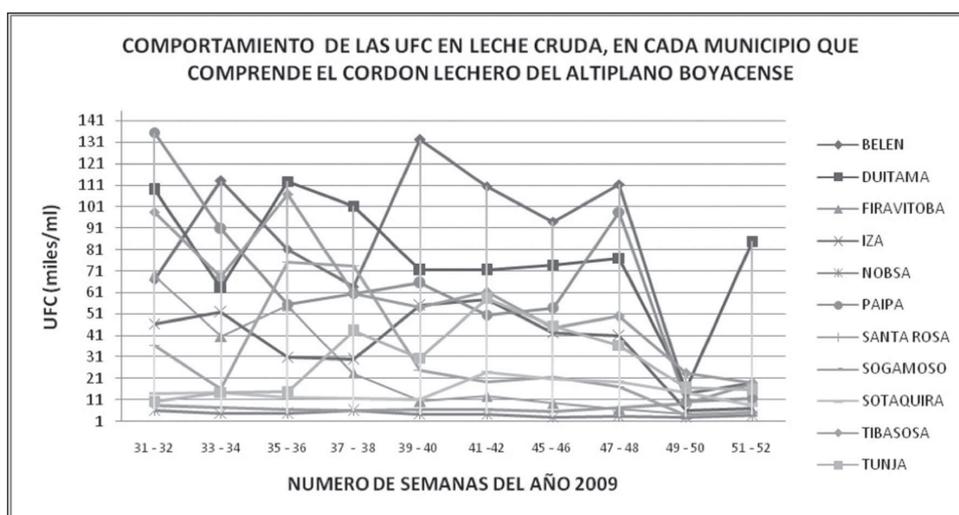
**Gráfica 2.** Relación entre el promedio de proteína y el promedio de CCS en leche caliente en el altiplano boyacense

**Promedio de proteína en puntos fríos en el altiplano boyacense.** Las fincas en las que enfrían la leche en tanques corresponden al 43% de las muestreadas, donde el promedio de proteína ascendió paulatinamente de 2.87% a 2.93%, influenciado por la disminución de la producción vaca/litro/día y la disminución de CCS en leche.

**Análisis de resultados microbiológicos**

**Análisis en el conteo de unidades formadoras de colonia en el altiplano boyacense.** La leche cruda del altiplano boyacense obtuvo un mejoramiento de 54.000 UFC/mL a 18.000 UFC/mL debido a la implementación y perfeccionamiento de las rutinas

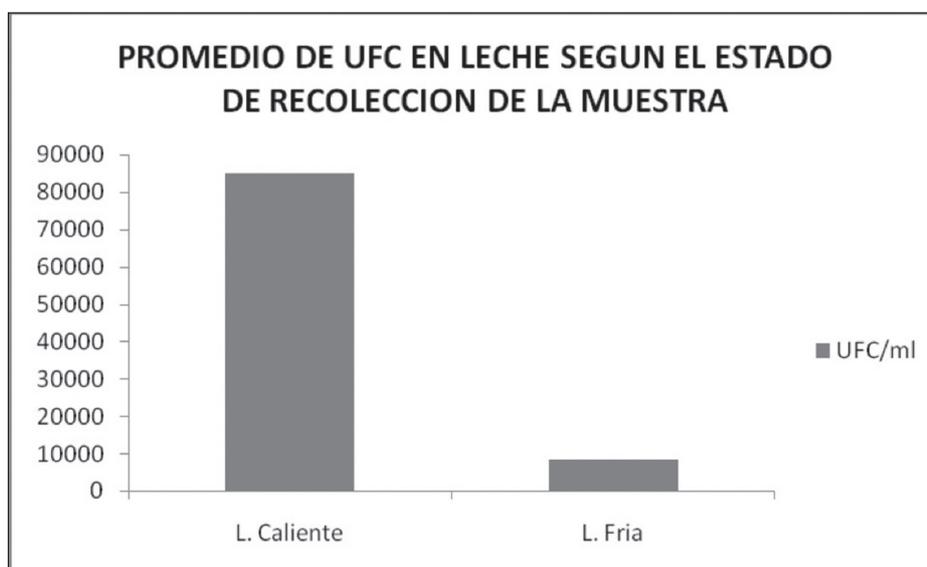
de ordeño, lavado, mantenimiento del equipo de ordeño, almacenamiento, preenfriamiento, enfriamiento y transporte (Cotrino, 2003; Gasque, 2002; Philpot y Nickerson, 1992), logrando así bonificar de 40 a 60 pesos por litro, según la tabla de bonificaciones de la calidad higiénica de la leche, como lo establece para Boyacá la Resolución 0012 de 2007 en el recuento de mesófilos (ver Gráfica 3). El municipio con mejor comportamiento fue Nobsa, con un promedio de 4.000 UFC/mL, y el de peor comportamiento fue Belén, con un promedio de 80.000 UFC/mL, lo que indica que el altiplano boyacense tiene una excelente calidad en cuanto a análisis microbiológico.



**Gráfica 3.** Comportamiento de las UFC en la leche cruda, en cada municipio que comprende el cordón lechero del altiplano boyacense.

**Promedio de UFC en leche caliente vs. leche fría en el altiplano boyacense.** El conteo de unidades formadoras de colonia en toda la leche caliente mejoró de 109.000 UFC/mL a 68.000 UFC/mL, y el comportamiento de leche fría mejoró de 11.450 UFC/mL a 5.100 UFC/mL; esta diferencia significativa entre leche caliente y leche fría se presenta por el adecuado enfriamiento y almacenamiento que tienen las fincas con tanque de enfriamiento (Castle y Watkins, 1998). El proceso de enfriamiento tiene gran influencia en el mejoramiento de la calidad microbiológica de la leche (recuento de mesófilos aerobios), como se observa en la Gráfica 4; la comparación de promedio de UFC entre leche caliente y fría determinó que aquellos productores que tienen tanque frío tuvieron un promedio de

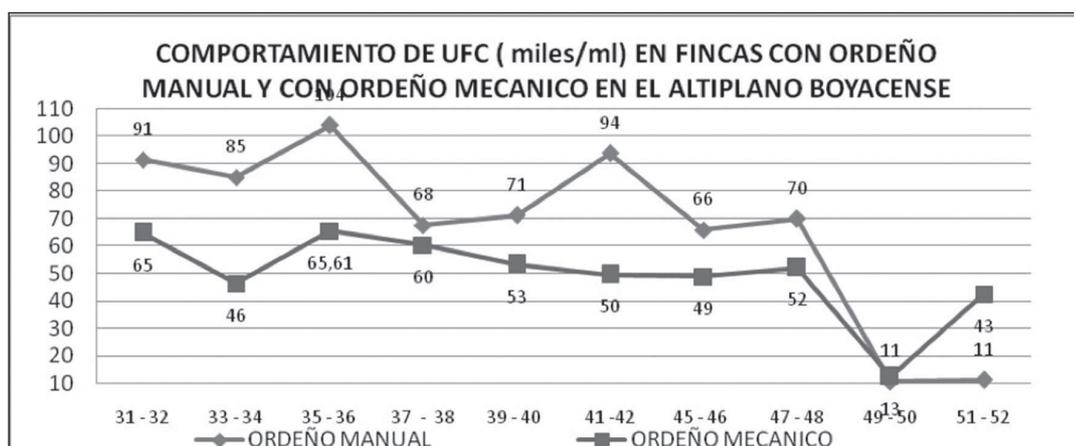
8.290 UFC/mL en leche, en contraste con los que no tienen ningún tipo de preenfriamiento o enfriamiento de la leche, que tuvieron promedios de 85.000 UFC/mL, lo que demuestra la importancia del enfriamiento de la leche, en el menor tiempo posible, a una temperatura de 4°C, para disminuir la multiplicación microbiana; también, la leche caliente presenta durante su transporte multiplicación microbiana significativa; las fuentes de este aumento de mesófilos aerobios son las superficies que tienen contacto con la leche, como las cantinas y el tanque donde se transporta hasta el acopio, los tanques de almacenamiento, bombas, tuberías, filtros, agitadores, envasadoras, transportadores, tinas, utensilios, temperatura ambiental, etc.; todo ello influye en el aumento de UFC.



**Gráfica 4.** Promedios de UFC en leche según el estado de recolección de la muestra

**Comportamiento de UFC en fincas con ordeño manual y ordeño mecánico en el altiplano boyacense.** Se midió la influencia del tipo de ordeño sobre el comportamiento de UFC (ver Gráfica 5), y se observó que al inicio del estudio el ordeño mecánico presentaba mejores promedios respecto al ordeño manual; esto es debido a la menor manipulación de los operarios con la leche cruda, inhibiendo así su contaminación. Al iniciar el proyecto los productores con ordeño mecánico tenían un índice de 65.000 UFC/mL, y luego lo mejoraron a 27.000 UFC/

mL; mientras con ordeño manual se observó un mejoramiento de 91.000 UFC/mL a 11.000 UFC/mL (ver Gráfica 5), lo que demuestra que el tipo de ordeño (mecánico o manual) no tiene gran incidencia en el mejoramiento de la calidad de la leche si no se acopla con el mejoramiento y perfeccionamiento de la rutina de ordeño (Arango, 2001), con la inspección del lavado del equipo, con la rutina de lavado (Wattiaux, 2005) y con la inspección del funcionamiento del equipo (Cotrino, 2003; Gasque 2002; Philpot y Nickerson 1992).

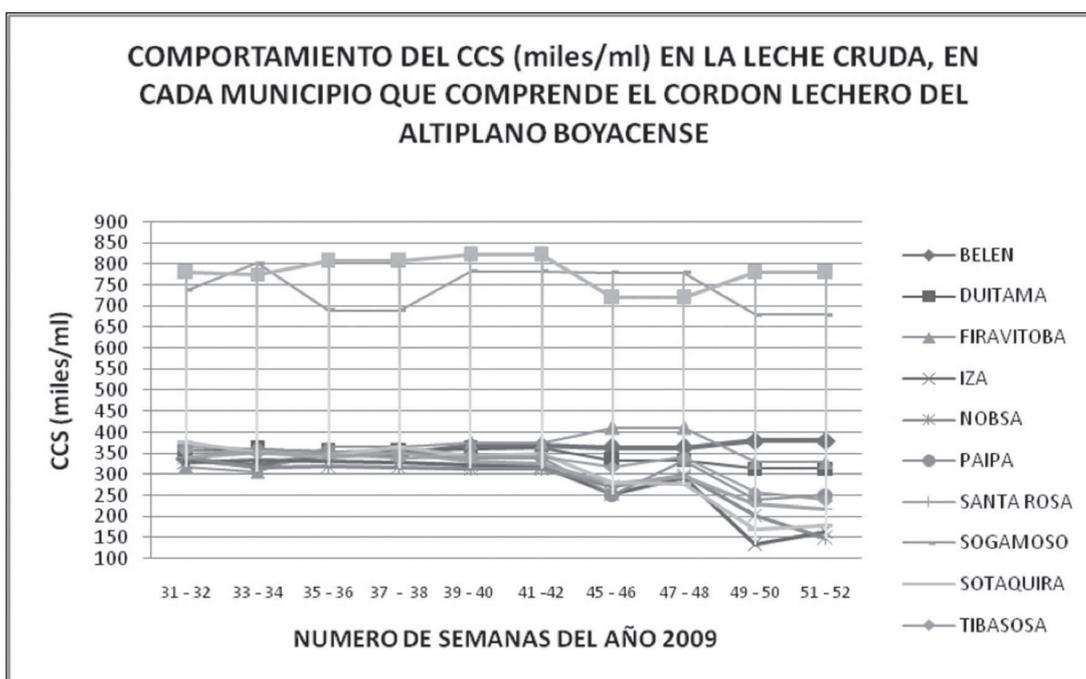


**Gráfica 5.** Comportamiento de UFC en fincas con ordeño manual y ordeño mecánico en el altiplano boyacense

**Análisis en el recuento de células somáticas en el altiplano boyacense.** Se obtuvo un mejoramiento de CCS en el altiplano boyacense, pasando de 414.000 CCS/mL a 325.000 CCS/mL, influenciado por el control de la mastitis (Bennett, 2000; Sanjuanelo, 2005), del inicio y final de la lactancia, del estrés de los animales, de los cambios en la higiene ambiental (Corbellini et al., 2005), del funcionamiento del sistema de ordeño y de los cambios en el clima (Piñeros et al., 2005); todo esto lleva a pensar que las prácticas de rutina de ordeño se realizan de manera adecuada y, por consiguiente, se reduce el número de microorganismos en la piel del pezón (Ruegg, 2003; Philpot y Nickerson, 1992), disminuyendo la presentación de mastitis y, por tanto, el conteo de células somáticas, factor que altera la calidad sanitaria de la leche.

El mejor comportamiento lo tuvo el municipio de Duitama, que inició con un promedio de 326.000 CCS/mL y, con el transcurso del proyecto, bajó a un promedio de 163.000 CCS/mL en el mes de diciembre, lo que se expresa en mejor

precio por litro y mayor calidad microbiológica, según la Resolución 00012 de 2007 del Ministerio de Protección Social (ver Gráfica 6). El comportamiento más alto en el conteo de células somáticas en el altiplano boyacense lo tiene el municipio de Tunja, como se observa en la Gráfica 6, con un promedio de 781.000 CCS/mL durante el transcurso del plan de mejoramiento; esto señala que las células somáticas aumentan por varias causas, entre ellas la mastitis (Bennett, 2000; Sanjuanelo, 2005), las infecciones con microorganismos causantes de la mastitis (Blowey y Edmondson, 1995), las lesiones de la ubre durante la fase de lactación (Carrión, 2001), la frecuencia de ordeño (Blowey y Edmondson, 1995), el estrés (Corbellini, 2004), la variación fisiológica, la cantidad de cuartos o vacas afectadas (Saran y Chaffer, 2000), los cambios en la higiene ambiental (Corbellini et al., 2005), el funcionamiento del sistema de ordeño y los cambios en el clima (Piñeros et al., 2005). Estas mismas condiciones fueron encontradas en el municipio de Sogamoso, que tuvo, en consecuencia, un comportamiento similar en CCS/ mL.



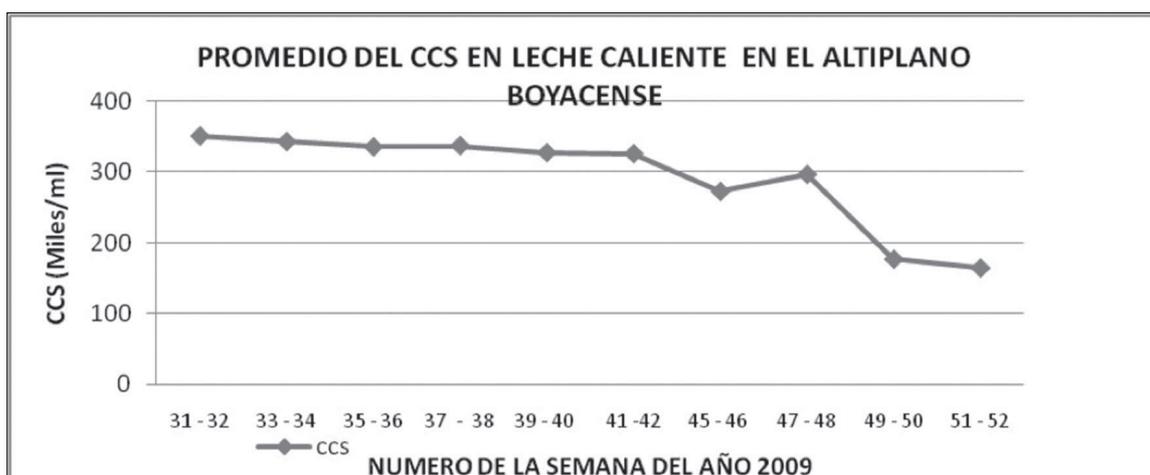
**Gráfica 6.** Comportamiento del CCS (miles/mL) en la leche cruda, en cada municipio del cordón lechero del altiplano boyacense

**Promedio de CCS en leche caliente vs leche fría del altiplano boyacense.** Los productores de leche caliente del altiplano boyacense obtuvieron un mejoramiento de células somáticas de 351.000 CCS/mL a 165.000 CCS/mL en promedio (ver Gráfica 7), determinado por el mejoramiento del control de mastitis subclínicas y clínicas, del manejo del inicio y el final de la lactancia, de la nutrición, del estrés de los animales, del tamaño del hato, de la condición corporal, de los factores nutricionales, de los cambios en la higiene ambiental, de las rutinas de ordeño, inspección y lavado del equipo, de los factores técnicos y de las variables fisiológicas; en fin de todos aquellos factores causantes de mastitis (Jaramillo, 2000).

El comportamiento de células somáticas en los puntos fríos obtuvo un mejoramiento de 345.000

CCS/mL a 328.400 CCS/mL, destacando que hay fincas con un promedio de células somáticas por debajo de 200.000 CCS/mL; esto señala que conteos por debajo de 400.000 CCS/mL son típicos de los hatos que tienen buenas prácticas de manejo, pero que no enfatizan en el control de la mastitis; los que tienen un programa de control efectivo de esta enfermedad registran en forma consistente un CCS por debajo de 100.000 CCS/mL (Wattiaux, 1999).

Si se toman en cuenta los datos dados por el M.V. Manuel Jaramillo en cuanto a las pérdidas de la producción a causa del conteo de células somáticas, se puede ver que con un conteo menor de 300.000 CCS/mL estamos perdiendo el 2.5% de la producción, y mayor a 300.000 CCS/mL perdemos de 2.5 a 7.5 % de la producción.

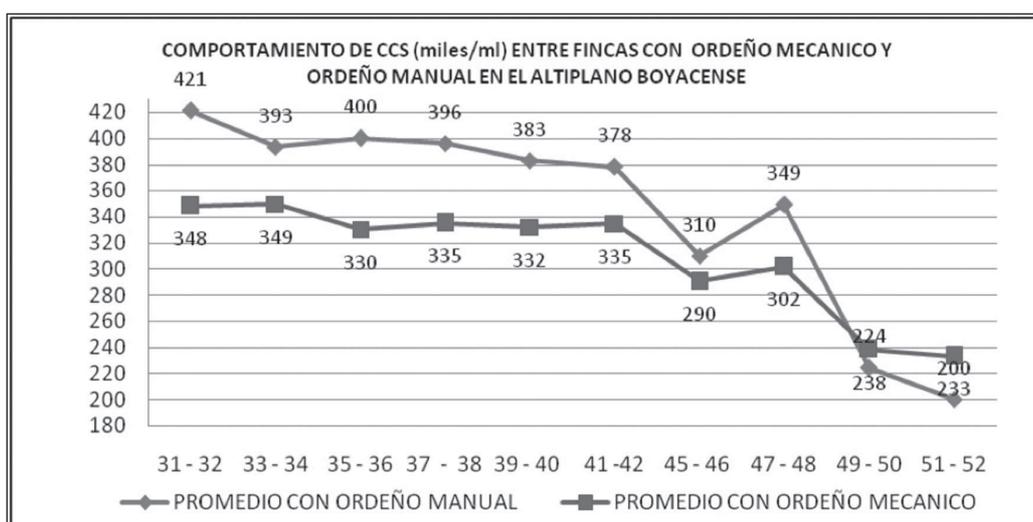


**Gráfica 7.** Promedio del CCS en leche caliente en el altiplano boyacense

**Comportamiento de CCS con respecto al tipo de ordeño en el altiplano boyacense.** En las fincas que tienen ordeño mecánico se pasó de un promedio inicial de 348.000 CCS/mL a 233.000 CCS/mL. En el ordeño manual se bajó de un promedio inicial de 421.000 CCS/mL a 200.000 CCS/mL (ver Gráfica 8); al realizar la comparación del comportamiento de CCS con el tipo de ordeño, ya sea mecánico o manual, se observa que éste tiene gran influencia en la disminución de CCS, siempre y cuando sea acoplado con buenas prácticas de

rutina de ordeño y lavado del equipo y utensilios, y con hábitos nutricionales que disminuyan el efecto de microorganismos que perjudican la glándula mamaria y aumentan la producción de CCS (Ruegg, 2000).

Estos resultados de mejoramiento tienen relación directa con la disminución de UFC en las mismas fincas, concordando con Manuel Jaramillo en su artículo "Células somáticas y calidad de la leche".

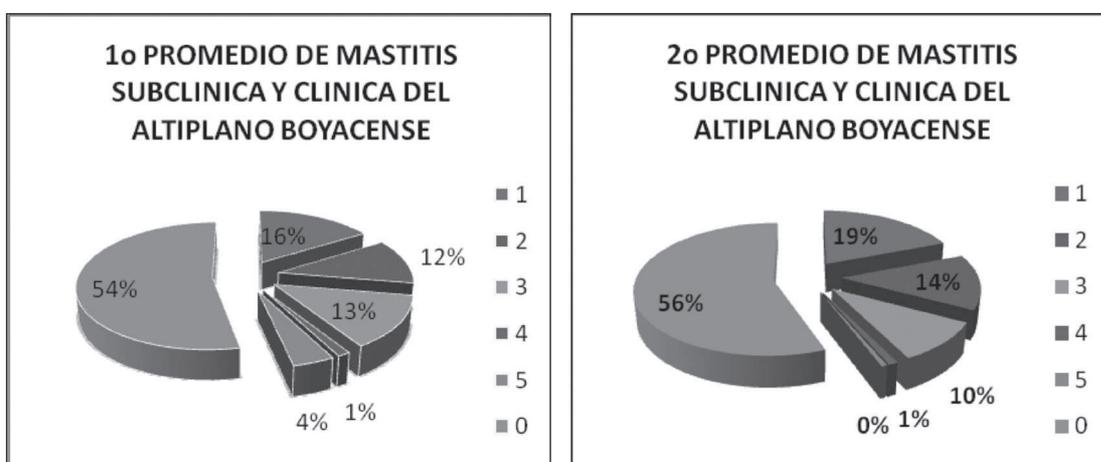


**Gráfica 8.** Comportamiento de CCS entre fincas con ordeño mecánico y ordeño manual en el altiplano boyacense

**Relación del CCS con respecto al CMT en el altiplano boyacense.** Se implementaron dos chequeos de mastitis en cada finca; al iniciar el plan de mejoramiento los resultados indicaban un 54% de hatos sanos en el altiplano boyacense, un 16% de grado 1, 12% de grado 2, 13% de grado 3, 1% de grado 4, y 4% de grado 5. El segundo chequeo mostró un mejoramiento en cuanto a hatos sanos, que alcanzaron el 56% del total; una disminución de los grados 3 y 5, y un aumento de los grados 1 y 2 (ver Gráfica 9).

Estos chequeos nos demuestran un alto porcentaje de mastitis grado 3, con un 13%, y un 1% de grado 4, al iniciar el plan de

mejoramiento; lo anterior indica un alto conteo de células somáticas en la mayoría de los hatos del altiplano boyacense a causa del deficiente control en el inicio y final de la lactancia, en el control y tratamiento de mastitis (Cottrino, 2001) y en el mantenimiento del equipo de ordeño, que predispone a subordeños y sobreordeños (Cabrera *et al.*, 2003), que llevan a altos conteos de células somáticas. El grado 5 implica pérdida del pezón, y demuestra ineficientes controles en los años anteriores con respecto a las prácticas en la rutina de ordeño, control y tratamiento de la mastitis, llegando hasta la pérdida del pezón y a una baja en la producción lechera (Serrano 2004, Cabrera 2006).



0 = pezón sano; 1 = grado 1; 2 = grado 2; 3 = grado 3 clínico; 4 = grado clínico crónico; 5 = pezón perdido

**Gráfica 9.** Promedio de mastitis subclínica y clínicas en el altiplano boyacense mediante la realización de dos chequeos de mastitis

En el segundo chequeo podemos observar que el porcentaje de pezones sanos asciende al 56%; que el grado 3 disminuye a un 10%, y el grado 4 permanece constante, con 1%, que es un grado de mastitis crónica, encontrado en la mayoría de las vacas viejas y con un historial de tratamientos durante varias épocas del año (Serrano, 2004; Cabrera, 2006); en las vacas con grado 3 se pudo disminuir la enfermedad al realizar el control y los tratamientos adecuados en los pezones afectados, factores que se ven reflejados en la disminución del conteo de células somáticas dado por el análisis de laboratorio durante el plan de mejoramiento.

La relación que existe entre el CCS dado por los

análisis y el resultado del CMT es directa en cuanto a la disminución de células somáticas durante el transcurso del proyecto y la disminución de los grados 3 subclínicos en el CMT, que nos indican un descenso en el recuento de células somáticas en leche, siendo el CMT el método de análisis de células somáticas en campo más barato y más eficaz en la zona, lo que nos permitió hacer recomendaciones adecuadas que se reflejaron en la disminución de células somáticas en leche.

### Conclusiones

Debido a la ausencia de un plan de mejoramiento de praderas, a las condiciones climáticas adversas y a una genética negativa a proteína, la calidad

fisicoquímica correspondiente a los niveles de proteína en leche del altiplano boyacense no mejoró hasta el parámetro mínimo de 3.0%, establecido en el Decreto 616 del Ministerio de la Protección Social de Colombia; sin embargo, se obtuvo un importante incremento, de 2,86% a 2,93%, atribuible a la disminución de volumen y de células somáticas. El comportamiento de la grasa se mantuvo en los rangos exigidos por la norma, y su mejoramiento no repercutió en beneficios significativos para los productores.

La calidad microbiológica de la leche cruda del altiplano boyacense obtuvo un mejoramiento de unidades formadoras de colonia mediante la implementación y perfeccionamiento de las rutinas de ordeño, lavado de equipos y utensilios, mantenimiento del equipo de ordeño, preenfriamiento, enfriamiento, almacenamiento y transporte, obteniendo así un producto con estándares de calidad internacional y logrando bonificar de 40 a 60 pesos por litro, según lo

establecido para Boyacá en la Resolución 0012 de 2007 sobre el recuento de mesófilos.

El mejoramiento en cuanto a células somáticas se logró con el control de mastitis subclínicas y clínicas, y del estrés de los animales; con el manejo del inicio y el final de la lactancia, y con cambios en la higiene ambiental, en la rutina de ordeño, en la inspección y rutina del lavado del equipo y utensilios, en el momento de ordeño y en factores técnicos.

### Agradecimientos

Los autores agradecen a la Cooperativa Agroganadera de Boyacá, por el apoyo de sus directivos, ganaderos y mayordomos, pertenecientes directa o indirectamente a la Cooperativa, que hizo posible la realización de este trabajo; a los docentes de la Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, en especial a su director, por el acompañamiento permanente y la disponibilidad para orientarnos en el desarrollo del trabajo.

### Literatura Citada

- Arango, D. (2001). "Proceso de aseguramiento de la calidad en los hatos". *Agricultura de las Américas*, 302, 13-18.
- Bennett, R.H.(2000). Incentivos para mejorar calidad de leche. Recuperado de: <http://www.cnr.berkeley.edu/ucce50/agro-laboral/7dairy/7leche05.htm>. [Consultado agosto, 2009].
- Blowey, R. y Edmondson, P. (1995). Control de la mastitis en granjas de vacuno de leche. Zaragoza: Acribia.
- Carrión, G. M. (2001). Principios básicos para el control de la mastitis y el mejoramiento de la calidad de la leche. Michoacán (México): Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional de Michoacán.
- Cabrera, E.(2006). Evaluación de la calidad higiénica, composicional y sanitaria de la leche cruda en Colombia conforme con el acuerdo de competitividad de la cadena láctea. Trabajo de grado, Universidad de La Salle, Bogotá, D.C.
- Cabrera, M.; Villa, J.; Murillo, G. y Suárez, L. (2003). Cómo obtener leche de buena calidad. Recuperado de: [http://www.agronet.gov.co/www/docs\\_agronet/2005113012633\\_C%20C3%2093MO\\_OBTENER\\_LECHE\\_DE\\_BUENA\\_CALIDAD.pdf](http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/2005113012633_C%20C3%2093MO_OBTENER_LECHE_DE_BUENA_CALIDAD.pdf). [Consultado, julio de 2009].
- Calderón, A.; García, F. y Martínez, G. (2006). "Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia". *Revista MVZ*, 11(1): 725-737. Universidad de Córdoba, Colombia.
- Castle, M. y Watkins, P. (1998). Producción lechera moderna. España: Acribia.
- Chandler, P. (1993). "Milk protein: a question of content or amount actually produced". *En FeedstuffsDec*, 11-12.
- Cotrino, V. (2001). "Rutina de ordeño". En: *Cómo producir leche de óptima calidad. Memorias-Curso. Consejo Nacional de Calidad de la Leche y Prevención de la Mastitis*. Sena. Asociación Nacional de Productores de Leche, Bogotá, D. C.
- Cotrino, V. (2003). Cómo se determina la calidad microbiológica de la leche cruda. Recuperado de: <http://www.lmvltda.com/index.php?section=19>[Consultado: marzo 2009].
- Corbellini, C.; Garbarino E.; Benzaquen M.; Serrano, P. y Musset, G. (2005). Impacto de la mastitis subclínica sobre la producción de quesos duros. Recuperado de: [www.Agro.uba.ar/catedra/plechera/corbellini.pdf](http://www.Agro.uba.ar/catedra/plechera/corbellini.pdf). Argentina.

- Depeters, E. y Cant, J. (1992). "Nutritional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk: a review". *Journal of Dairy Science*, 75(8): 2043-2070.
- Urech, E.; Puhan, Z. y Schällibaum, M.(1999). "Changes in milk protein fraction as affected by subclinical mastitis". *J Dairy Sci*, 82: 2402-2411.
- Gasque,R. (2002). Atlas de producción lechera, Vol. I. Universidad Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Recuperado de: <http://www.fmvz.unam.mx/bibliovir/BvS1Lb/BvS1Pdf/gasque/Atlaspro.pdf>[Consultado:junio 2009].
- González, H. (2005).Factores nutricionales que afectan la producción y composición de la leche.Recuperado de: <http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/Material%20II/A%20archivos%20internet/Factor/Factor.pdf>. [Consultado: septiembre 2009]. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Producción Animal.
- Holmann, F.; Rivas L.; Carulla, J.; Rivera, B.; Giraldo, L.; Guzmán, S.; Martínez, M.; Medina, A. y Farrow, A.(2006). Producción de leche y su relación con los mercados; caso colombiano. X Seminario de Pastos y Forrajes. Recuperado de:[http://www.avpa.ula.ve/congresos/seminario\\_pasto\\_X/Conferencias/A13-Federico%20Holmann.pdf](http://www.avpa.ula.ve/congresos/seminario_pasto_X/Conferencias/A13-Federico%20Holmann.pdf)
- Jaramillo, M.(2000). "Células somáticas y la calidad de la leche". *Revista Despetar Lechero*,17: 40-50.
- Molina, Lh.; Kramm, J.; Brito, C.; Carrillo, B.; Pinto, M. y Ferrando, A. (2006). "Protein composition of milk from Holstein – Friesian dairy cows and its relationship with the genetic variants A and B of b- casein and H- lactoglobulin (Part I)". *International Journal of Dairy Technology*, 59(3):183-187.
- Moreno, C.; Martínez, G.; Méndez, V.; Osuna, L. y Vargas, M., (2007). "Análisis microbiológico y su relación con la calidad higiénica y sanitaria de la leche producida en la región del Alto Chicamocha (departamento de Boyacá)". *Revista de Medicina Veterinaria*, 14:61-28.Universidad de La Salle, Bogotá.
- Philpot, W.N.; Nickerson, S.C. (1992).Mastitis: el contraataque. Una estrategia para combatir la mastitis. EUA: BabsonBros.
- Piñeros, G.; Téllez, I.; Cubillos, A. (2005). La calidad como factor de competitividad en la cadena láctea. Caso: Cuenca lechera del alto Chicamocha (Boyacá). Tesis. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Bogotá, D.C.
- Robert, L. (2007). Aspectos relacionados con la producción de quesos. Seminario Mejora de la eficiencia y de la competitividad de las pymes queseras argentinas. Recuperado de: <http://www.inti.gov.ar/lacteos/pdf/ROBERT/1.pdf> [Consultado: enero de 2010],
- Ruegg, P. (2000). Calidad sanitaria de la leche (Plan Nacional de Control y Erradicación de la Brucelosis y Tuberculosis Bovina). Recuperado de: [http://www.uwex.edu/milkquality/PDF/dry\\_cow\\_en\\_espagnol.pdf](http://www.uwex.edu/milkquality/PDF/dry_cow_en_espagnol.pdf). [Consultado:julio de 2009].
- Ruegg, P. (2003). El papel de la higiene en el ordeño eficiente. Recuperado de: [http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/Material%20II/A%20archivos%20internet/Sanidad/du\\_406.es.pdf](http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/Material%20II/A%20archivos%20internet/Sanidad/du_406.es.pdf) [Consultado: julio de 2009].
- Sanjuanelo, J. (2005). Determinación de la calidad composicional e higiénico-sanitaria de la leche producida en algunos hatos de la región del alto Chicamocha (departamento de Boyacá). Tesis. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, D.C.
- Saran, A. y Chaffer, M. (2000). Mastitis y calidad de leche. Argentina: Intermédica.
- Serrano, G.(2004). Sistema de precios, calidad y funcionamiento de los mercados lácteos en Colombia. Recuperado de: [http://www.agrocadenas.gov.co/eventos/ponencias/Presentación\\_CNL.pps](http://www.agrocadenas.gov.co/eventos/ponencias/Presentación_CNL.pps)[Consultado: agosto de 2009].
- Sutton, J. (1989). "Altering milk composition by feeding". *J. Dairy Sci*, 75(10): 2801-2814.
- Wattiaux, M.A. (1999). Mastitis: prevención y detección. Recuperado de: [http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/babkoc/24\\_s.pdf](http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/babkoc/24_s.pdf), [Consultado: julio de 2009].
- Wattiaux, M. (2005).Procedimiento de ordeño. Recuperado de: [babcock.cals.wisc.edu/downloads/de/25.es.pdf](http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de/25.es.pdf) [Consultado: enero de 2009].Instituto Babcock para la Investigación y el Desarrollo Internacional de la Industria Lechera, Universidad de Wisconsin-Madison.

Fecha de Recepción: 23 de enero de 2011

Fecha de Aceptación: 19 de agosto de 2012