

CONCENTRACIÓN DE CÉLULAS SOMÁTICAS EN LECHE CRUDA DE VACA EN MERCADOS DE ABASTO, TRINIDAD-BOLIVIA

Mariscal P.C.A.^{1*}, Anderson Z.H.W.², Gutiérrez M.F.D.³

¹Profesor titular e investigador, Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad Autónoma del Beni "José Ballivián", Trinidad, Bolivia. *Correo de contacto: arturomariscal@hotmail.com

²Tesista de la Carrera Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Beni "José Ballivián", Trinidad, Bolivia.

³Laboratorio de Bioquímica, Universidad Autónoma del Beni "José Ballivián", Trinidad, Bolivia.

RESUMEN

La presencia de células somáticas en leche son la expresión del grado de inflamación de la glándula mamaria, constituyendo un parámetro del nivel sanitario del animal o rebaño lechero. En el presente trabajo se determinó la Concentración de Células Somáticas (CCS/ml) en leche cruda de vaca, se examinaron muestras de 14 expendios de ocho mercados de la ciudad de Trinidad, Bolivia, 2012. El conteo directo fue microscópico y el indirecto a través del Test de Mastitis de California (CMT). Los resultados revelaron que el 50,0% de muestras se encontraban dentro de los parámetros Leche Clase 1 (< 400.000 CCS/ml). Clase 2 (401.000 a 500.000 CCS/ml) 7,1%. Clase 3 (501.000 a 749.000 CCS/ml) 7,1%; y el 35,8% con recuento mayor (>1.000.000 CCS/ml). Según el test, 50,0% de muestras presentaron una lectura de negativo (-) al CMT; positivo débil (+) 14,3%, positivo aparente (++) 21,4% y positivo fuerte (+++) 14,3%. El 100% de las muestras estaban conservadas a más de 5-10°C; luego el 50,0% mostraron pH neutro (pH 6,6-6,8) y el restante 50% pH ligeramente ácido. Se concluye que la leche cruda de vaca expendida en mercados de abasto de Trinidad, no cumple con los parámetros de calidad e inocuidad recomendados para el consumo humano. Además existe una relación positiva entre la CCS y el CMT.

Palabras clave: CMT, inocuidad alimentaria, mastitis

ABSTRACT

The presence of somatic cells in milk showed the inflammation level of mammary glands, so it is a parameter of the cow sanitary level or of the whole herd. The present study was established the Somatic Cells Concentration (CCS/ml) in row cow's milk; samples coming from 14 shops dispersed in eight Trinidad's markets were examined; Bolivia, 2012. The cells were counting directly with the microscopy and also indirectly through the California Mastitis Test (CMT). Results indicated 50.0% of samples were Milk Class 1 (< 400,000 CCS/ml); 7.1% Class 2 (401,000 to 500,000 CCS/ml); 7.1% Class 3 (501,000 to 749,000 CCS/ml); and 35.8% with higher values (>1,000,000 CCS/ml). According to the test, 50.0% of samples were negative (-) to CMT; 14.3% weak positive (+); 21.4% evident positive (++) and 14.3% strong positive (+++). All the samples (100%) were preserved at temperatures over 5-10°C; then 50% of samples had a neutral pH (6.6 – 6.8) and the rest 50% a pH slightly acidic. It was conclude that the raw milk sold at Trinidad's markets does not meet the quality and safety parameters recommended for human consumption. Also, there is a positive relation between the CCS and CMT.

Key words: CMT, food safety, mastitis.

INTRODUCCIÓN

La leche de vaca se constituye en uno de los alimentos indispensables en la dieta del ser humano, como sustituto de la leche materna o como suplemento de alto valor protéico. Al ser

la leche un producto alimenticio de alto valor nutricional, debe estar sometida a pruebas de control de calidad, que se inicien en los establecimientos lecheros hasta llegar al final de la cadena de comercialización, en este caso los mercados de abasto.

Es necesario considerar la sanidad de las vacas, la higiene en el ordeño, el transporte del producto y las condiciones sanitarias del expendio. Tener en cuenta aquellos factores que si no se manejan adecuadamente, provocan deterioro del producto causando pérdidas para el productor y disminución de volúmenes hábiles para la comercialización, además de riesgos para la salud del consumidor. Uno de los criterios de higiene de la leche está relacionado con la concentración de células somáticas por mililitro (CCS/ml), al comprobarse su estrecha relación con la calidad de la leche y su inocuidad para el consumo humano.

La importancia de determinar la CCS/ml, radica en que este tipo de células se incrementan en la leche de aquellos animales que presentan algún grado de inflamación en su glándula mamaria, que indican mastitis subclínica o clínica, problema grave que provoca pérdidas en la producción lechera directa e indirecta. Las pérdidas indirectas están relacionadas con la calidad de la leche, que es rechazada para el consumo humano por el alto nivel de concentración de células somáticas.

Entre los métodos de recuento de células somáticas en leche está el conteo microscópico de células somáticas (CCS) y el Test de Mastitis de California (CMT, del inglés *California Mastitis Test*); ambos constituyen un parámetro de gran valor diagnóstico para establecer el nivel sanitario de la glándula mamaria de un animal o de un rebaño lechero.

Una alta concentración de células somáticas en la leche cruda se constituye en un indicador de que la vaca no solo está infectada con mastitis, sino además brinda información indirecta sobre pérdidas en la producción; modificaciones bioquímicas que experimenta la leche; calidad de la leche para su comercialización y también el momento de efectuar un descarte voluntario de animales. Tradicionalmente, la leche cruda de vaca expendida en los mercados de abasto de la ciudad de Trinidad, una vez acopiada, se vende directamente al consumidor sin pasar por un proceso de inspección sanitaria, poniendo en riesgo la salud pública de la población. Así, el objetivo del trabajo de investigación es establecer

la concentración de células somáticas en muestras de leche cruda de vaca expendida en mercados de Trinidad, Bolivia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. La investigación se realizó en ocho mercados de abasto de la ciudad de Trinidad, capital del Departamento del Beni, Bolivia, región tropical amazónica, localizada a 64°54' de longitud Oeste y 14°50' de latitud Sur, a 156 m sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio anual de 27,6°C, humedad relativa de 87% y una precipitación pluvial promedio de 1900 mm anuales (AASANA, 2012).

Muestreo. Las muestras de leche cruda se obtuvieron de 14 expendios (100%) en ocho mercados de abasto de Trinidad, de 7:00 a 8:30 am, durante los meses de noviembre a diciembre de 2012. Una vez identificado el expendio en cada mercado, se procedió al registro de información, en un formulario estructurado.

Para obtener la muestra se homogenizó la leche cruda en su recipiente, posteriormente se extrajeron 50 ml de leche en un frasco estéril. Inmediatamente se midió la temperatura (°C), el pH, y se reconocieron las características organolépticas de las muestras, datos anotados en un formulario. Los frascos se identificaron y depositaron en un conservador con hielo a ± 5 °C para luego ser remitidos al Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad Autónoma del Beni (UAB), para su análisis.

Recuento de células somáticas (CCS). Se tomó como referencia el método Prescott – Breed (FCV-UNL, 2006). Las muestras de leche se homogeneizaron por medio del agitador vortex a 2000 rpm por 30 segundos. El portaobjetos se limpió adecuadamente con alcohol, y con micropipeta se tomaron 50µl de leche cruda, se aspiró y sopló repetidamente la muestra hasta homogeneizar; así se realizaron dos extendidos por cada muestra, luego se secaron sobre una superficie perfectamente horizontal. Después se fijó con la solución alcohol-xilol (xileno) durante 5

a 10 minutos. Luego, se dejó escurrir la solución y sin lavar se tiñó la muestra con solución alcohólica de azul de metileno por 40 segundos; se lavó con agua destilada y se secó en estufa. Para el recuento, el extendido se leyó con lente de inmersión 100x, utilizando aceite de cedro. De los dos extendidos por muestra, se contaron 20 campos (mitad en forma horizontal y mitad en forma vertical), haciendo conteos en 40 y 100 campos microscópicos por muestra. El total de las células somáticas contadas se dividieron por el número de campos microscópicos contados, dando el promedio de células somáticas por campo. Ese promedio se multiplicó por el factor microscópico (FM) y se obtuvo el número de células somáticas por ml de leche (FCV-UNL, 2006). El factor microscópico se obtuvo midiendo el diámetro del campo microscópico con un micrómetro de platina, según:

$$FM = \frac{10\,000}{3,14 \times r^2}$$

Test de Mastitis de California (CMT). Para el recuento indirecto de células somáticas en las muestras de leche cruda, se utilizó el CMT (por sus siglas en inglés) método descrito por García (2004) y Cuchillo *et al.*, (2010). En la interpretación de la prueba, la reacción debe ser calificada del siguiente modo: negativa (-) cuando la mezcla permanece líquida. Trazas, cuando hay un leve espesamiento de la mezcla que desaparece al hacer rotar la paleta. Positivo débil (+) cuando se forma un espesamiento nítido pero aún sin tendencia a formar un gel y que desaparece luego de rotar la paleta durante 20 segundos. Positivo aparente (++) cuando la mezcla se espesa inmediatamente formando un gel que al hacer rotar la paleta tiende a dirigirse hacia el centro. Positivo fuerte (+++) cuando se forma un gel que causa elevación en el centro aún cuando haya terminado la rotación de la paleta (similar a la elevación de un huevo frito) (García, 2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Recuento directo de células somáticas. En la Tabla 1 se reporta la concentración de células somáticas (CCS/ml) en muestras de leche cruda

de vaca en expendios de mercados de abasto de la ciudad de Trinidad. La tabla 2 indica que 50% de las muestras de leche cruda de vaca están dentro de la categoría leche Clase 1 (< 400.000 CCS/ml). El 7,1% se catalogó como leche Clase 2 (401.000 a 500.000 CCS/ml). El 7,1% como leche Clase 3 (501.000 a 749.000 CCS/ml). Por último, 35,8% sobrepasa los parámetros recomendados para consumo humano (>1.000.000 CCS/ml) (SENASAG, 2012).

Tabla 1. Concentración de células somáticas (CCS/ml) en muestras de leche cruda de vaca en expendios de mercados de abasto, Trinidad, Bolivia 2012.

Expendio	CCS/ml
1	6'600.000
2	4'000.000
3	2'200.000
4	1'710.000
5	1'280.000
6	720.000
7	540.000
8	200.000
9	180.000
10	170.000
11	170.000
12	160.000
13	120.000
14	110.000

Leche Clase 1 (< 400.000 CCS/ml); Clase 2 (401.000 a 500.000 CCS/ml); Clase 3 (501.000 a 749.000 CCS/ml); leche no apta para consumo (> 1'000.000 CCS/ml) (SENASAG, 2012).

Los resultados expresan que los niveles CCS/ml son atribuibles a los niveles de mastitis existente en el rodeo y por ende a la calidad de la leche producida en los rebaños que abastecen de leche a los mercados de abasto de Trinidad. Cuando la leche de todas las vacas en un hato se combina, el conteo de células somáticas en una muestra compuesta es un buen indicador de la prevalencia de mastitis en el hato (Cuchillo *et al.*, 2010). Si bien, una CCS/ml elevada es indicativo de un alto número de vacas infectadas por mastitis en el rodeo, no es posible determinar cuántas vacas están infectadas y qué organismos patógenos de mastitis prevalecen (Calvinho, 2001).

Tabla 2: Calidad de leche cruda de vaca en expendios de mercados de abasto de acuerdo a la concentración de células somáticas (CCS/ml), Trinidad Bolivia 2012. Según valores establecidos por el SENASAG (2012).

Calidad de leche	CCS/ml	%
Clase 1	menos de 400.000	50,0
Clase 2	401.000 a 500.000	7,1
Clase 3	501.000 a 749.000	7,1
No apta para consumo	más de 1'000.000	35,8

Faría *et. al.* (2005a) en su investigación en fincas lecheras de Venezuela, afirma que una alta concentración de células somáticas puede atribuirse a deficientes condiciones higiénicas en el ordeño y probablemente a la presencia de animales crónicamente infectados en los establecimientos de donde proviene la leche. La presencia de células somáticas en la leche son una expresión del grado de inflamación que presenta la glándula mamaria como consecuencia de la agresión de patógenos u otros factores de índole traumática, generalmente derivados de un defectuoso manejo del ordeño e inapropiadas instalaciones (Cerón *et al.*, 2007).

Cuando los microorganismos entran en la ubre, los mecanismos de defensa envían grandes cantidades de leucocitos a la ubre para intentar destruir las bacterias; si la infección es eliminada el recuento de células vuelve a su normalidad. Si los leucocitos no pueden destruir los organismos se crea una infección subclínica y esto origina un conteo elevado de células somáticas. Un segundo factor que contribuye en el aumento de CCS son las lesiones en la ubre, ya que atrae a los leucocitos a la zona de daño. Álvarez (2002) señala que, una lesión en la ubre obedece en la mayoría de los casos a diseños deficientes en las instalaciones y en el equipo de ordeño, otras veces se debe al accidente entre una vaca y otra, pero la mayoría de las veces el hombre es el principal responsable de las lesiones en la ubre.

Las células somáticas tienen dos funciones principales en la ubre, la primera es combatir a los microorganismos infectantes mediante fagocitosis

donde los envuelve y destruye; la segunda función es intervenir en la reparación del tejido secretor que ha sido dañado por una infección o lesión. Es por ello que, la CCS/ml es la medida más usada para evaluar el estado de salud de la ubre y puede constituirse en un indicador de la calidad de la leche cruda (Álvarez, 2002).

La detección del número de células somáticas se puede realizar de dos maneras, individualmente o muestreando la leche directamente del tanque recolector (Zarraga, 2008). La prueba individual determina el estado de salud de cada una de las vacas e indica cuáles están enfermas; y el muestreo del tanque muestra el promedio del estado de salud de todas las vacas. El conteo de células somáticas en leches del tanque permite conocer el grado de infección del hato para la posterior implementación de acciones correctivas sobre el problema (García, 2004).

Recuento indirecto de células somáticas. El Test de Mastitis de California (CMT) se constituye en método indirecto de CCS en tanques de leche y es una herramienta práctica que se puede aprovechar para realizar el diagnóstico de la mastitis en los hatos lecheros (Ávila *et al.*, 2006). En la Tabla 3 se observan los resultados de las muestras de leche cruda de vaca positivas al CMT en expendios de mercados de abasto de Trinidad. El 50,0% de las muestras de leche cruda de vaca presentan una lectura negativa, el 14,3% positivo débil, el 21,4% positivo aparente, y el 14,3% positivo fuerte.

Tabla 3. Test de Mastitis de California (CMT) en muestras de leche cruda de vaca, en expendios de mercados de abasto, Trinidad Bolivia 2012.

Interpretación	Símbolo	%
Negativo	-	50,0
Positivo débil	+	14,3
Positivo aparente	++	21,4
Positivo fuerte	+++	14,3

El CMT, aunque usualmente es realizado durante el proceso de ordeño, también se puede realizar en los tanques considerando que es barato y

genera resultados inmediatos para su posterior acción (Álvarez, 2002).

La mastitis o inflamación de la glándula mamaria es la enfermedad más costosa y común del ganado lechero en la mayor parte del mundo. A pesar, que el estrés y las lesiones físicas pueden causar inflamación de la glándula mamaria, la infección es la principal causa de su aparición (Faría *et al.*, 2005a). La mastitis subclínica es considerada un proceso multifactorial donde se conjugan factores propios del animal, ya sean relacionados con el agente causal y también ambientales y de manejo, incluido el ordeño, el cual juega un papel determinante en la presencia de la enfermedad (Faría *et al.*, 2005b).

La mastitis es usualmente consecuencia de infecciones bacterianas, siendo responsable de importantes pérdidas económicas a la industria lechera, ya que disminuye la producción, aparte de las modificaciones composicionales. La enfermedad puede estar presente como una mastitis subclínica, que sólo es diagnosticada por la presencia de bacterias patógenas o por un incremento en el recuento de células somáticas (Kutscher, 1998).

La complejidad de la mastitis subclínica es el reflejo de la diversidad de agentes causales, variedad y magnitud de la respuesta fisiológica de estos patógenos, y variación y eficacia de las medidas de control, razón por la cual el problema puede empeorar al no existir un método único para controlar las infecciones causadas por los distintos patógenos mastitogénicos (Faría *et al.*, 2005a).

La mastitis produce en la leche secretada variaciones en la membrana del glóbulo de grasa promoviendo la lipólisis, incrementa las proteínas solubles y altera los balances de sal. Estos efectos sobre la composición de la leche son ocasionados por la disfunción de las células de la glándula mamaria y son la causa de la transferencia directa de los compuestos de la sangre a la leche. La proliferación de microorganismos patógenos favorece la destrucción del tejido secretor, disminuyendo las concentraciones de caseína y

lactosa sintetizadas en la glándula mamaria. Una vez lesionado el tejido de la glándula mamaria, es sustituido por tejido conectivo ocasionando la pérdida irreversible de la productividad láctea del animal (Cuchillo *et al.*, 2010).

Uno de los eventos que se produce durante la infección intramamaria es la atracción de leucocitos, desde el sistema circulatorio hacia el cuarto infectado por acción de productos liberados, tanto por las bacterias como por el pequeño número de células somáticas que se encuentran normalmente en la leche (< 200.000 células/ml), causando como consecuencia un incremento de la concentración de células somáticas en la leche (Faría *et al.*, 2005a).

Relación entre CCS y CMT. La Figura 1 muestra la relación entre el CMT y la CCS de las muestras de leche cruda de vaca analizadas, donde se observa una relación positiva en el 100% de los casos.

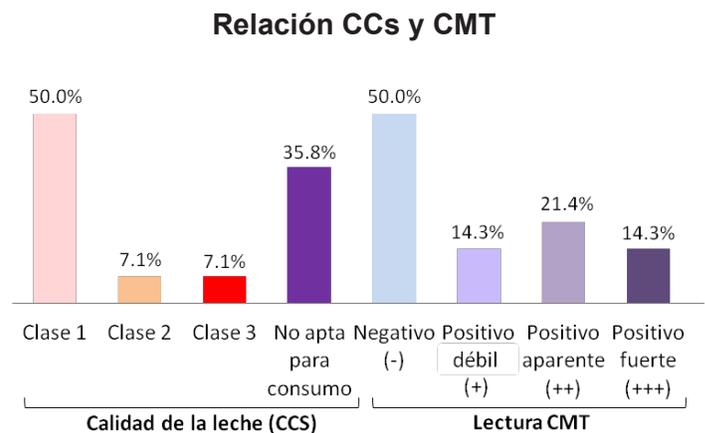


Figura 1. Relación entre la lectura de CMT y CCS en muestras de leche cruda de vaca en expendios de mercados de abasto, Trinidad Bolivia 2012. Clase 1 (< 400.000 CCS/ml). Clase 2 (401.000 a 500.000 CCS/ml). Clase 3 (501.000 a 749.000 CCS/ml). No apta para consumo (>1'000.000 CCS/ml) (SENASAG, 2012).

El CMT permitió identificar muestras con mastitis subclínica las que fueron corroboradas por CCS, de acuerdo al grado de alteración de la glándula, reflejada en la concentración de células somáticas encontradas, lo cual coincide con las afirmaciones de Cerón *et al.* (2007). La CCS es un fenómeno biológico dinámico, sujeto a una gran variación debido a múltiples factores, entre los cuales se

pueden señalar a la mastitis como el principal causante que provoca incremento de leucocitos. Así, la CCS/ml es un importante parámetro para diagnosticar el nivel de mastitis de un rodeo lechero (FCV-UNL, 2007).

Cuando el conteo celular somático resulta elevado, ya sea de una vaca o del tanque enfriador, es indicativo que hay un problema en la salud de la ubre, generalmente se trata de mastitis, inflamación de la glándula mamaria (Ávila *et al.*, 2006; Cuchillo *et al.*, 2010). En hatos grandes se recomienda evaluar la CCS en muestras de tanque, a través del conteo directo al microscopio, a fin de obtener un diagnóstico general de las vacas en producción. Si las cuentas resultan elevadas entonces lo recomendable es realizar el CMT (Álvarez, 2002).

Al respecto, Cotrino (2004) citado por Cuchillo *et al.* (2010) describe la relación entre CMT y CCS/ml; es negativo si la leche se mantiene líquida, lo que equivale a < 200.000 CCS/ml. Trazas, ligera viscosidad equivalente a 200.000 - 500.000 CCS/ml. Positivo débil (+) mezcla viscosa no adherida al fondo con 400.000 - 1'500.000 CCS/ml. Positivo aparente (++) mezcla viscosa que se adhiere al fondo equivalente a 800.000 - 5'000.000 CCS/ml. Positivo fuerte (+++), mezcla muy viscosa fuertemente adherida que forma un solo grumo, equivalente a > 5'000.000 CCS/ml.

Relación entre CCS, temperatura y pH. En la Figura 2 se observan los resultados de CCS/ml, temperatura (°C) y el potencial de hidrogeniones (pH) de las muestras de leche. El 100% de las muestras estuvo por encima de la temperatura recomendada para su conservación (5 a 10°C) (Cuchillo *et al.*, 2010). El 50,0% de las muestras presentaron lecturas del pH dentro de los parámetros naturales (pH 6,6 a 6,8) (Paredes, 2012), mientras que el 50,0% presentó un pH ligeramente ácido.

Los resultados no indican una relación de la CCS/ml con la temperatura y el pH. Se debe considerar que aunque la CCS/ml es un indicador de la calidad de la leche, no debería variar sustancialmente desde la obtención (ordeña). Por tanto, la CCS/ml

debería permanecer en condiciones semejantes sin importar la temperatura o el pH de la leche. Mientras que el pH, sí es un indicador del grado de contaminación bacteriana de la leche como corrobora Cuchillo *et al.* (2010), indicando que si el pH es igual o superior a 7 se considera una leche sospechosa de estar infectada. Actualmente se recomienda en la mayoría de los países una temperatura de conservación de 4°C, como la más eficaz para controlar el crecimiento bacteriano (UPM, 2006). Independientemente de la temperatura a que se conserve la leche, cuanto más largo es el período de almacenamiento mayor es el crecimiento bacteriano, más aún si se encuentra a temperatura ambiente (UPM, 2006).

CCS - Temperatura - pH

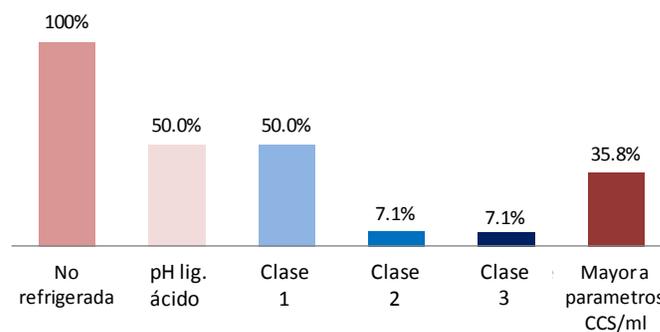


Figura 2. Relación entre temperatura (°C), el pH y la concentración de células somáticas (CCS) en muestras de leche cruda de vaca en expendios de mercados de abasto, Trinidad Bolivia 2012.

Por otra parte los resultados pueden ser atribuidos a una “acidez desarrollada” (Paredes, 2012), debida al ácido láctico y a otros ácidos, procedentes de la degradación microbiana de la lactosa en las leches en proceso de alteración, dadas las condiciones higiénico-sanitarias inadecuadas de conservación. Para almacenar y conservar la leche se debe enfriar a una temperatura suficientemente baja y durante un tiempo limitado (Cuchillo *et al.*, 2010).

García (2004) recomienda que, la leche debe ser conservada en recipientes limpios y enfriarse a temperaturas inferiores a 10°C dentro de las 4 horas de haber comenzado el primer ordeño, y a 7°C o menos, dentro de las dos horas luego de completado el ordeño. Para obtener bajo recuento de CCS y bacteriológicos hay dos puntos claves

a considerar: la limpieza (desde la vaca y su medio ambiente, hasta el manejo de la leche); en segundo lugar un enfriamiento rápido de la leche a una temperatura adecuada, inmediatamente luego del ordeño. La falla en uno de estos dos puntos resultará en pérdidas por calidad y pondrá en riesgo la salud pública del consumidor.

Por otra parte, los centros de acopio son los responsables de la calidad de la leche, desde la recepción hasta que el producto llegue al consumidor final (Vargas, 2001). Los factores que afectan con mayor intensidad la variación en la CCS son, las prácticas de manejo de los animales al momento de la ordeña y la prevención y tratamiento de la mastitis (Cuchillo *et al.*, 2010). Implementar medidas de higiene y sanidad de los hatos repercutirá en beneficios para el productor, además controlar la calidad de la leche antes del expendio garantizará un producto inocuo al consumidor.

La producción de leche en la actualidad exige calidad, bajos costos de producción y alta competitividad, estos factores pueden ser analizados y potencializados a través de las buenas prácticas de producción. Estas prácticas deben incluir actividades para la prevención de problemas sanitarios, en especial de mastitis; así como también evaluar oportunamente el estado de la glándula mamaria. La determinación de CCS debe ser un método rutinario de seguimiento de los niveles de infección, sólo así, se podrá intervenir adecuadamente para favorecer la salud animal y la rentabilidad del productor, además la salud del consumidor (Cuchillo *et al.*, 2010).

Se considera necesaria la clasificación de las fincas lecheras que abastecen de leche cruda a los mercados para un mayor control y seguimiento. Además que, estas medidas pueden contribuir a rápidas mejoras en el manejo de la producción lechera (Vargas, 2001). El cuidado de las condiciones higiénicas del ordeño, el uso adecuado del frío, la limpieza y saneamiento, deben ser tema común de discusión de los organismos de control y los productores. El pertenecer a la clasificación de lecherías aptas para abastecer de leche cruda debe constituirse una necesidad.

Condiciones higiénico - sanitarias. El 100% de los expendios presentan deficiencias en las condiciones higiénicas. Solo el 14,2% de los expendedores utilizan indumentaria como mandil y gorro para el expendio. El 50% de los recipientes son metálicos, mientras que el 50% son recipientes plásticos. Además el 100% de la leche cruda no se encuentra refrigerada (Figura 3).

Durante el expendio se debe prestar especial atención a la higiene del expendedor y sus prácticas de manipulación, para que junto a las instalaciones y condiciones de conservación, lograr que la leche cruda llegue a su destino en condiciones microbiológicas adecuadas para su consumo. Por este motivo, es aconsejable que los expendedores y todos aquellos que tienen contacto con la leche reciban una formación específica y estén en posesión del "Certificado de Formación en Higiene Alimentaria", de carácter obligatorio para todos expendedores (Zarraga, 2008).

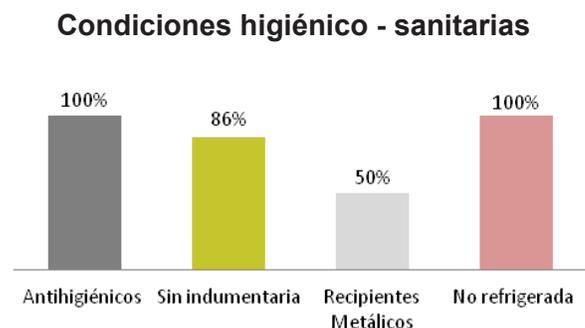


Figura 3. Condiciones higiénico-sanitarias de expendio de leche cruda de vaca en mercados de abasto, Trinidad Bolivia 2012.

Asimismo, los expendedores deberían llevar indumentaria limpia, y cerca del lugar donde se expende deberían disponerse de dotaciones apropiadas (lavamanos, dosificador de jabón, papel de un solo uso y agua caliente) que permitan lavarse las manos y los brazos a las personas encargadas de la manipulación de la leche cruda. Luego, las heridas deberían cubrirse con vendajes impermeables de colores llamativos y evitar el uso de joyas durante el desarrollo de su actividad. También, evitar trapos para la limpieza de manos o de útiles, debiendo estos ser remplazados por papel secante (Zarraga, 2008).

CONCLUSIONES

La concentración de células somáticas por mililitro, la temperatura, el pH y las condiciones de conservación de la leche cruda de vaca de expendios en mercados de abasto de Trinidad, Bolivia, no cumplen con los parámetros de calidad e inocuidad recomendados para el consumo humano. Además, existe una relación positiva entre la CCS y el CMT en muestras de leche cruda de vaca evaluadas, por lo que se recomienda la utilización del CMT como prueba de campo en mercados de abasto, para comprobar la calidad de la leche cruda.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AASANA, 2011. Boletín de datos meteorológicos. Trinidad, Beni, Bolivia: s.n.

Álvarez M., 2002. Factores que influyen en el conteo celular somático. Consejo para el Fomento de la Calidad de la Leche y sus Derivados, A.C. México. Disponible: www.cofocalec.org.mx

Ávila T., Lazcano P., Navarro H., 2006. Confianza en la determinación de células somáticas en leche de vaca mediante la aplicación de las pruebas para mastitis: CMT, WMT, CMCS, FOSSOMATIC Y DCC. Disponible en: <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/departamentos/rumiantes/bovinotecnia>

Calvinho L., 2001. Diagnóstico bacteriológico de mastitis y su importancia. Disponible en: http://www.aprocal.com.ar/wp-content/uploads/diagnostico_de_mastitis.htm.pdf [Último acceso: 24 Septiembre 2012].

Cerón M., Agudelo E., Maldonado J., 2007. Relación entre el recuento de células somáticas individual o en tanque de leche y la prueba CMT en dos fincas lecheras del departamento de Antioquia (Colombia). *Revista Colombiana Ciencias Pecuarias*, Volumen 20, pp. 472 - 483.

Cuchillo Z., Duaqui V., Campos R., 2010. Factores que influyen en el recuento de células somáticas (RCS) y la calidad de la leche, Palmira Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Palmira.

Daniel W., 2004. *Bioestadística; base para el análisis de las ciencias de la salud*. Mexico, Df: LIMUSA WILEY.

Faría J.F., Valero-Leal K., D'pool G., García, A., Allara M., Morales D., 2005a. Agentes bacterianos y conteo de células somáticas en leche de cuartos de bovinos mestizos doble propósito ordeñados en forma manual o mecánica en cuatro fincas lecheras del Estado Zulia, Venezuela. *Revista Científica, FCV-LUZ*, 9(1), pp. 64-71.

Faría J., García A., D'pool G., Valero K., Allara M., Angelosante G., 2005b. Detección de mastitis subclínica en bovinos mestizos doble propósito ordeñados en forma manual o mecánica. Comparación de tres pruebas diagnósticas. *Revista Científica, FCV-LUZ*, 9(2), pp. 109-118.

FCV-UNL, 2006. *Citología de la leche*. [En línea] Disponible en: <http://www.fcv.unl.edu.ar/archivos/grado/catedras/tecnologialeche/informacion/tp4.pdf> [Último acceso: 12 octubre 2012].

FCV-UNL, 2007. *Tecnología de la leche*. [En línea] Disponible en: <http://www.fcv.unl.edu.ar/archivos/grado/catedras/tecnologialeche/informacion/tp4.pdf> [Último acceso: 27 Septiembre 2012].

García A. 2004. *Células somáticas y alto recuento bacteriano*, Dakota USDA: College Of Agriculture & Biological Sciences / South Dakota State University / USDA.

Kutscher C., 1998. *Determinación de Células Somáticas en Calostro Post-Parto de vacas de lechería mediante dos métodos de recuento*. Valdivia Chile, Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias.

Mendoza-Sánchez G., Cerón-Muñoz M.T.A., Ferreira Lima L., De Oliveira Seno L., 2006. Relación entre el recuento de células somáticas y la producción de leche de búfalas en el estado de São Paulo, Brasil. *Livestock Research for Rural Development*, 18(1).

OMS y FAO, 2011. *Codex Alimentarius Leche y Productos Lácteos*, Roma: OMS-FAO.

- Paredes E., 2012. Medida de la acidéz de una leche de vaca. [En línea] Disponible en: http://blog.unach.mx/ezequiel_paredes/files/2012/04/determinaci%C3%B3n-de-acidez-en-la-leche.pdf [Último acceso: Octubre 2012].
- Pedraza C., Mansilla A., Fajardo P., Agüero H., 2000. Cambios en la producción y composición láctea por efecto del incremento de células somáticas en leche de vacas. *Agricultura Técnica*, 60 (3).
- SENASAG, 2012. Lineamientos del Programa de Aseguramiento de la inocuidad en Lácteos, Trinidad Beni: Unidad Nacional de Inocuidad Alimentaria, Bolivia.
- UNIV.ZULIA, 2003. Microbiología De La Leche I. [En línea] Disponible en: http://www.revistavirtualpro.com/files/ti21_200512.pdf [Último acceso: Noviembre 2012].
- UPM, 2006. Refrigeración de la Leche. [En línea] Disponible en: http://ocw.upm.es/produccion-animal/ordeno-mecanico/Tema_5_Refrigeracion_de_la_leche/tema_05-_refrigeracion_de_la_leche_en_granja.pdf [Último acceso: Enero 2013].
- Vargas T., 2001. Calidad de la Leche: Visión de la Industria Láctea, Venezuela: Fundación INLACA; Facultad de Ciencias Veterinarias, UCV.
- Zarraga V., 2008. Requisitos Higiénico-Sanitarios Para La Producción De Leche Cruda Asevetca S.L. [En línea] Disponible en: <http://www.afca.es/Articulo%20Calidad%20Asevetca.pdf> [Último acceso: Febrero 2013].