

# Evaluación comparativa de dos metodologías de diagnóstico de mastitis en un hato lechero del Departamento de Antioquia\*

José Julián Echeverri Zuluaga\*\*, Manuel Guillermo Jaramillo\*\*\*, Luis Fernando Restrepo Betancur\*\*\*\*

## Resumen

**Introducción.** La mastitis es la enfermedad que mayor impacto tiene sobre la ganadería de leche en el mundo entero. Estrategias de todo tipo se han implementado para lograr disminuir su impacto sanitario y económico. La alta producción de leche, las vacas con muchos partos y la falta de higiene al momento del ordeño se constituyen en algunas de las principales causas para la presentación de esta enfermedad. En su forma subclínica, la mastitis causa únicamente pérdidas en producción y calidad de la leche, pero el bienestar del animal no se ve afectado. cuando la enfermedad empeora, se afecta gravemente la salud del animal y puede causar pérdidas de cuartos o inclusive la necesidad de descartar por falta de producción o pérdida completa de la funcionalidad de la glándula mamaria. El recuento de células somáticas ha sido utilizado como un método para determinar el grado de sanidad de la glándula mamaria. La medición del RCS es una técnica sencilla, pero requiere de equipos especializados que normalmente no están a disposición de los productores. Por esto el CMT o California Mastitis Test se ha aceptado como una técnica de campo válida para, a partir de su resultado, tomar correctivos que disminuyan la presencia de la enfermedad en los hatos. **Objetivo.** comparar la eficiencia de dos métodos diagnósticos de mastitis subclínica en la determinación del grado de infección de la glándula mamaria. **Materiales y métodos.** El análisis se llevó a cabo mediante la estimación de la correlación de Spearman de los resultados cualitativos de cada uno de los métodos con el análisis cuantitativo del RCS realizado en el laboratorio a 104 muestras de leche, correspondientes a los 4 cuartos de 26 vacas con niveles de células somáticas desconocidos. **Resultados.** la correlación para ambos tratamientos fue significativa, siendo 42.9% para el tratamiento 1 y

49% para el tratamiento 2. Según estos resultados, se puede concluir que ninguno de los dos tratamientos logra explicar con exactitud el nivel sanitario de la glándula mamaria, pero además no existe diferencia en emplear cualquiera de los dos. **Conclusión.** el análisis más preciso sigue siendo el conteo de células somáticas directo.

**Palabras clave:** Diagnóstico de mastitis, RCS, pérdidas económicas, CMT.

## Comparative evaluations of two diagnose methods for mastitis in a dairy herd from the Antioquia province

### Abstract

**Introduction.** Mastitis is the disease that affects the most dairy herds worldwide, bringing the worst impact. All kinds of strategies have been implemented in order to reduce its sanitary and economic consequences. The high volume of milk production, the cows with many lactations and the lack of hygiene at the time of the milking, are some of the main causes for this disease. In its subclinical form mastitis causes losses in milk production and quality, but the animal's welfare is not affected. When the disease gets worse, it seriously affects the health of the animal and can cause a loss of quarters or even the necessity of a discard due to a lack of production or to a total malfunction of the mammary gland. The count of somatic cells (CCS) has been used as a method to determine the mammary gland's health degree. The measurement of CCS is a simple technique, but it requires some specialized equipment that is not usually available for the dairy cattle producers, so the CMT, or California Mastitis Test, has been ac-

\* Artículo producto de la investigación del mismo nombre fue realizada en el año 2008 y financiada por la Cooperativa Lechera COLANTA Ltda.

\*\* Zootecnista, MsC Biotecnología Animal, Estudiante Doctorado en Ciencias Animales, Profesor Auxiliar Facultad de ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Grupo BIOGEM.

\*\*\* Medico Veterinario. Cooperativa Lechera Colanta Ltda.

\*\*\*\* Estadístico, Esp estadística y Biomatemática; Docente Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Antioquia. Grupo GRICA.

Correspondencia: José Julián Echeverri Zuluaga, e-mail: jjecheve@unal.edu.co  
Artículo recibido: 01/07/2009; artículo aprobado: 05/04/2010

cepted as a field technique useful to take, departing from its results, corrective measurements to reduce the presence of this disease in dairy cattle. **Objective.** To compare the efficiency of two diagnose methods in subclinical mastitis, in order to determine the mammary gland's infection degree. **Materials and methods.** The analysis was carried out by estimating the Spearman's correlation of the qualitative results in each method with the quantitative analysis of the CCS made in the laboratory, to 104 milk samples corresponding to the 4 quarters of 26 cows with unknown somatic cells levels. **Results.** The correlation for both treatments was significant, 42,9% for treatment 1 and 49% for treatment 2. According to these results, it is possible to conclude that neither treatment can explain, exactly, the sanitary level of the mammary gland, but, besides, there is no difference in using one or the other. **Conclusion.** CCS is the most important analysis.

**Key Words:** Mastitis diagnose, CCS, economic loss, CMT.

#### Avaliação comparativa de duas metodologias de diagnóstico de mastites num farnel leiteiro do Departamento de Antioquia

##### Resumo

**Introdução.** A mastites é a doença que maior impacto tem sobre a pecuária de leite no mundo inteiro. Estratégias de todo tipo se implementaram para conseguir diminuir seu impacto sanitário e econômico. A alta produção de leite, as vacas com muitos partos e a falta de higiene ao momento da ordenha se constituem em algumas das principais causas

para a apresentação desta doença. Em sua forma sub-clínica, a mastites causa unicamente perdas em produção e qualidade do leite, mas o bem-estar do animal não se vê afetado. Quando a doença piora, afeta-se gravemente a saúde do animal e pode causar perdas de quartos ou inclusive a necessidade de descarte por falta de produção ou perda completa da funcionalidade da glândula mamária. A recotagem de células somáticas foi utilizado como um método para determinar o grau de prevenção da glândula mamária. A medição do RCS é uma técnica singela, mas requer de equipes especializadas que normalmente não estão a disposição dos produtores. Por isto o CMT ou Califórnia Mastites Teste se aceitou como uma técnica de campo válida para, a partir de seu resultado, tomar corretivos que diminuam a presença da doença nos farnéis. **Objetivo:** comparar a eficiência de dois métodos diagnósticos de mastites sub-clínica na determinação do grau de infecção da glândula mamária. **Materiais e métodos.** A análise se levou a cabo mediante a estimação da correlação de Spearman dos resultados qualitativos de cada um dos métodos com a análise quantitativa do RCS realizado no laboratório a 104 mostras de leite, correspondentes aos 4 quartos de 26 vacas com níveis de células somáticas desconhecidos. **Resultados.** a correlação para ambos os tratamentos foi significativa, sendo 42,9% para o tratamento 1 e 49% para o tratamento 2. Segundo estes resultados, pode-se concluir que nenhum dos dois tratamentos consegue explicar com exatidão o nível sanitário da glândula mamária, mas ademais não existe diferença em empregar qualquer dos dois. **Conclusão.** a análise mais precisa segue sendo a contagem de células somáticas direto.

**Palavras importantes:** Diagnóstico de mastites, RCS, perdas econômicas, CMT.

---

## Introducción

La producción de leche en Colombia ha presentado un incremento de forma acelerada y sostenida, pasando de 728 millones de litros en el año 1.950 a 1.879 millones en 1.978 y, en los años siguientes, la producción tuvo un crecimiento excepcional con una tasa anual de 6,5% durante la década de los 80 y en los 90 de 3,8%, llegando a producir en el año 2001 5.877 millones de litros de leche fluida y, en el año 2005, 6.770 millones de litros<sup>1</sup>. Esta propensión conlleva a suponer que para el 2010, si la tasa de crecimiento tiene una tendencia similar y con la continuidad de los programas de mejoramiento genético por cruces y repoblamiento bovino, puede llegarse a una producción que supere los 7.000 millones de litros

distribuidos en los distintos tipos de sistemas productivos ganaderos existentes en Colombia para la producción de leche. Esto ha contribuido para que Colombia esté dentro de los 21 primeros lugares en producción de leche a nivel mundial, por encima de la mayoría de los países de Latinoamérica, con una participación del 2,8%. Estados Unidos es el mayor productor a nivel mundial, con una participación del 14,9%<sup>2</sup>.

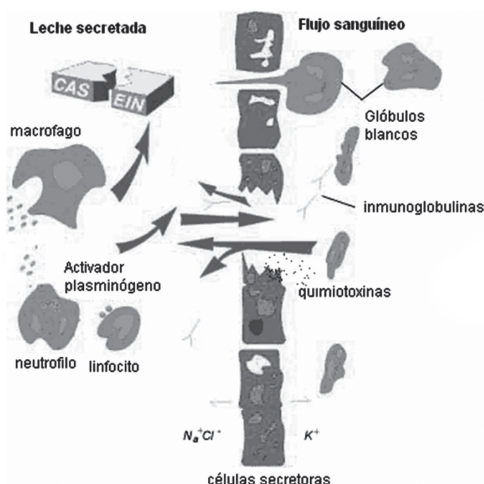
Sin embargo, el rendimiento de leche por animal preocupa para la posición competitiva de Colombia (puesto 20 a nivel mundial año 2005) con un rendimiento de 1.003 Kilogramos/animal/año, siendo superado por Perú, México, Bolivia, Uruguay y Ecuador, a pesar de que las razas de bovinos han sido mejoradas empleando técnicas tradicionales como la inseminación artificial (IA), que es la biotecnología animal

más utilizada en el mundo y que permite una mejora fenotípica en cuanto a productividad y calidad de la leche con grupos genéticos de mayor valor económico o biológico y logrando que cada generación sea mejor que la anterior. Israel es el país de mayor producción por animal a nivel mundial, con una producción aproximada de 9600 Kg/animal/año (MADR, 1991-2005, MADR, 2006) y su avance se debe al desarrollo de técnicas moleculares y reproductivas que han llevado a la selección asistida por marcadores moleculares (MAS) y la posibilidad de poder efectuar transferencia de embriones, aumentando la ganancia genética por año debido a la multiplicación de individuos superiores en cuanto a características productivas y resistencia a enfermedades<sup>3</sup>.

Se debe tener en cuenta que el aspecto sanitario en ganado bovino es internacionalmente de gran importancia para la industria lechera y para el consumidor<sup>4</sup>, por lo cual el mejoramiento genético vía MAS encaminado hacia mejorar la salud animal, además de otros beneficios económicos que pueden ser esperados como reducir los costos de producción (por pérdidas en la producción y en la rata de reemplazo, etc), incrementa la seguridad alimentaria con la disminución del uso de drogas (incluyendo antibióticos) y reducción de la contaminación bacteriana<sup>5,6</sup>.

La mastitis bovina es definida como una inflamación de la glándula mamaria que puede ser causada principalmente por bacterias, aunque también puede ser producida por micoplasmas, levaduras y algas, e incluso en algunos casos puede ser traumática<sup>7</sup>. Se han identificado 137 organismos diferentes causantes de mastitis, dentro de los cuales la gran mayoría son de origen bacteriano, principalmente de las especies *Escherichia coli*, *Streptococcus uberis*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus dysgalactiae* y *Streptococcus agalactiae*, que están presente en casi el 80% en todos los casos diagnósticos<sup>8,9,10</sup>.

La mastitis puede ser de tipo clínico, cuando el cuarto infectado sufre una reacción inflamatoria visible, produciendo en la mayoría de las vacas dolor en la parte afectada y por lo general la leche se encuentra visiblemente alterada por la presencia de coágulos, descamaciones o suero descolorido y algunas veces sangre<sup>11</sup>. En casos más severos (mastitis aguda), la vaca muestra signos generalizados: fiebre, pulso acelerado, pérdida de apetito y una disminución abrupta de la producción de leche de las vacas tratadas con antibióticos, ya que esa leche debe ser descartada hasta que ya no hayan residuos del tratamiento. En algunos casos se produce la muerte del animal. Según estudios realizados, la tasa de mortalidad se ha estimado en un 0,6% en vacas lactantes (figura 1)<sup>12,13</sup>.



**Figura 1. Proceso de inflamación durante el desarrollo de la mastitis.**

Letras desiguales denotan diferencia estadística significativa entre las categorías por tratamiento.

Para mastitis se han realizado muchos estudios, teniendo en cuenta que los signos y efectos de la mastitis varían de acuerdo con factores propios del hospedero y el patógeno invasor. Esto explica una susceptibilidad individual de la glándula mamaria a la inflamación, la proliferación de microorganismos y propensión a la infección. En consecuencia, se han realizado numerosas investigaciones dirigidas a establecer las relaciones entre la probabilidad de adquirir o desarrollar mastitis y la constitución genética de los individuos<sup>14</sup>.

En contraste, la mastitis subclínica es más difícil de diagnosticar y corregir. La vaca parece saludable, la ubre no muestra ningún signo de inflamación y la leche parece normal. A pesar de ello, los microorganismos y las células blancas de la leche (RCS) que combaten las infecciones se encuentran en concentraciones elevadas en la leche y algo relevante de este tipo de mastitis es que la producción de leche disminuye mucho más que la provocada por mastitis clínica, debido a que la mayoría de los casos son subclínicos (en promedio, por cada caso clínico, existen de 20 a 40 subclínicos). Además, la reducción en la producción de leche debido a mastitis subclínica tiende a persistir por un largo período de tiempo<sup>15</sup>.

Indiferentemente de la forma de contagio, una vez que los agentes infecciosos atacan las células del interior de la ubre, el organismo del animal libera una cantidad de linfocitos mayor a la usual para neutralizar la invasión y éstos son causantes de la inflamación de la ubre como respuesta inflamatoria defensiva a los agentes infecciosos, pero también puede darse esto por una agregación traumática<sup>16,17</sup>. Estas células que se difunden desde la sangre a los tejidos y conductos de la glándula mamaria, son leucocitos principalmente macrófagos y neutrófilos, los cuales son eliminados durante el ordeño y normalmente son cuantificados como requisito en el control de calidad sanitaria de la leche. El procedimiento se denomina recuento de células somáticas de la leche (RCS) y dentro de este RCS están también incluidas células epiteliales, producto de la descamación del tejido mamario, y representan un 2%<sup>18</sup>.

El RCS es un indicador de la presencia de mastitis en la glándula mamaria y es el parámetro

más aceptado para valorar la calidad sanitaria de la leche en hatos, cooperativas lecheras, regiones y países<sup>19,20</sup>. Un alto valor de RCS en la leche cruda recién sacada del ordeño es un indicador no sólo de que la vaca tiene mastitis, si no que a la vez brinda información indirecta sobre las pérdidas en producción, las modificaciones bioquímicas que experimenta la leche y hasta de cuándo efectuar un descarte voluntario de los animales<sup>21,22</sup>.

Los RCS en leche de vacas menores a 200.000 cél/ml son considerados fisiológicamente normales, mientras que los mayores a 300.000 cél/ml generalmente indican la presencia de inflamación. Las normas establecidas para RCS en la leche por tanque en la comunidad europea varían entre 400.000 hasta 750.000 cél/ml máximo establecido. Los límites de leche de rechazo en algunos países son: 400.000 cél/ml en Dinamarca y Holanda; 500.000 cél/ml en Francia, Irlanda y Polonia; 750.000 cél/ml en Australia, Canadá, Finlandia y Noruega; 1.000.000 en Estados Unidos y Japón<sup>23,24,25</sup>. En Colombia, el RCS máximo aceptado es de 800.000 cel/ml y se bonifica cuando el RCS en tanque es menor a 200.000 cel/ ml<sup>26</sup>.

En general la presencia de mastitis clínica y subclínica (altos RCS), afecta la calidad de la leche debido al incremento de enzimas proteolíticas y lipolíticas de origen sanguíneo y bacteriano<sup>20</sup>. Principalmente se ve afectado el contenido proteico de la leche, incrementándose las proteínas séricas y disminuyendo la caseína<sup>27,28</sup>.

Otras enzimas que alteran las características de la leche son la catalasa, fosfatasa alcalina y las lipasas. Estas enzimas se encuentran en mayor concentración en leches mastíticas y tienen la capacidad de descomponer la grasa, liberando ácidos grasos que producen en algunos casos sabores desagradables en productos de alto contenido graso, como la mantequilla y los quesos<sup>29,30</sup>.

En leches mastíticas también se ven afectados otros parámetros, como el incremento de la conductividad de la leche, causado por el aumento de la concentración de sodio y cloro, aunque la concentración de calcio y potasio, que son los minerales de más alta concentra-

ción en la leche, son disminuidos. Este desbalance de minerales produce sabores salados en la leche<sup>31</sup>.

Las células somáticas como indicador de la mastitis guardan una estrecha relación con las pérdidas en los volúmenes de producción. Recuentos de 500.000 células/ml pueden involucrar que se esté dando una disminución de hasta un 18% en la producción del animal, disminución que puede llegar hasta un 30% para recuentos de 1.500.000 células/ml<sup>32</sup>. Se ha demostrado que hay una relación lineal inversa entre el RCS por encima de 200 000 células/ml y la producción de leche con una disminución del 2,5% de la producción por cada 90.000 - 100.000 células/ml incrementadas en el RCS<sup>33</sup>.

En los Estados Unidos el costo a los productores por el tratamiento de casos de mastitis es aproximadamente el 11% del valor total de la producción de leche. La mayor parte de este costo es atribuido a la disminución en la producción de leche, (59%), las pérdidas restantes son por descarte de leche contaminada, (14%), vacas de reposición, (18%), y por medicamentos y servicios veterinarios, (7%). Todos estos datos han sido estimados por vaca/año<sup>34</sup>.

La leche mastítica contiene algunos agentes causales que son patógenos para humanos. También puede llevar residuos de antibióticos o drogas químicas utilizadas en el tratamiento de la ubre<sup>35</sup>. Por lo tanto, es indiscutible que la buena calidad de la leche es muy importante dentro de la salud pública. El uso extensivo de antibióticos en el tratamiento y control de mastitis tienen implicaciones en la salud humana, incrementando el riesgo de producir cepas bacterianas resistentes a antibióticos que pueden entrar en la cadena alimenticia<sup>36,37</sup>.

## **Pruebas más utilizadas para el diagnóstico de mastitis subclínica**

### **Conductividad eléctrica de la leche**

Esta prueba se basa en el aumento de conductividad eléctrica de la leche debido a su mayor contenido electrolítico, especialmente iones de sodio y de cloro, y se ha desarrollado como un método para monitorear el estado de la mastitis en la vaca. Permite la identificación

de la mastitis clínica con precisión, pero en el caso de las mastitis subclínicas la precisión es solo del 50% en comparación con los métodos estándar<sup>38,39,40</sup>.

### **Recuento de células somáticas por microscopía directa**

El método tradicional de recuento de células somáticas es un recuento directo realizado por microscopía óptica, utilizando un aumento de 500x. Es un ensayo cuantitativo de laboratorio, por el cual se examinan bajo el microscopio un frotis teñido de leche problema y se cuenta el número de células somáticas. El recuento microscópico directo de células somáticas de la leche, denominado también método óptico, si bien es de referencia actualmente es de poca utilidad cuando se trata de un gran número de muestras, por que es una metodología muy demorada. Sin embargo, aun mantiene su utilidad para los trabajos de investigación<sup>41,42</sup>.

### **Método fluoro-opto-electrónico Fossomatic**

El método es el más utilizado en la industria lechera para medir el RCS y utiliza un equipo denominado fossomatic, el cual está basado en la tinción fluorométrica del material nuclear y posee alta correlación con la microscopía óptica, por lo que proporciona una medida segura en el recuento de células somáticas<sup>43,44</sup>.

Durante el proceso de medición se tiñen las células somáticas con un colorante fluorescente para obtener una reacción sólo con el DNA de las células, generalmente bromuro de etidio. Es por eso que las partículas sucias y los glóbulos de los lípidos no se suman al número de las células somáticas. La muestra pasa por una membrana de poros finos frente a una luz especial y un detector registra cada célula somática. Entre cada muestra el aparato limpia su sistema de flujo para evitar el efecto del arrastre de una muestra a otra y, por ende, mide con alto grado de precisión y exactitud el RCS. Además da la posibilidad de registrar los datos automáticamente<sup>45,46</sup>.

### **Prueba de California Mastitis Test (CMT)**

La Prueba de California para Mastitis (CMT) ha sido empleada durante muchas décadas, y si-

que siendo la prueba más utilizada a nivel de campo para el diagnóstico de mastitis clínica y subclínica en el ganado bovino lechero. Es una prueba sencilla que es útil para detectar la mastitis subclínica por valoración aproximada del recuento de células somáticas de la leche. No proporciona un resultado numérico, sino más bien un resultado categórico<sup>47,48</sup>.

La prueba consiste en el agregado de un detergente a la leche, el alquilauril sulfonato de sodio, causando la liberación del ADN de los leucocitos presentes en la ubre, y éste se convierte, en combinación con agentes proteicos de la leche, en un complejo gelatinoso. Los resultados pueden ser interpretados en cinco clases: desde el resultado negativo en el que la leche y el reactivo siguen siendo acuosos, hasta el recuento de células más elevado, en el que la mezcla de la leche y el reactivo casi se solidifican<sup>49,50</sup>.

El reactivo de California para la prueba de mastitis posee entre sus componentes un tensoactivo que disminuye la tensión superficial de los leucocitos presentes en la leche de la vaca con mastitis, por lo que al disminuir la tensión superficial se produce el estallido de los leucocitos y su contenido, al ponerse en contacto con el producto, forma el complejo gelatinoso en la raqueta<sup>51,52</sup>.

A mayor presencia de células se libera una mayor concentración de ADN. Por lo tanto, mayor será el grado de gelificación, es decir, permite determinar la respuesta inflamatoria con base

en la viscosidad del gel que se forma al mezclar el reactivo CMT con la misma cantidad de leche en una paleta con cuatro pozos independientes, permitiendo evaluar cada cuarto por separado<sup>53,54</sup>.

La capacidad del CMT para identificar cuartos con mastitis ha sido extensamente evaluada, obteniendo resultados variables. Inicialmente el CMT fue evaluado como una herramienta para seleccionar vacas que requieren de terapia durante el periodo de secado y se identificó correctamente del 75-80%<sup>55</sup>. En recientes estudios el CMT fue comparado con el RCS en vacas recientemente paridas, y se determinó una sensibilidad del 66,7% para detectar patógenos mayores y 49,5 para patógenos menores, siendo una prueba apropiada para programas de monitoreo de mastitis en vacas infectadas con patógenos mayores<sup>56,57,58</sup>.

La sensibilidad más alta determinada para el CMT fue del 84% para estreptococos ambientales y tiene una especificidad del 93% en el diagnóstico de la enfermedad Bedolla *et al*<sup>59</sup>

El CMT provee una predicción confiable del RCS y permite confiable advertencia en sistemas de detección temprana de nuevos casos de mastitis subclínica y medidas correctivas que pueden ser iniciadas antes de que la enfermedad llegue a ser crónica. El desarrollo regular del CMT es, por consiguiente, un método económico y efectivo para reducir el riesgo de mastitis subclínica en los hatos lecheros (tabla 1).

**Tabla 1. Relación entre la calificación CMT y el RCS.**

Grado CMT	Viscosidad	RCS/ml
Negativo (N)	Ninguna	< 200.000
Trazas (T)	Leve	200000 - 500.000
Una cruz (+)	Leve moderada	400.000 - 1.500.000
Dos cruces (++)	Moderada	800.000 - 5.000.000
Tres cruces (+++)	Severa	>5.000.000

**Fuente:** Jaramillo, 2007<sup>60</sup>

Con la información anterior el objetivo principal de esta investigación es comparar dos metodo-

logías de diagnóstico de mastitis para determinar su factibilidad de utilización en campo

## Materiales y métodos

### Localización

El trabajo fue llevado a cabo en un hato ubicado en el Municipio de Belmira, Antioquia, en el cual se ordeñan cerca de 300 vacas de diferentes razas lecheras. El objetivo de la finca es la producción de leche.

### Toma de muestras

La investigación se realizó con 104 muestras, correspondientes a 26 vacas. A cada vaca se le tomaron 3 muestras de leche de cada uno de los cuartos y las muestras fueron sometidas a análisis de CMT con 2 reactivos de casas comerciales diferentes y a recuento de células somáticas por la metodología de densitometría con el Milko foss FT120. La lectura de las muestras fue realizada por la misma persona para evitar subjetividad en el análisis.

### Análisis estadístico

Para el análisis de la información los datos fueron transformados logarítmicamente en el software Sas Versión 9.0. El análisis de las muestras se llevó a cabo mediante la prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney, la cual es empleada para contrastar si las diferencias observadas en las suma de los rangos son debidas al azar. Se usa además cuando los datos no tienen una distribución normal. Esta prueba es la contraparte no paramétrica de la prueba de t-Student. El procedimiento Npar1way de SAS fue empleado para tal efecto.

Se estimó el coeficiente de correlación de Spearman entre el análisis de CMT y el RCS de cada una de las muestras.

### Resultados

El estadístico de Wilcoxon-Mann-Whitney indicó que no existe diferencia significativa entre la evaluación realizada mediante los dos reactivos. Esto nos indica que cualquiera de los dos puede ser empleado en el análisis de CMT con resultados similares.

La correlación de Spearman entre el análisis subjetivo de CMT realizado mediante observación y el análisis cuantitativo de recuento de células somáticas fue de 42 %, lo que indica que estos 2 análisis están asociados en ese porcentaje. Esto es un indicativo de correlación media, e indica que estas dos variables no están muy asociadas.

## Conclusiones

La prueba de CMT es un indicativo subjetivo de la salud de la ubre. Sin embargo, el bajo costo de utilización hace que se convierta en una herramienta de uso común y viable en los hatos productores de leche.

Los reactivos utilizados en esta investigación tuvieron un comportamiento similar en las pruebas de campo CMT, lo que indica que ambos pueden ser utilizados con confianza por parte de los productores de leche en sus programas de manejo sanitario.

La baja correlación entre el CMT y el recuento de células somáticas indica que, según esta investigación, la prueba de CMT no constituye una buena medida para inferir el recuento de células somáticas.

La prueba de CMT, aunque no es un buen indicador del recuento de células somáticas, sí es un buen indicador de la salud de la ubre y, por lo tanto, debe ser usado como ayuda en el control de la mastitis en campo.

## Referencias

1. ESPINAL, CF., *et al*, Documento de trabajo no. 98. La cadena de lácteos en Colombia una mirada global de su estructura y dinámica. Bogotá: El Ministerio, 2005.. [en línea]. [citado 18 noviembre 2009]. Disponible en: <http://www.agrocadenas.gov.co>
2. Ibid., página disponible en: <http://www.agrocadenas.gov.co>
3. DENTINE, MR. Marker-assisted Selection. En. Fries R, Ruvinsky A (eds). The genetics of cattle. New York: CAB International, 1999. p 497-509
4. STEAR, MJ, *et al* The sustainability, feasibility and desirability of breeding livestock for dis-

- ease resistance. En: Research In Veterinary Science. August, 2001. vol. 71, no. 1, p. 1-7.
5. Ibid., p-1-7
  6. RUPP, Rachel. and BOICHARD, Didier. Genetics of resistance to mastitis in dairy cattle. En: Research Veterinary. September-october, 2003. vol. 34, no. 5, p.671-688.
  7. BÁEZ, GJJ Estudio epidemiológico de mastitis subclínica bovina en el sector II de Téjaro, Michoacán. Tesis de licenciatura. México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Morelia, Michoacán, 2002. 120 p.
  8. ANON, R. Veterinary investigation surveillance report. London: Veterinary Laboratories Agency, 2001. 223 p
  9. BAEZ. Op. cit., 120 p.
  10. BRADLEY, A.J; and GREEN, M.J. Adaptation of escherichia coli to the bovine mammary gland. En: Journal of Clinical Microbiology. May. 2001. vol. 39, no. 5, p. 1845-1849.
  11. WATTIAUX, Michael A. Mastitis: La enfermedad y su transmisión. [en línea]. Madison: Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria lechera, Universidad de Wisconsin Madison, 2005. [citado 18 noviembre 2009]. Disponible en <http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de/24.es.pdf>.
  12. DELUYKER, HA.; GAY, JM. and WEAVER, LD. Interrelationships of somatic-cell count, mastitis, and milk yield in a low somatic-cell count herd. En: Journal of Dairy Science. 1993. vol. 76, no. 11, p. 3445-3452
  13. BRADLEY. Op. cit., p. 1845-1849
  14. BERNOCO, D., *et al* Joint report of the Fourth International Bovine Lymphocyte Antigen (BoLA) Workshop, East Lansing, Michigan, USA, 25 August 1990. En: Animal Genetics. December, 1991. vol. 22, no. 6, p. 477-496.
  15. BAEZ. Op. cit., 120 p.
  16. LOOR, Juan. and JONES, Gerard M. Aspectos básicos sobre el desarrollo de mastitis: Guías del ordeño 404-233w. [en línea]. Virginia State University, 1998. [citado 18 noviembre 2009]. Disponible en [www.ext.vt.edu/pubs/dairy/404-233/404-233w.pdf](http://www.ext.vt.edu/pubs/dairy/404-233/404-233w.pdf).
  17. GARCÍA, Álvaro D. Células somáticas y alto recuento bacteriano ¿cómo controlarlos?. [en línea]. South Dakota: South Dakota State University, 2004. [citado 18 noviembre 2009]. Disponible en: <http://agbiopubs.sdstate.edu/articles/ExEx4031-s>.
  18. CORBELLINI, Carlos N. La mastitis bovina y su impacto sobre la calidad de la leche. En: Seminario Internacional de Competitividad en Leche y Carne (3: Argentina). Memorias. Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2002. p 251-263
  19. SMITH, Kenneth L. Standard for somatic cells in milk: physiological and regulatory. En: IDF Mastitis Newsletter. 1996. vol. 21, p.7-9.
  20. ORTIZ, LY. Relación del conteo de células somáticas con la proteína de la leche de bovinos. En: Despertar Lechero. 2003. no 21. p 12-32.
  21. MAGARIÑOS, Haroldo. Producción higiénica de la leche cruda. Guatemala: Producción y Servicios Incorporados, 2000. 104 p.
  22. CARAVIELLO, DZ. Selección para mastitis clínica y conteo de células somáticas [en línea]. Madison: Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria lechera, Universidad de Wisconsin Madison, 2004. [citado 24 octubre. 2005]. Disponible en <http://babcock.cals>.
  23. HEESCHEN, WH. Higiene y seguridad de la leche en los mercados europeos e internacionales: 2a. parte. En: Industrias Lácteas Españolas. 1998. p 23-31.
  24. SMITH. Op. cit., p. 7-9
  25. ORTIZ. Op. cit., p. 12-32
  26. Ibid., p. 12-32
  27. MA, Y, RYAN C, *et al*. Effects of somatic cell count on quality and shelf – life of pasteurized fluid milk. En: Journal of Dairy Science, February, 2000. vol. 83, no. 2, p. 264-274.
  28. ROUZ Y, LE; COLLIN, O. and LAURENT, F. Proteolysis in samples of quarter milk with varying somatic cell counts. Comparison of some indicators of endogenous proteolysis in milk. En: Journal of Dairy Science. June, 1995. vol. 78, no. 6, p. 1289-1297
  29. SCHALM, OW . Pathologic changes in the milk and udder of cows with mastitis. En: Journal of the American Veterinary Medical Association. May, 1997. vol. 170, no 10 parte 2, p 1137-1140.
  30. CORBELLINI. Op. cit., p.251-263
  31. LOOR. Op. cit., p. disponible en: [www.ext.vt.edu/pubs/dairy/404-233/404-233w.pdf](http://www.ext.vt.edu/pubs/dairy/404-233/404-233w.pdf).
  32. GARCÍA. Op. cit., p. disponible en: <http://agbiopubs.sdstate.edu/articles/ExEx4031-s>.
  33. DELUYKER. Op. cit., p. 3445-3452



34. SMITH, KL. and HOGAN, JH. Occurrence of clinical and subclinical environmental streptococcal mastitis. En: Symposium on Udder Health Management for Environmental Streptococci (22, June: Ontario, Canadá). Proceedings. Canadá: University of Guelph, 1997. p. 36-41
35. WOLTER, Wilfried, *et al* Mastitis bovina: Prevención, diagnóstico y tratamiento. Guadalajara: UdeG/Editorial Universitaria, Universidad de Guadalajara, 146 p. [en línea]. [citado 16 noviembre 2009]. Disponible en: <http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2002/912/pdf/p020003.pdf>.
36. WHITE, DG. And MCDERMOTT, PF. Emergence and transfer of antibiotic resistance. En: Journal of Dairy Science. June, 2001. vol. 84 (E. Suppl.), E151-E5.
37. WOLFOVA, Marie; STÍPKOVA, Miloslava and WOLF, Jochen Incidence and economics of clinical mastitis in five Holstein herds in the Czech Republic. En: Preventive Veterinary Medicine. November, 2006. vol. 77, no. 1-2p. 48-64
38. RADOSTITS, OM, *et al* Medicina veterinaria: Mastitis bovina. 9 ed. España: McGraw-Hill, 2002. 305 p
39. MEDINA, CM and MONTALDO, VH. El uso de la prueba de conductividad eléctrica y su relación con la prueba de California para mastitis. CNM. En: Congreso Nacional de Control de Mastitis. Aguascalientes, Ags. (5: 29-31, mayo: México). Memorias. México: 2003
40. NORBERG, E, *et al* Electrical conductivity of milk: ability to predict mastitis status. En: Journal of Dairy Science. April, 2004. vol. 87, no. 4, p.1099-1107.
41. SARAN, Aarthur. and CHAFFER, M. Mastitis y calidad de leche. Buenos Aires: Inter-Médica, 2000. 194 p
42. BEDOLLA, CC.; CASTAÑEDA, VH. and WOLTER, W Métodos de detección de la mastitis bovina. Revista Electrónica de Veterinaria [online]. 2007, vol. 8, no. 9 [citado 4 marzo 2010]. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>
43. NORBERG. Op. cit., p. 1099-1107
44. SARAN. Op. cit., p. 194
45. BEDOYA; CASTAÑEDA and WOLTER. Op.cit., p. disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>
46. DJABRI, Belgacen, *et al* Quarter milk somatic cell count in infected dairy cows: a meta analysis. En: Veterinary Research. July-august, 2002. vol. 33, no. 4, p. 335-357.
47. BEDOYA; CASTAÑEDA and WOLTER. Op.cit., p. disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>
48. BLOWEY, Roger W. y EDMONDSON, Peter. Control de la mastitis en granjas de vacuno de leche. Zaragoza: Acribia, 1999. 224 p
49. MEDINA and MONTALDO. Op. cit.
50. SARAN. Op. cit., p. 194
51. BAEZ. Op. cit., 120 p.
52. NOQUERA A., Eduardo La mejor manera de controlar la mastitis bovina. [en línea]. El guayabo Maracaibo, 1999. [citado 18 octubre 2009]. Disponible en: [http://Fonaiap.gov.ve/publica/divulga/fd\\_59/mastitis](http://Fonaiap.gov.ve/publica/divulga/fd_59/mastitis).
53. WOLTER. Op. cit., página disponible en: <http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2002/912/pdf/p020003.pdf>.
54. SARAN. Op. cit., p. 194
55. POUTREL, B. and RAINARD, P. California mastitis test guide of selective dry cow therapy. En: Journal of Dairy Science. 1981. vol 64, no. 2, p.241-248.
56. SARGEANT, JM., *et al*. Sensitivity and specificity of somatic cell count and California mastitis: Test for identifying intramammary infection in early lactation1. En: Journal of Dairy Science. 2001. vol. 84, p.:2018-2024
57. SATU, Pyorala. Indicators of inflammation in the diagnosis of mastitis. Review article. En: Veterinary Research. September-october, 2003, vol 34, no. 5, p. 565-578
58. IAZ, V.; ALDERETE, S and PARRA, M Estudio comparativo del diagnóstico de mastitis mediante la prueba de California y el contador de células somáticas. [en línea]. 2007 [citado 19 enero 2010]. Disponible en: [http://ergonomix.com/estudio\\_comparativo\\_diagnostico\\_mastitis\\_articulos](http://ergonomix.com/estudio_comparativo_diagnostico_mastitis_articulos)
59. CASURA, CH.; SCHUKKEN, YH and, RUËSCH, P. Quality assessment of California mastitis test as a diagnostic tool in quarter somatic cell count estimation. En: Epidemiology. Sante Animal, 1997. p. 31-32.
60. JARAMILLO, M. Células somáticas en la leche. [en línea]. Medellín: Asistencia Técnica Colanta, 2007. [citado 18 enero 2010]. Disponible en: <http://www.colanta.com.co/agromas/?id=news&item=25&news=49>