



SECCIÓN ARTÍCULOS ORIGINALES  
Año 10 Vol. 1 N° 12 - 2010 (Pags. 89 - 101)

## DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD COMPOSICIONAL Y DE RESIDUOS ANTIBIÓTICOS BETALACTÁMICOS EN LECHE CRUDA EXPENDIDA EN EL SECTOR URBANO DEL MUNICIPIO DE IPIALES

Jairo Chamorro Hernández,<sup>1</sup> Eduardo Javier López Benavides,<sup>2</sup> Juan Manuel Astaiza Martínez,<sup>3</sup>  
Carmenza Janneth Benavides Melo,<sup>4</sup> Arsenio Hidalgo<sup>5</sup>

Fecha de recepción: Junio 28 - 10

Fecha de aceptación: Octubre 22 - 10

### RESUMEN

El estudio se realizó con el fin de determinar la calidad composicional e higiénica de la leche cruda que consumen los habitantes de la zona urbana del municipio de Ipiales. Se determinó el porcentaje de muestras que no cumplen con las características óptimas para su comercialización y el porcentaje de muestras positivas a residuos de antibióticos betalactámicos. En la zona urbana del municipio de Ipiales, existen 180 expendedores ambulantes reportados, de leche cruda, Para calcular el tamaño de la muestra se aplicó la fórmula estadística de Blaha, con un nivel de confianza del 95%, con un error máximo admitido del 10% lo cual dio un total de 96 muestras, las cuales se procesaron en el laboratorio de análisis lácteo de la empresa Alquería de la ciudad de Ipiales. Los resultados que se obtuvieron en este estudio determinaron que ninguna de las muestras tomadas a los diferentes expendedores, cumplen totalmente con los requisitos en calidad composicional (decreto 616 de 2006 del Ministerio de la protección Social) e higiénica (decreto 2838 del 2006 sobre las características óptimas de la leche cruda) necesarios para asegurar un consumo inocuo de este producto. Para la presencia de antibióticos betalactámicos con SNAP test, el 5,2% de las muestras resultaron positivas y el 94,8% fueron negativas. La adición de neutralizantes en este estudio fue del 0%. En cuanto a la detección de adulterantes se encontró un 2% que corresponde a la adición de harinas.

**Palabras clave:** Leche cruda; antibióticos betalactámicos; calidad composicional

- 
1. Médico Veterinario. Universidad de Nariño. Hospital Veterinario Ipiales. e-mail: jairch2h@yahoo.es
  2. Médico Veterinario. Universidad de Nariño. Clínica Medican Ipiales. e-mail: elveterio@yahoo.com
  3. Magister en Farmacología. Profesor asistente tiempo completo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Universidad de Nariño. e-mail: astaizajm@gmail.com
  4. Especialista en medicina interna de pequeños animales. Profesora auxiliar tiempo completo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Universidad de Nariño. e-mail: benavidesmelo@gmail.com
  5. Magister en Estadística. Profesor asociado tiempo completo. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. e-mail: arsenio.hidalgo@gmail.com

## ABSTRACT

The study was conducted to determine the compositional and hygienic quality of raw milk consumed by inhabitants of the urban area in the town of Ipiales. The percentage of samples that do not meet the optimal characteristics for marketing and the percentage of positive samples for beta-lactam antibiotic residues were determined. There are 180 reported raw milk sellers in the urban area of the municipality of Ipiales. To calculate the size of the sample the statistical formula Blaha was applied with a 95% of reliability and a maximum error of 10%. 96 not homogenized samples of raw milk, sold in the area were collected and later processed in the milk laboratory of "Alqueria" in Ipiales. The results obtained in this study determined that none of the samples of raw collected from different vendors complies with all quality (decree 616 of 2006 from the Ministry of Social protection) and hygienic requirements (decree 2838, 2006 concerned with the best characteristics of raw milk) necessary to ensure that the human consumption of this product is harmless. 5, 2% of the samples were positive for the presence of beta-lactam antibiotics with Snap test, while 94, 8% tested negative. The addition of neutralizers in this study was 0%. Additionally, it was found that regarding the detection of adulterants 2% corresponded to the addition of flour.

**Key words:** Raw milk; beta-lactam antibiotics; compositional quality

## INTRODUCCIÓN

La leche y sus derivados lácteos son alimentos de gran importancia en salud pública que deben cumplir con requisitos establecidos para garantizar la protección de la salud de los consumidores.

Es así como se hace necesario verificar la calidad fisicoquímica de la leche, ya que este producto puede contener sustancias extrañas, ajenas a su naturaleza como: conservantes (formaldehído, peróxido de hidrógeno, hipocloritos, cloraminas, dicromato de potasio, lacto-peroxidasa adicionada); adulterantes (harinas, almidones, sacarosa, cloruros, suero de leche, grasa vegetal, leche en polvo); neutralizantes, colorantes y antibióticos, en cantidades que superen los límites máximos permitidos, estos serán los que determine el Codex Alimentario 2004.

Los antibióticos betalactámicos están ampliamente difundidos en nuestra región para su uso en la ganadería lechera, constituyéndose en uno de los principales contaminantes de la

leche, a la vez que la hace inapta para el consumo humano por contravenir el Reglamento Sanitario de Alimentos. El uso indiscriminado de estos fármacos, especialmente cuando no es aplicado por el profesional Médico Veterinario, determina su presencia en la leche, con consecuencias graves en la salud del consumidor, tales como, la sensibilidad, la resistencia, alergias y los cambios en la flora intestinal

La leche es una fuente de alimento de aceptación universal, por su aporte nutricional, no superada por ningún otro alimento conocido por el ser humano.<sup>1</sup> Debido a esto la importancia de asegurar una leche de óptima calidad, adecuada para el consumo de una población.

Son muchos los cambios que ocurren en la leche, entre los que se tiene la contaminación, la alteración físico-química o adulteración de sus componentes. Todos estos factores, ya sea en forma aislada o en conjunto, intervienen de forma negativa sobre la calidad higiénica y composicional del producto afectando la salud pública y la economía de cualquier país.

De acuerdo con el artículo 616 del 2006, la leche es el producto de la secreción mamaria normal de animales bovinos, bufalinos y caprinos lecheros sanos, obtenida mediante uno o más ordeños completos, sin ningún tipo de adición, destinada al consumo en forma de leche líquida o a elaboración posterior.<sup>2</sup>

El término salud incluye los riesgos tanto para el hombre como para los animales expuestos al consumo de leche o derivados con presencia de residuos de antibióticos en concentraciones superiores a las autorizadas o sugeridas por organismos competentes. La alergia, como término genérico para englobar reacciones inmunológicas ligadas a hipersensibilidad individual, la toxicidad directa y la resistencia bacteriana constituyen la trilogía de reacciones adversas de mayor preocupación actual.<sup>3</sup> Este es un problema que puede estar sub-diagnosticado en nuestra región ya que no se han hecho estudios al respecto.

De acuerdo a la normatividad vigente, la leche de alta calidad debe poseer como características: estar libre de todo organismo patógeno, estar libre de sedimentos y materias totales y tener un ligero sabor dulce, un gusto y aroma suave además de estar libre de olores extraños.<sup>4</sup>

Según el artículo 14 del decreto 616 del 2006 y teniendo en cuenta que la leche es considerada alimento de mayor riesgo en salud pública, queda prohibido, la adición de lacto-sueros a la leche en todas las etapas de la cadena productiva, la comercialización de leche cruda o leche cruda enfriada para consumo humano directo, la re-higienización de la leche para consumo humano directo y la comercialización en el territorio nacional de productos destinados al consumo humano con la denominación "leche", cuando presenten modificaciones en su composición natural, tales como: ingredientes, aditivos o cualquier otra sustancia no autorizada por la normatividad colombiana vigente para leches y sus tipos.

Mientras que el Decreto 2838 de 2006, impide la comercialización de leche cruda en el país, aunque los plazos se han extendido, es muy polémica la decisión tanto por la repercusión que tiene hacia los expendedores de leche cruda como también por las consecuencias para la salud pública de los habitantes de la ciudad de Ipiales; en donde por tradición el comercio de leche cruda es importante.

En Colombia no se cuenta con legislación nacional sobre criterios y límites máximos de residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos. Actualmente se consideran oficiales los límites máximos de residuos establecidos por el Codex Alimentario de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO y de la Organización Mundial de la Salud, OMS.

En la ciudad de Ipiales, se expende leche cruda con vigilancia de la alcaldía municipal, mediante la evaluación al azar de algunas propiedades de esta leche; luego de lo cual, si resultan positivas estas pruebas, se procede a descartar la leche o en otros casos a imponer multas. Pero no se han hecho estudios correspondientes a evaluar la calidad composicional e higiénica, ni tampoco de residuos antibióticos de la leche que se expende en esta ciudad.

### **Composición química y propiedades de la leche**

La leche es un líquido blanco, opaco, de sabor ligeramente dulce. Su densidad, o peso específico, tienen un valor promedio casi constante. Desde el punto de vista químico la composición de la leche es compleja y posee las siguientes características:

- Contiene alrededor de 87% de agua.
- Un 3,5% de grasas finamente subdivididas gotitas de 1 a 10 micrones de diámetro confiere opacidad. Cuando la leche queda en reposo por

largo tiempo, parte de la grasa se acumula en la superficie constituyendo la nata.

- Casi el 4% corresponde a los próticos (sustancias orgánicas nitrogenadas) entre los que predomina la caseína. Menos importantes son la lacto albúmina (albúmina de la leche) y la lacto globulina. Cuando la leche se acidifica, se “corta”: los próticos coagulan dando grumos semisólidos.
- Un 4,5% de lactosa (azúcar de leche), disuelta en agua, comunica el sabor dulce.
- Son escasas las sales Inorgánicas: 0,5%,
- Finalmente, en baja proporción pero cumpliendo funciones biológicas, se encuentran las vitaminas A y D, esta última decisiva para la fijación del fosfato de calcio en dientes y huesos.

Una composición tan diversificada, con grasas, próticos y glúcidos, determina que la leche sea un alimento muy completo. Un niño debería beber, mínimo, medio litro diario.

La composición química depende de factores múltiples tales como.

- La raza de los vacunos.
- La época del año: la leche de otoño invierno, cuando los animales ingieren forrajes secos, es más rica en grasas.
- Y también la hora del ordeño, así como el intervalo entre dos ordeños sucesivos.<sup>5</sup>

#### Composición de la leche y valor nutritivo.

La leche es un producto nutritivo complejo que posee más de 100 sustancias que se encuentran ya sea en solución, suspensión o emulsión en agua (Tabla 1).

La composición de la leche varía considerablemente con la raza de la vaca, el estado de lactancia, el alimento, época del año y muchos otros factores. Aun así, algunas de las relaciones entre los componentes son muy estables y pueden ser utilizadas para indicar si ha

ocurrido alguna adulteración en la composición de la leche.

**Tabla 1. Composición de la leche de diferentes especies (por cada 100 gramos)**

Nutriente	Vaca	Búfalo	Humano
Agua, g	88,0	84,0	87,5
Energía, Kcal	61,0	97,0	70,0
Proteína, gr.	3,2	3,7	1,0
Grasa, gr.	3,4	6,9	4,4
Lactosa, gr.	4,7	5,2	6,9
Minerales, gr.	0,72	0,79	0,20

Fuente: Composición de la leche y Valor Nutritivo Disponible en internet: [http://www.agrobit.com/Info\\_tecnica/Ganaderia/prod\\_lechera/GA000002pr.htm](http://www.agrobit.com/Info_tecnica/Ganaderia/prod_lechera/GA000002pr.htm).

La leche es un producto altamente perecedero que debe ser enfriado a 4°C lo más rápidamente posible luego de su colección. Las temperaturas extremas, la acidez (pH) o la contaminación por microorganismos pueden deteriorar su calidad rápidamente.

#### Componentes que influyen la calidad de la leche

- **Células en la leche.** Las células somáticas en la leche no afectan la calidad nutricional en sí. Ellas son solamente importantes como indicadores de otros procesos que pueden estar sucediendo en el tejido mamario, incluyendo inflamación. Cuando las células se encuentran presentes en cantidades mayores de medio millón por mililitro, existe una razón para sospechar de mastitis

**Componentes indeseables en la leche.** La leche y sus subproductos son alimentos perecederos. Altos estándares de calidad a lo largo de todo el proceso de la leche son necesarios para alcanzar o mantener la confianza del consumidor, y para hacer que ellos decidan comprar productos lácteos.

La vigilancia de los productores en seguir las instrucciones en el uso de productos químicos, como también un buen ordeño, limpieza y almacenamiento de los productos son esenciales para su éxito propio pero también para el éxito de la industria lechera en general.<sup>6</sup>

### Antibióticos betalactámicos

Son el grupo de antibióticos más amplio, importante y más usado. Fueron los primeros en descubrirse (penicilina). Su estructura es el anillo betalactámico. Existen dos grandes grupos que se diferencian químicamente como son las penicilinas y cefalosporinas.

**Tabla 2. Medicamentos aprobados para uso intramamario de ganado en producción**

Medicamento	Type*	Withdrawal (hr) (retiro)	Tolerancia (milk ppm)*^
Amoxicillin trihydrate	Rx	60	0.01
Cephapirin (sodium)	OTC	96	0.02
Cloxacillin (sodium)	Rx	48	0.01
Erythromycin	OTC	36	0
Hetacillin (potassium)	Rx	72	0.01
Novobiocin	OTC	72	0.1
Penicillin G (procaine)	OTC	60-84	0
Pirlimycin	Rx	36	0.4
Salicylicacid"	OTC	48	0

Fuente: JENSEN Robert. (1995). Handbook and milk Composition. Connecticut- USA. Academic press p. 892

**Tabla 3. Medicamentos aprobados para la administración por inyección para ganado en producción**

Medicamento	Type*	Withdrawal (hr) (retiro)	Tolerancia (milk ppm)*^
Amoxicillin trihydrate (antibiótico)	Rx	96	0.01
Ampicilina (antibiótico)	Rx	48	0.01
Chlorsulon, ivermectina	OTC	—	1.0
	Rx	48	0.025
Furosemide diethanolamine (diuretic)	Rx	48	Ninguna
Penicillin G (procaine) (antibiotic)	OTC	60	0
Sulfadimethozine (antimicrobial)	Rx	24	0.01
TripelennamineHCl (antihistamine)			Ninguna

Fuente: JENSEN Robert, (1995). Handbook and milk Composition. Connecticut- USA. Academic press p. 893

### Calidad de leche cruda

En el sentido más amplio de este concepto, se entiende por calidad de la leche cruda el conjunto de características que determinan su grado de idoneidad para los fines previstos de tratamiento y empleo. En general, podríamos decir que la leche es de calidad cuando reúne los siguientes requisitos como son:

- Ausencia absoluta de sustancias perjudiciales para la salud del consumidor, tales como sustancias extrañas y residuos de productos nocivos (pesticidas, medicamentos, toxinas microbianas, etc.). Capacidad de acidificación normal, es decir, ausencia de sustancias

capaces de inhibir la flora acidoláctica. Baja carga microbiana, como requisito previo para obtener productos con capacidad de conservación prolongada.

- Caracteres organolépticos (sensoriales) normales. Escaso contenido celular, indicativo de una leche normal producida por una glándula mamaria sin infecciones ni trastornos secretorios. Escaso o nulo número de gérmenes tecnológicamente indeseables, especialmente coliformes y esporulados butíricos. Composición química normal, indicativa de una buena aptitud para la transformación. En general, la calidad de la leche es la suma de dos calidades, la calidad química y la calidad microbiológica.,

Según lo establecido en las normas sanitarias de alimentos en especial, el Decreto 3075 de 1997, dentro de los alimentos considerados de mayor riesgo en salud pública, se encuentran la leche y sus derivados lácteos y por lo tanto, éstos deben cumplir con los requisitos que se establezcan para garantizar la protección de la salud de los consumidores. Y se definen de la siguiente manera.

- **Leche:** Es el producto de la secreción mamaria normal de animales bovinos, bufalinos y caprinos lecheros sanos, obtenida mediante uno o más ordeños completos, sin ningún tipo de adición, destinada al consumo en forma de leche líquida o a elaboración posterior.
- **Leche adulterada:** la leche adulterada es aquella a la que se le han sustraído parte de los elementos constituyentes, reemplazándolos o no por otras sustancias. Que haya sido adicionada con sustancias no autorizadas y, que por deficiencias en su inocuidad y calidad normal hayan sido disimuladas u ocultadas en forma fraudulenta, sus condiciones originales.

- **Leche alterada:** Es aquella que ha sufrido deterioro en sus características microbiológicas, físico - químicas y organolépticas, o en su valor nutritivo, por causa de agentes físico-químicos o biológicos, naturales o artificiales.
- **Leche contaminada:** Es aquella que contiene agentes o sustancias extrañas de cualquier naturaleza en cantidades superiores a las permitidas en las normas nacionales o en su defecto en normas reconocidas internacionalmente.
- **Leche cruda:** Leche que no ha sido sometida a ningún tipo de termización ni higienización.
- **Leche esterilizada:** Es el producto obtenido al someter la leche cruda o termizada, envasada herméticamente a una adecuada relación de temperatura y tiempo 115°C al 125°C por 20 a 30 minutos, enfriada inmediatamente a temperatura ambiente. El envase debe ser un recipiente con barreras a la luz, al oxígeno y la humedad, de tal forma que garantice la esterilidad comercial sin alterar de ninguna manera ni su valor nutritivo ni sus características fisicoquímicas y organolépticas. Se puede comercializar a temperatura ambiente.
- **Leche falsificada:** Es aquella que:
  - a. Se designe o expendan con nombre o calificativo distinto al que le corresponde
  - b. Su envase, rótulo o etiqueta contenga diseño o declaración ambigua, falsa o que pueda inducir o producir engaño o confusión respecto de su composición intrínseca y uso.
  - c. No proceda de los verdaderos fabricantes declarados en el rotulado del empaque.
  - d. Que tenga la apariencia y caracteres generales de un producto legítimo protegido o no por marca registrada y que se denomine como este sin serlo.

Al no existir estudios en cuanto a la calidad higiénica, composicional y de residuos antibióticos en leche cruda, y debido a los riesgos en la salud pública de la población de Ipiales, se plantea como objetivo, determinar la calidad composicional y de residuos antibióticos de la leche cruda que consumen los habitantes de la zona urbana del municipio de Ipiales en el periodo comprendido entre el 10 de noviembre y el 15 de Diciembre del 2009.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en el municipio de Ipiales, localizado en el departamento de Nariño.

Existen 180 expendedores ambulantes reportados de leche cruda dentro de la zona urbana, dentro de los cuales se reportan transportadores de leche, proveedores de leche de queseras, intermediarios, expendedores de leche cruda de tiendas y expendedores en vehículos como tal.<sup>8</sup>

#### Diseño de muestreo

Para calcular el tamaño de la muestra se aplicó la siguiente fórmula:

$$= \frac{z^2 \cdot p \cdot q}{e^2}$$

Donde:

$Z_{\frac{\alpha}{2}}$  = valor asociado al valor de confianza

establecida. ( $\alpha = 0.05$ )

= prevalencia estimada de 0.5.

= 1- = error máximo admitido para estimar la tasa de prevalencia = 10%.

Teniendo en cuenta lo anterior y con un nivel de confianza del 95% el tamaño de muestra de la investigación se calculó en 96.

La muestra se seleccionó aleatoriamente utilizando el método de coordinado negativo según lo recomendado por Bautista.

#### Técnicas para la recolección y análisis de la información

Con la colaboración de los expendedores de leche cruda se recolectó las muestras en frascos de vidrio estériles de 500ml y se rotularon; luego de lo cual fueron transportados en una cava, refrigerados hasta el laboratorio de la planta de ALQUERIA en la ciudad de Ipiales, allí se procedió a hacer los análisis de las muestras recolectadas.

Primero se realizó la prueba de reductasa en donde se mezcló 10 ml de leche y 1 ml de azul de metileno, se rotularon los tubos de ensayo y se llevaron a baño maría a 36 °C para luego registrar los resultados.

Después se procedió a hacer el análisis con el Ekomilk. Previamente se realizó la limpieza del equipo con agua destilada, llenando el recipiente plástico especial para el Ekomilk, en la cantidad indicada por el fabricante (20 ml), realizando el ciclo automático de lavado del equipo. Terminado el mismo se procedió a elevar la temperatura de las muestras a 20° C mediante baño María, valiéndose de un termómetro. Posterior al calentamiento de la muestra se llevó a cabo la homogeneización de la leche, en este punto las muestras se colocaron en el Ekomilk, y se consignaron los resultados obtenidos, obteniéndose los valores de densidad, grasa, sólidos no grasos, agua, índice crioscópico y proteínas.

Finalizado el proceso con el Ekomilk se continuó con la prueba de acidez que se realizó por medio de la dilución de hidróxido de sodio NaOH con 9 ml de leche y 5 gotas de fenoptaleina para determinar acidez cuantitativa.

Para adulterantes (alcalinizantes) se hizo la prueba de alizarina con 3 ml del reactivo y 2 ml de leche en un tubo de ensayo.

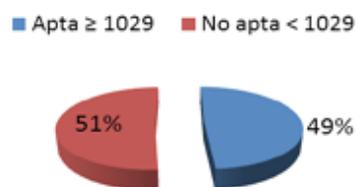
En otra prueba se hirvieron 10 ml de leche los cuales posteriormente se enfriaron; se adicionaron 5 ml en un tubo de ensayo, junto con 5 gotas de lugol para determinar la presencia de harinas. Y en otro tubo de ensayo se adicionaron 5ml de leche, 10 gotas de oxalato de potasio y 5 gotas de fenoptaleina para analizar la presencia de neutralizantes.

Como última prueba, se hizo el test de SNAP para detección de antibióticos betalactámicos, para lo cual se homogenizó la leche y se tomó la cantidad indicada por el fabricante con el gotero graduado del kit, y se puso en la incubadora por 5 min, tras lo cual se vertió el contenido del recipiente en el dispositivo Snap, se leyeron los resultados luego de 5 minutos desde este procedimiento y se obtuvo una diferencia significativa del color del indicador en las muestras positivas a antibióticos betalactámicos.

Finalizado el proceso de análisis, se realizó el procedimiento con otra muestra.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Gráfico 1. Porcentaje de densidad de las muestras**



Del 100% de los expendedores de leche cruda del municipio de Ipiales el 51 % transporta leche con una densidad óptima para su consumo. Mientras el 49 % no; por lo que es posible que

estas muestras presenten fraude por aguado. Los resultados difieren a los obtenidos por Calderón, Rodríguez y Vélez, en Montería en el año 2007, donde el 77,9% de las muestras estaban en el rango de inocuidad.

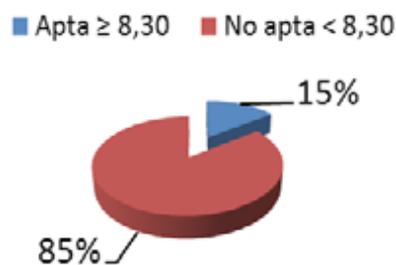
**Gráfico 2. Porcentaje de grasa de las muestras**



De las 96 muestras del estudio solo el 48% presentan un nivel aceptable de contenido de grasa mientras el 52 % están por debajo del límite mínimo.

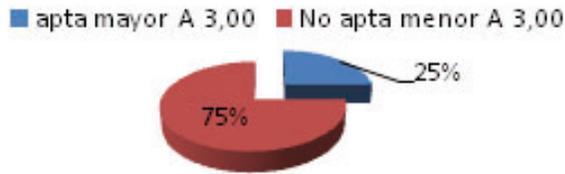
El porcentaje bajo de grasa sugiere una pobre nutrición de los animales en producción, o también que hay una diferencia entre las razas de estos animales.

**Gráfico 3. Porcentaje de sólidos no grasos de las muestras**



El 15% de las muestras tienen valores de sólidos no grasos permitidos por la ley, mientras que el 85% están por debajo del rango. El porcentaje bajo de sólidos no grasos nos puede indicar una pobre nutrición de los animales en producción, o variaciones en la alimentación de estos animales.

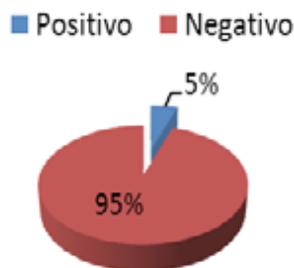
**Gráfico 4. Porcentaje de proteína de las muestras**



En el estudio el 25% de las muestras resultó poseer un nivel de proteínas adecuado según las normas de calidad establecidas, mientras el 75% está por debajo de los valores permitidos.

El porcentaje bajo de proteína sugiere que hay una inadecuada suplementación alimenticia en los animales en producción láctea de esta región.

**Gráfico 5. Porcentaje de muestras positivas de antibióticos betalactámicos**



El 5% de las muestras resultó positivo a la presencia de residuos antibióticos betalactámicos de acuerdo a la prueba de SNAP Test; mientras el 95% presentó reacción negativa a esta prueba, lo cual difiere del valor encontrado por Benavides e Insuasty 2009 en Pasto, quienes encontraron que el 29% de las muestras procesadas en el estudio eran positivas a betalactámicos.<sup>10</sup>

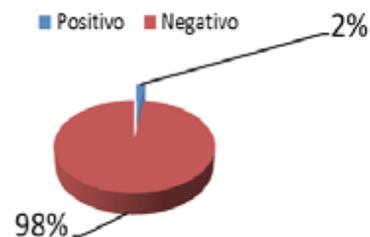
Este valor inferior encontrado para el municipio de Ipiales sugiere que puede haber un mejor

manejo en el tiempo de retiro de los antibióticos; aunque lo ideal es llegar a un valor del 0% para disminuir los riesgos en la salud humana.

En estudios realizados por Mattar Salim et al<sup>11</sup> en Montería se evidenció la presencia del 22% de muestras positivas a antibióticos detectados mediante el método de inhibición de crecimiento bacteriano.

Cabe destacar que en los últimos dos años han crecido los controles y la preocupación de las entidades de salud, hacia los residuos antibióticos, indicando que se ha avanzado en la vigilancia y en gran medida en la concientización de los ganaderos con respecto a este fenómeno.

**Gráfico 6. Porcentaje de harinas presentes en las muestras**

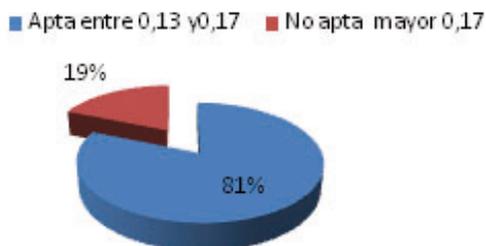


El 2% de las muestras resultó positivo a la adición de harinas, mientras el 98% de las muestras no presentó reacción la prueba de lugol. Hay un bajo porcentaje de expendedores que falsifica la leche con adición de harinas, para aumentar su densidad, y ocultar fraudes como el aguado de leche.

Ninguna de las muestras presentó reacción a la presencia de neutralizantes, de acuerdo a las pruebas con alizarina y oxalato de potasio. Con lo cual descartamos la alteración de la leche con neutralizantes alcalinos como formaldehído, peróxido de hidrógeno, hipocloritos, cloraminas, dicromato de potasio, o lacto-peroxidasa adicionada.

Comparado con estudios realizados en Boyacá, donde se presentaron 2 muestras positivas correspondiendo al 1,4% representadas por la adición de formol. Mientras en la ciudad de Ipiales se encuentra un porcentaje óptimo de 0%.

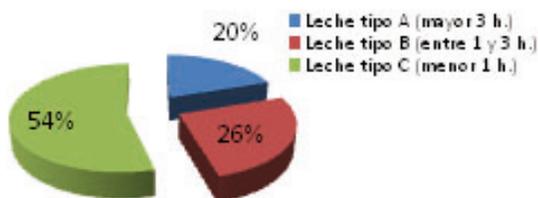
**Gráfico 7. Porcentaje de acidez de muestras**



En el estudio el 81% de las muestras resultó poseer un nivel de acidez adecuado según las normas de calidad establecidas, mientras el 19% está por fuera de los valores adecuados.

Se llega a la conclusión de que hay una alta acidificación de la leche, de acuerdo a lo observado en el trabajo de recolección, se sospecha de el inadecuado transporte de este alimento, el cual no cuenta con ningún tipo de refrigeración, y su manipulación se hace de forma tradicional; aunque puede haber otros factores que influencien estos valores tales como contaminación con microorganismos en cualquier paso de la cadena de recolección, la alimentación por fenómenos de acidosis ruminal (dieta a base de maíz), o acidosis metabólica (por subalimentación energética).

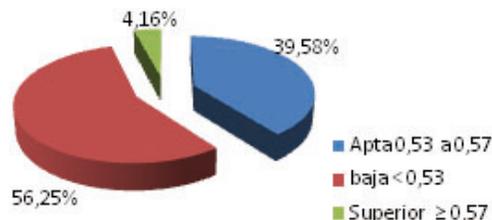
**Gráfico 8. Porcentaje del tipo de leche de acuerdo a la reductasa**



En el estudio el 20% de las muestras resultó poseer un nivel de reductasa correspondiente a un grado A el cual es muy adecuado en cuanto a calidad; mientras el 26% correspondiente a un grado B que es bueno en cuanto a la calidad; y por ultimo está el 54% de las muestras, que presentó valores correspondientes a un grado C, que es de baja calidad.

Se puede observar un tiempo de reducción del azul de metileno muy corto, que sugiere que se está haciendo una mala manipulación y/o transporte de la leche; se observó que los expendedores no tienen en cuenta las normas de higiene, ni tampoco la vestimenta o materiales adecuados para su distribución.

**Gráfico 9. Porcentaje de índice crioscópico de las muestras**



De acuerdo a la Universidad de Zulia en su documento Determinación de Adulteración de la Leche. 2002. El método crioscópico es el método más rápido y exacto que se conoce para la detección de agua adicionada en la leche.

Por lo tanto se consideran aguadas 52 muestras, como aparece en el gráfico anterior del porcentaje de índice crioscópico.<sup>12</sup>

Comparado con el estudio realizado en Huila por Suárez Consuelo,<sup>13</sup> en la región de Úmbita Boyacá; en Ipiales se presentaron más casos de alteración del índice crioscópico con un 19%, mientras en Boyacá se presentaron solo 8,91%.

### **Análisis de correlación entre índice crioscópico como variable dependiente versus proteína, grasa y sólidos no grasos.**

El porcentaje de correlación que se presenta entre densidad e índice crioscópico es del 71,87%.

La variable que tiene mayor significancia al relacionarla con índice crioscópico es la densidad. Con un OR de  $1 / 0,139 = 7,1942$ , lo cual significa que hay una probabilidad de relación de 7:1 a que los valores de índice crioscópico y densidad sean los dos adecuados o inadecuados con respecto a que los dos difieran, y con un nivel de significancia de 3,47.

Entre proteína, grasa y sólidos no grasos la significancia es muy baja como para determinar que exista una relación entre estos y el índice crioscópico.

### **Análisis de correspondencia multivariante entre todos los factores del estudio.**

(Se descartaron neutralizantes en este análisis ya que las muestras aptas corresponden al 100%)

**Análisis de correlación multivariante con variables independientes.** En la correlación multivariante de los valores de acidez, harinas, antibióticos, densidad, grasas, sólidos no grasos, índice crioscópico y proteína entre sí; se observan los valores más significantes dentro de las 8 dimensiones que corresponden a las variables que están más relacionadas. De entre los cuales se observa una única relación significativa entre densidad e índice crioscópico, y otras relaciones poco significantes entre acidez y grasa; harinas y densidad; antibióticos y grasa; grasa y sólidos no grasos, proteína e índice crioscópico.<sup>14</sup>

### **Total de muestras aptas para consumo humano de acuerdo a la calidad higiénica.**

De las 96 muestras recolectadas, 42 muestras si cumplen con los requisitos para calidad

higiénica. Mientras las 54 restantes muestran una falencia en alguno de los valores requeridos.

### **Total muestras aptas para consumo humano de acuerdo a la calidad composicional.**

De las 96 muestras evaluadas para determinar calidad composicional ninguna cumple a cabalidad con todos los requerimientos de acuerdo a lo establecido por la ley colombiana.

### **Resultados totales, de las muestras inocuas para consumo humano en los expendios.**

El 100% de las muestras de leche resultaron inadecuadas para consumo humano, teniendo en cuenta los valores requeridos para calidad de leche, higiene y/o alteración de su composición.

## **CONCLUSIONES**

- De las 96 muestras del estudio, el 52 % alcanza el rango necesario para calidad en cuanto a GRASA de la leche.
- El 14,58% de las muestras cumple con la normatividad en cuanto a SÓLIDOS NO GRASOS de la leche.
- El 25% de las muestras cumple con la normatividad en cuanto a PROTEÍNA de la leche.
- EL 5,2% de las muestras resultó positivo a la presencia de ANTIBIOTICOS betalactámicos analizados con SNAP test. Mientras el 95 % es apta para el consumo humano.
- El 2 % de las muestras presenta adición de HARINAS en leche.
- El 81 % de las muestras se encuentra en un rango aceptable de ACIDEZ.
- El 20 % de las muestras se clasifica dentro del rango de leche con calidad A, un 26% se clasifica dentro del rango de leche con calidad B y el 54% se clasifica dentro del rango de leche con calidad C, de acuerdo a la prueba de REDUCTASA
- No se encontraron neutralizantes en ninguna de las muestras.
- Son muy reducidas las muestras que logran

cumplir con todas las normas sanitarias estipuladas.

- Las principales alteraciones que se encontraron en la leche cruda analizada fueron la adición de agua y en segundo lugar con un porcentaje de 2% la adición de harinas.
- Los niveles de residuos de antibióticos betalactámicos detectables mediante la prueba de Snap test en la leche cruda comercializada en la ciudad de Ipiales es del 5,2 %.
- De las muestras obtenidas el 54,16% tiene adición de agua de acuerdo a los valores obtenidos de índice crioscópico con Ekomilk.
- Ninguna de las muestras cumplen a cabalidad con el 100% de ítems requeridos para ser inocuas, desde el punto de vista de calidad y/o higiénico.
- Al relacionar índice crioscópico como variable dependiente, con las variables de densidad, proteína, grasa y sólidos no grasos, da como resultado que la única que tiene significancia es la relación entre índice crioscópico y densidad.
- En el análisis de correlación estadístico SPSS, se determinó que el porcentaje de correlación que se presenta entre densidad e índice crioscópico es del 71,87%; siendo así la relación más importante de entre los datos comparados en análisis.

### **RECOMENDACIONES**

- Hacer pruebas más específicas a las muestras de rutina como UFC, debido al bajo tiempo de reductasa que se observó en este estudio.
- Hacer estudios usando equipos para detección de antibióticos con un rango más amplio que el de los betalactámicos, ya que actualmente se ha presentado una afinidad por otros antibióticos como la espiramicina y/o trimetropin Sulfa, los cuales no se determinan con Snap test.
- Hacer otros estudios incluyendo análisis de leche para otros tipos de adulterantes y neutralizantes que no hayan sido incluidos en este trabajo.
- Hacer jornadas de capacitación a los expendedores de leche cruda acerca del correcto manejo sanitario del producto, y el uso de la vestimenta adecuada como gorros, guantes, tapabocas y materiales de contención y medida de la leche, como medida para reducir los bajos tiempos de redactase que redundan en la calidad de leche.
- Se recomienda a las queseras receptoras de leche cruda que todavía no posean equipos de control de la leche que implementen pruebas de vigilancia para determinar la calidad de la leche recibida antes de mezclar todas las cantinas y en especial la prueba de antibióticos.
- Hacer estudios con pruebas más sensibles que las utilizadas en este estudio y ojala que incluyan cultivos bacterianos para determinar el tipo de microorganismos presentes en la leche.
- Hacer estudios de calidad de leche siguiendo toda la cadena productiva, desde la leche recién ordeñada, pasando por el transporte hasta llegar al consumidor final para determinar dónde se presentan mayores falencias higiénicas.
- Hace falta una normatividad más severa en cuanto al uso de antibióticos que son de uso frecuente en animales para disminuir el uso y la resistencia cruzada con los humanos.
- De acuerdo a la observación de la gran cantidad de leche que está aguada se recomienda a los expendedores vigilar la alimentación de los animales en producción o vigilar la calidad de la leche que compran si son revendedores, para evitar la adición de agua.
- Hacer más jornadas de concientización acerca de la importancia de respetar los tiempos de retiro de los antibióticos, dando orientación y explicación de las consecuencias en la salud de los consumidores y también las repercusiones económicas que eso conlleva sobre todo a los productores de leche.
- Hacer estudios similares usando un crioscòpio calibrado para evaluar aguado de la leche, que es una prueba más específica.

- Realizar estudios más especializados en donde se evalúe el tipo de bacterias específicas presentes en la leche, que nos sugiera, que parte de la cadena productiva está fallando.

## REFERENCIAS

1. Magariños, H. Contaminación de la leche por antibióticos. [en línea]. Página Web versión PDF. [fecha de consulta: 26 de marzo 2009]. Disponible en Internet: <http://academicos.cualtos.udg.mx/DiplomadoCalidadLeche/doctos/26mar04/Higiene%20de%20la%20Leche.htm>.
2. Republica de Colombia. Ministerio de la Protección Social. Decreto número 616 de 2006. [en línea]. Página Web versión HTML, [fecha de consulta: 16 de MARZO 2009]. Disponible en Internet: <http://www.invima.gov.co/version1/normatividad/alimentos/decreto%20616%20de%202006.doc>
3. Tornadijo, M. Marra, A. Fontán, M. Prieto y Carballo, J. La calidad de la leche destinada a la fabricación de queso: calidad química. p. 2. [En línea]. Página web versión PDF. [fecha de consulta: Mayo 15 de 2009]. Disponible en Internet: <http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Lab/2654/page18d.htm>
4. Colombia. El viceministro de salud encargado de las funciones del despacho del ministro de salud resolución 604 de 1993 Decreto 616 de 2006.
5. Walstra, P. Wouters, J. and Geurts, T. Dairy Science and Technology: Second Edition. USA, 2008, p. 421.
6. Composición de la leche y valor nutritivo. [En línea] Página web versión HTML [Fecha de Consulta 20 de Enero 2009]. Disponible en internet: [http://www.agrobit.com/Info\\_tecnica/Ganaderia/prod\\_lechera/GA000002pr.htm](http://www.agrobit.com/Info_tecnica/Ganaderia/prod_lechera/GA000002pr.htm)
7. Tornadijo, M. Marra, A. García, F. Prieto, B. Carballo. Ciencia y Tecnología de Alimentos. Vol. 2, pág. 79-91, 2002.
8. Actualidad de noticias en Nariño. [ En línea] Pagina web versión HTML [Fecha de consulta Noviembre 16 del 2009] Disponible en internet: [www.ipitimes.com](http://www.ipitimes.com) © 2007 / New York - All rights reserved.
9. Calderón, Alfonso, Rodríguez Virginia Y Vélez, Sandra. Evaluación de la calidad de leches en cuatro procesadoras de quesos en el municipio de Montería, Colombia. 2007. Universidad de Córdoba, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Departamento de Ciencias Animales.
10. Benavides Diana e Insuasty Marcela. Determinación de la presencia de residuos de antibióticos betalactámicos en leche cruda expendida en la ciudad de San Juan de Pasto mediante prueba de delvotest® en el año 2007. Trabajo de grado (Medicina veterinaria). Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias.
11. Detección de Antibióticos en Leches: Un Problema de Salud Pública. [ En línea] Pagina web versión pdf. [ Fecha de consulta : Noviembre 16 2009] Disponible en internet: [http://www.unicordoba.edu.co/institutos/iibt/articulos/UNKNOWN\\_PARAMETER\\_VALUE%5B1%5D.pdf](http://www.unicordoba.edu.co/institutos/iibt/articulos/UNKNOWN_PARAMETER_VALUE%5B1%5D.pdf)
12. Universidad de Zulia - Determinación de adulteración de la leche. Maracaibo, 2002 op. cit., p.50, 52.
13. Suárez Consuelo et al. Control de calidad físico-química y microbiológica Proveniente de la región de Úmbita Boyacá. p. 91. (pregrado para título de Farmacia) Universidad Nacional.
14. Pérez López, C. Técnicas de análisis de datos con SPSS 15. Prentice Hall, Madrid. 2009