

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DE LECHE CRUDA DE VACA EN MERCADOS DE ABASTO DE TRINIDAD, BOLIVIA

Mariscal, P.C.A.¹, Ibáñez R.A.² y Gutiérrez M.F.D.³

¹ Docente, Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad Autónoma del Beni, Trinidad, Bolivia. arturomariscal@hotmail.com

² Investigador independiente.

³ Técnico, Laboratorio de Bioquímica, Universidad Autónoma del Beni, Trinidad, Bolivia.

RESUMEN

Para determinar las características microbiológicas de leche cruda de vaca, se estudiaron muestras de expendios de mercados de Trinidad, mediante el método de recuento estándar en placas en el medio de cultivo Recuento en Placa Agar para bacterias mesófilas aerobias (BMA) y Agar MacConkey para organismos coliformes (OC). Los resultados revelaron un promedio 109.286 ufc/ml BMA y 78.576 ufc/ml OC en leche cruda de vaca. Según el recuento de BMA, el 64,3% de las muestras se clasificaron como leche clase uno (<100.000 ufc/ml); el 35,7% leche clase dos (101.000 a 300.000 ufc/ml) y el 100% de las muestras presentaron valores por encima de 200 ufc/ml OC. El 28,6% de muestras se encontraban dentro de parámetros naturales del pH (6,6 a 6,8) y el 71,4% fueron ligeramente ácidas. El 100% de las muestras se encontraron por encima de la temperatura recomendada para su conservación. Las características organolépticas mostraron, 14,3% de sedimentos en su aspecto; 42,9% de las muestras presentaron un sabor ligeramente ácido; el 100% presentó un color característico y en el 42,9% de las muestras su olor fue avinagrado. Se concluye que la leche cruda de vaca, expendida en mercados de abasto de la ciudad de Trinidad, excede los parámetros microbiológicos exigidos para su comercialización y no cumple con la calidad e inocuidad recomendada para el consumo humano.

Palabras claves: bacterias mesófilas aerobias, coliformes, calidad de la leche

ABSTRACT

To determine the microbiological characteristics of raw cow's milk, samples were taken from every shop located in Trinidad's markets. The count of organisms was made by the Plate Count Method

in the growth medium Plate Count Agar for aerobic mesophilic bacteria (BMA), and in MacConkey Agar for coliforms (OC). The results showed an average of 109,286 cfu/ml BMA and also 78,576 cfu/ml OC in raw milk. Moreover, 64.3% of milk samples were classified as milk Class I (<100,000 cfu/ml BMA); 35.7% Class II (101,000 to 300,000 cfu/ml BMA) and 100% of the samples above 200 cfu/ml OC. Then, 28.6% of these were between the natural range of pH (6.6 to 6.8) and 71.4% were slightly acidic. All samples (100%) showed a temperature above what recommended for conservation. Also, the organoleptic properties were observed, 14.3% showed sediments, 42.9% tasted a little acidic, 100% presented a typical color and 42.9% smelled as vinegar. Finally, it was concluded that the Trinidad's markets sell raw cow's milk with microbiological parameters exceed those required for marketing. In addition, the milk does not meet the quality parameters and safety recommended for human consumption.

Key words: aerobic mesophilic bacteria, coliforms, milk quality

INTRODUCCIÓN

La industria lechera en el departamento del Beni es aún incipiente, estando limitada a una sola planta procesadora de lácteos situada en la capital, Trinidad. No obstante los niveles de consumo de leche pasteurizada, aún son limitados, aspecto directamente relacionado con componentes económicos, sociales y culturales, que provocan que gran parte de la población consuma leche cruda vendida en los mercados de abasto de la ciudad.

La leche destinada al consumo de la población debe reunir características de calidad bacteriológica que se enmarquen dentro de parámetros establecidos por la normativa vigente. Aún así, se expende leche cruda directamente al consumidor,

sin que medie un sistema de control sanitario, realizado por instituciones que son responsables de precautelar la salud pública y la inocuidad de los alimentos de origen animal. De este modo, se expone a la población a contraer enfermedades transmitidas por los alimentos (ETAs). Las ETAs provocan, todos los años, numerosas afecciones y fallecimientos, además afectan negativamente en la economía, tanto en países en desarrollo como en desarrollados. Es así que, la inocuidad y la calidad de los alimentos son imprescindibles para la seguridad alimentaria, la salud pública y el desarrollo económico de la población, aún más si se trata de un alimento perecedero como la leche de vaca.

En la actualidad las exigencias de los mercados a la producción lechera se centran en la inocuidad alimentaria, además del cuidado del medio ambiente y el bienestar animal, buscando un producto que no cause daño a la salud (SENASAG, 2011a). Por lo anterior, es imprescindible establecer políticas y acciones que aseguren la inocuidad de los alimentos y que garanticen su calidad higiénica. La mejora de la inocuidad de los alimentos es condición necesaria para aumentar la seguridad alimentaria, que se consigue cuando todas las personas tienen en todo momento, acceso físico, social y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias.

La calidad de la leche está representada esencialmente por la concentración en componentes, y por un bajo recuento bacteriano. Por tanto, la leche para consumo humano debe estar libre de microorganismos patógenos, libre de sedimentos y materias extrañas o nocivas, y tener bajo conteo bacteriano total, entre otras. Un alto recuento bacteriano está estrechamente asociado con pérdidas de producción lechera y disminución del volumen, además de los riesgos inherentes a la población de contraer ETAs.

Para evaluar la calidad de la leche, no solo se observan sus características organolépticas, también se debe realizar un conteo bacteriano que es la prueba que con mayor frecuencia se usa para determinar su calidad. La leche para la venta

al público, debe cumplir con las características microbiológicas establecidas en las normas sanitarias (SENASAG, 2012). En la ciudad de Trinidad, se desconoce la carga microbiana de la leche cruda expendida en los mercados, razón por la cual se efectuó una evaluación de las características microbiológicas de la leche cruda de vaca, ofertada en expendios de mercados de abasto de la ciudad de Trinidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. El trabajo de investigación se realizó en ocho mercados de abasto de la ciudad de Trinidad, capital del Departamento de Beni, Bolivia, región tropical amazónica, localizada 64°54'00" de longitud Oeste y a 14°50'00" de latitud Sur. Con una altura de 156 m sobre el nivel del mar; temperatura promedio anual de 27,6°C; humedad relativa de 87% y precipitación pluvial promedio de 1900 mm anuales (AASANA, 2011; Earth Google, 2013).

Recolección de las muestras. El tamaño de la muestra estuvo representado por el 100% de los expendios de leche cruda de vaca, de ocho mercados de abasto de Trinidad. Las muestras de leche se obtuvieron en 14 expendios distribuidos en ocho mercados de abasto de la ciudad. Luego de identificar los expendios en cada mercado, se realizó una encuesta en donde se observaron variables referidas a las características higiénico-sanitarias, información que fue registrada en un formulario estructurado.

Para obtener las muestras, se homogenizó la leche cruda en su recipiente, luego se extrajeron 50 ml de leche en un frasco estéril. Inmediatamente, se determinó la temperatura en °C y el pH con ayuda de un potenciómetro y termómetro electrónico (Hanna). También se reconocieron las características organolépticas (aspecto, color, sabor y olor) de cada muestra. Concluido el procedimiento, se identificaron los frascos, y se colocaron en un conservador con hielo a $\pm 5^{\circ}\text{C}$ para remitir las muestras al Laboratorio de Bacteriología, Virología y Micología de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad Autónoma del Beni, para su análisis microbiológico.

Diluciones seriadas de las muestras. Para realizar las diluciones de las muestras de leche cruda de vaca, se procedió de acuerdo al método descrito por Callaú (2012), se identificaron seis tubos de ensayo para las diluciones (1:10, 1:100, 1:1.000, 1:10.000, 1:100.000, 1:1.000.000). Posteriormente se agregaron nueve ml agua destilada estéril a cada tubo. Utilizando micro pipeta con punta estéril de 1ml, se transfirió asépticamente un ml de la muestra de leche al primer tubo de ensayo. Se mezcló la suspensión con un agitador vortex a 2.000 rpm por 30 segundos, obteniendo la primera dilución 1:10 (10^{-1}). Posteriormente se transfirió asépticamente un ml de la primera dilución al segundo tubo, para obtener la segunda dilución 1:100 (10^{-2}), se mezcló la suspensión y se siguió el procedimiento hasta llegar al sexto tubo en el que se obtuvo una dilución 1:1'000.000 (10^{-6}).

Siembra en placa. Se prepararon dos medios de cultivo, Recuento en Placa Agar (Britania) para bacterias mesófilas aerobias (BMA) y Agar Mac Conkey (Britania) para organismos coliformes (OC), medios preparados según las indicaciones de fabricante. Luego, se esterilizaron en autoclave a 121°C, 15 lb/pulg² de presión, durante 15 minutos. Terminado el proceso de esterilización, se enfrió para ser utilizados después en el momento de la siembra.

Para la siembra, se etiquetaron placas de Petri estériles con las diluciones 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} y 10^{-6} , utilizando dos placas por dilución. Seguidamente, se realizó una siembra en profundidad, se alicuotó con micropipeta estéril 0.1 ml de cada dilución sobre toda la superficie de la placa, con movimiento circular para esparcir la alícuota, conforme a la técnica de vaciado descrita por Britania (2012), enseguida se vertieron 20 ml de Recuento en Placa Agar fundido a 45°C, homogenizando con movimientos de rotación. Se realizó el mismo procedimiento de siembra con el medio Agar Mac Conkey. Se dejaron enfriar las placas y se incubaron a 37°C durante 48 horas.

Recuento de bacterias. Para el conteo, se observaron las colonias bacterianas sobre la superficie del agar (Recuento en Placa Agar y

Agar Mac Conkey). Cada colonia representó a una unidad formadora de colonia (ufc) y se determinó las ufc/ml. Usualmente una ufc corresponde a una célula viable (LUZ, 2003). Se seleccionaron las placas que contenían entre 30 y 300 colonias y se contó y registró el número de colonias presentes. El conteo de colonias se efectuó con la ayuda de un contador de colonias tipo Québec de campo oscuro, provisto de una placa guía marcada en centímetros cuadrados. En el conteo de colonias se incluyeron las puntiformes, diferenciando de las partículas del medio no disueltas o sustancias precipitadas. Los datos que se analizaron fueron los correspondientes a la dilución 1: 1.000 (10^{-3}) (Callaú, 2012) por ser estos datos los más uniformes.

El resultado se expresó como ufc/ml para lo cual se multiplicó el promedio del número de colonias obtenido, por el inverso de la dilución final de la muestra (Britania, 2012). Así, se realizó el siguiente cálculo matemático: $225 \times 1'000.000 = 225'000.000$ ufc/ml, 225 millones ó $2,25 \times 10^6$ ufc/ml (UNL, 2007; LUZ, 2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El conteo de BMA y OC, a la mejor dilución (10^{-3}), se muestra en la Tabla 1, los datos están organizados de mayor a menor cantidad de BMA.

El 64,3% de las muestras de leche se clasificaron como leche clase uno (<100.000 ufc/ml BMA). El 35,7% clase dos (101.000 a 300.000 ufc/ml BMA). De acuerdo al recuento de OC, el 100% de las muestras presentaron valores por encima del valor aceptado. Según el SENASAG (2011b) una leche de buena calidad contiene menos de 200 ufc/ml OC. Los valores obtenidos en los recuentos bacterianos de estos productos se consideraron como base para su clasificación en diferentes grados de calidad de leche cruda de vaca. La importancia de esta clasificación determina el control sanitario de la leche cruda que deben ejercer los organismos encargados, antes del consumo por parte de la población.

Los recuentos bacterianos altos en leche cruda son indicativos de mastitis o contaminación

durante las operaciones de ordeño, como también pueden deberse a procedimientos inadecuados de manipulación o almacenamiento. Los resultados encontrados indican las ufc/ml BMA presentes en la leche, pero no su fuente de origen. La cuales pueden provenir del equipamiento de ordeño, de mala higiene en la rutina de ordeño o de algunas infecciones intramamarias, mientras que el recuento de ufc/ml OC, se debe a la falta de higiene en su manipulación y son indicadoras de contaminación fecal (UNL, 2007). El estiércol se constituye en fuente principal de microorganismos coliformes (Shirai, 2008). Aunque no todos los coliformes son de origen fecal, por lo que se distinguen en coliformes totales que comprenden la totalidad del grupo y los coliformes fecales que son aquellos de origen intestinal (Zelada, 2011).

Tabla 1. Número de unidades formadoras de colonias (ufc/ml) de bacterias mesófilas aerobias (BMA) y organismos coliformes (OC) en muestras de leche cruda de vaca, expendida en mercados de abasto, dilución 10^{-3} , Trinidad, Bolivia 2012.

Mercado/ Expendio	UFC/ml BMA	UFC/ml OC
A1	208.000	23.400
B1	199.000	185.000
A2	189.000	79.000
C1	145.000	216.000
D1	145.000	144.000
A3	95.000	61.000
E1	78.000	30.000
F1	77.000	30.000
C2	78.000	73.000
C3	75.000	140.000
G1	74.000	30.000
H1	62.000	39.000
B2	56.000	22.800
H2	49.000	26.900
Media (X)	109.286	78.576

Valores de referencia expresados en ufc/ml: Leche Clase 1 (<100.000), Clase 2 (101.000 a 300.000), Clase 3 (301.000 a 599.000), Clase 4 (600.000 a 1.200.000) de BMA. Leche de buena calidad, menos de 200 OC, (SENASAG, 2012).

Las enfermedades transmitidas por alimentos y particularmente de los alimentos de alto riesgo como la leche y sus derivados, se han convertido en un asunto de importancia estratégica por el impacto económico y social que pueden ocasionar.

El control de organismos como salmonella, *Escherichia coli*, *Staphilococcus aureos*, *Brucella melitensis*, *Listeria monocytogenes* y otros microorganismos patógenos potenciales, además de toxinas y aflatoxinas en los productos lácteos, se convierten en un tema de importancia al que se debe dedicar especial atención (SENASAG, 2012).

En Bolivia, según el Sistema Nacional de Información en Salud (SNIS), las Enfermedades Diarréicas Agudas (EDAs), son una de las tres principales causas de muerte en niños menores de cinco años debido a la ingestión de alimentos como leche, derivados cárnicos y agua, contaminados con patógenos. El 2007, según el SNIS, se registraron 24.438 casos en niños menores de un año, 375.366 casos en niños de 1 a 5 años y en general 827.965 personas fueron afectadas por las EDAs; la tasa de mortalidad en niños menores de cinco años fue de 62,9/1.000 (EFE, 2012), lo cual muestra la necesidad de un sistema efectivo de control sanitario de alimentos en mercados de abasto.

La leche, por ser un producto perecedero, fácilmente contaminable y sensible a altas temperaturas, requiere consideraciones especiales en su recolección, transporte y fundamentalmente en el aspecto higiénico (Arrieta, 2011). Teniendo en cuenta esto y además que la temperatura de producción de la leche es de aproximadamente 37°C, se deduce que, para mantener la leche fresca se debe bajar la temperatura por debajo de 10°C. Enfriar el producto después de la ordeña contribuye a mantener su calidad original, y éste es el mejor método para garantizar una leche de buena calidad para su consumo (Shirai, 2008).

La temperatura de la leche durante su transporte y almacenamiento es uno de los factores más importantes que afectan el crecimiento bacteriano y por lo tanto determina su tiempo de conservación. Igualmente, la temperatura influye en los tipos de microorganismo que se desarrollan y por ende en los cambios o tipos de descomposición que experimentará el producto (LUZ, 2003).

En la Tabla 2 se observan los valores de pH en orden ascendente y temperatura, de las muestras de leche cruda, además del promedio general.

Tabla 2. Potencial de hidrogeniones (pH) y temperatura (°C) en muestras de leche cruda de vaca, expedita en mercados de abasto de Trinidad, Bolivia 2012.

Mercado/ Expendio	pH	°C
H1	6,22	29,5
C2	6,38	28,5
B1	6,48	29,6
H2	6,51	30,6
A2	6,51	30,0
C1	6,52	30,5
D1	6,53	29,6
C3	6,54	30,7
E1	6,58	29,0
A1	6,59	31,2
F1	6,60	28,4
G1	6,63	27,0
A3	6,64	31,4
B2	6,68	28,6
Media (X)	6,53	29,6

Cuando la leche se mantiene a temperatura ambiente, sin refrigeración, como lo demuestra la Tabla 2, ésta experimenta procesos de acidificación debido al crecimiento de bacterias lácticas con producción de ácido láctico debido a la fermentación de la lactosa, baja el pH e inhibe el desarrollo de otros microorganismos, ocasionando la precipitación de la caseína al acercarla a su punto isoeléctrico (pH 4,7); estos microorganismos reciben el nombre de mesófilos por tener temperaturas óptimas de crecimiento entre la temperatura ambiente y la corporal (LUZ, 2003).

Una leche recién ordeñada proveniente de vaca sana, solo tiene una contaminación que varía entre 300 y 1.500 bacterias/ml, según Pelayo (1980) citado por Arrieta (2011) y es a partir de la ordeña cuando aumenta el recuento microbiano; a pesar de aumentar la presencia de los microorganismos, estos no se desarrollan durante las primeras horas que siguen al ordeño, ya que la leche fresca tiene un poder bacteriostático que inhibe el desarrollo en ese lapso, dependiendo,

claro está, de la temperatura; así por ejemplo, una leche muy limpia (1.000 gérmenes/ml) a 20°C retarda el desarrollo bacteriano de 10 a 15 horas, pero con leches muy contaminadas en las mismas condiciones puede durar no más de 2 ó 3 horas (Arrieta, 2011). De ahí la importancia de ciertos cuidados, desde el momento del ordeño, teniendo en cuenta que hay microorganismos que se desarrollan a bajas temperaturas (sacrófilos) preferentemente entre 2 y 15°C y los que crecen por arriba de los 40°C (termófilos).

La calidad de leche cruda, conforma tres aspectos bien definidos: composición físico química, cualidades microbiológicas y cualidades organolépticas, todas establecidas por las normativas legales vigentes (Vargas, 2001; SENASAG, 2011b). Las características organolépticas de la leche cruda de vaca, expedita en mercados de abasto de Trinidad, se muestran en la Figura 1.

La leche es un alimento completo y también es un medio de cultivo para el crecimiento de una variedad de microorganismos, que pueden alterar la composición y características organolépticas de la leche (Sabena, 2009). Los microorganismos, especialmente las bacterias y los hongos realizan distintas y complejas acciones químicas en los que participan variados números de enzimas; es así que podemos hallar bacterias que se alimentan básicamente de las proteínas (actividad proteolítica), de las grasas (actividad lipolítica), o azúcares (actividad sacarolítica) (Arrieta, 2011).

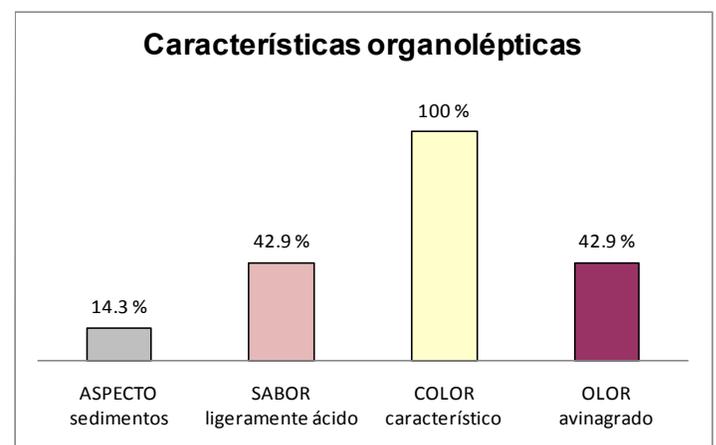


Figura 1. Características organolépticas de la leche cruda de vaca, expedita en mercados de abasto de Trinidad, Bolivia 2012.

En la proteólisis, la acción de las enzimas proteolíticas y proteinasas provoca la llamada "coagulación dulce" de la leche, caracterizada especialmente por la formación de compuestos como aminos y de desprendimientos gaseosos, dando a la leche un olor desagradable. En la sacarólisis, la lactosa se desarrolla en glucosa y galactosa, luego por fermentación se produce ácido láctico. En la lipólisis, distintas bacterias y hongos provocan la descomposición de la grasa degradándola a glicerina y ácidos grasos. También ocurre una coagulación, que a diferencia de la proteolítica, es de naturaleza ácida, provocando un olor agradable por la formación de algunos gases como el diacetilo (Arrieta, 2011).

De igual manera, otros tipos de bacterias pueden producir gases, como las coliformes y el *Clostridium butyricum*, que es una bacteria anaeróbica cuyo efecto puede observarse en la maduración del queso, ocasionando hinchamiento. Luego, la *Enterobacter aerogenes* provoca compuestos gomosos. Por último, las *Pseudomonas ichthyosmia* provoca un típico olor y sabor a pescado debido a la formación de trimetilamina que se genera por el ataque a la lecitina (Arrieta, 2011).

El origen de la contaminación externa puede deberse a diversos factores, la ordeña, el medio ambiente, limpieza del animal, limpieza y salud del personal que trabaja, limpieza de equipos y utensilios utilizados, calidad del agua, etc. El aire, por ejemplo, puede transportar bacterias provenientes del suelo con excrementos, que contaminan con *Escherichia* y *Salmonella*, restos de alimentos, pajas, etc. (Arrieta, 2011). Por otro lado si el animal no está limpio, es común encontrar en él, diversas partículas contaminantes (Shirai, 2008; Sabena, 2009). Si no se hace una limpieza profunda de utensilios que se usan en el proceso, especialmente en ciertos ángulos y rugosidades en donde más fácilmente se desarrollan los microorganismos, se contamina fácilmente la leche fresca.

Durante la producción primaria debe reducirse al mínimo la contaminación de la leche cruda. La carga microbiana de la leche debe ser tan baja como pueda lograrse, utilizando las buenas

prácticas de producción de la leche (OMS y FAO, 2011). En el momento en que se presenta a los consumidores, la leche no debe contener ningún contaminante a niveles que ponga en peligro la salud pública.

CONCLUSIÓN

La leche cruda de vaca, expendida en mercados de abasto de la ciudad de Trinidad, sobrepasa los parámetros microbiológicos exigidos para su comercialización y no cumple con la calidad e inocuidad recomendada para el consumo humano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

Arrieta, L.E., 2011. Evaluación microbiológica de la leche y los productos lácteos producidos en cuatro expendios de la zona metropolitana de Morelia. Disponible en: <http://www.vetzoo.umich.mx/phoca/download/Tesis/2011/Febrero/> Consultada: Septiembre 2012. ed. Morelia: Tesis Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México.

Britania Laboratorios, 2012. britanialab.com.ar. [En línea] Disponible en: <http://britanialab.com.ar/esp/productos/b02/recplacagar.htm>. [Último acceso: Noviembre 2012].

Callaú, H.R., 2012. Obtención de diluciones seriadas, siembra en placa y recuento de colonias [Comunicación personal]. Universidad Autónoma del Beni, Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Noviembre 2012.

Earth Google, 2013. Image digitalglobe. [En línea] [Último acceso: febrero 2013].

EFE, 2012. Día del lavado de manos. Un 46% de niños bolivianos sufre enfermedades diarreicas por falta de higiene, 16 octubre. La Paz, Diario La Razón. Publicación electrónica.

FAO, 2007. Fortalecimiento de los sistemas nacionales de control de los alimentos; Directrices para evaluar las necesidades de fortalecimiento de la

capacidad; Servicio de calidad de los alimentos y normas alimentarias, Roma.

FAO, 2012. Calidad e inocuidad de la leche. [En línea] Disponible en: <http://www.fao.org/ag/ags/industrias-agroalimentarias/carne-y-leche/calidad-e-inocuidad-de-la-leche/es/> [Último acceso: 27 Septiembre 2012].

LUZ, La Universidad del Zulia, 2003. www.revista-virtualpro.com. Microbiología de la Leche I. [En línea] Disponible en: http://www.revistavirtualpro.com/files/ti21_200512.pdf [Último acceso: Noviembre 2012].

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

Sabena, G., 2009. Microbiología de la leche cruda. [En línea] Disponible en: <http://www.emagister.com/curso-leche-produccion-lactea/micro-biología-leche-cruda> [Último acceso: 27 Septiembre 2012].

SENASAG, 2011a. Directrices para la Certificación de Planteles de Animales Bajo Control Oficial-Lechero PAI-L001, Trinidad, Beni, Bolivia.

SENASAG, 2011b. Reglamento para la Inspección y Certificación de la Leche y Productos Lácteos,

La Paz, Bolivia: Unidad Nacional de Inocuidad Alimentaria, SENASAG.

SENASAG, 2012. Lineamientos del Programa de Aseguramiento de la Inocuidad en Lácteos, Trinidad, Bolivia: Unidad Nacional de Inocuidad Alimentaria, SENASAG.

Shirai, K., 2008. Microbiología de la leche y sus productos. [En línea] Disponible en: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:gwhh9YnzgkJ:docencia.izt.uam.mx> [Último acceso: 27 Septiembre 2012].

UNL, Universidad Nacional del Litoral, 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].

Vargas, T., 2001. Calidad de la leche: visión de la industria láctea, Venezuela: Fundación INLACA; Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela.

Zelada, L., 2011. Análisis microbiológico y bromatológico de la leche cruda de vaca expendida y consumida en los mercados de la ciudad de la Santísima Trinidad, 2011, Trinidad, Beni, Bolivia: Universidad Autónoma del Beni.