

ARTÍCULO ORIGINAL

Calidad e inocuidad en la leche cruda de una cadena de producción de una provincia occidental de Cuba

Ailin Martínez Vasallo, Alejandra Villoch Cambas, Ariel Ribot Enriquez, Nivian Montes de Oca, Yamilka Riverón Alemán, Pastor Ponce Ceballo

Laboratorio de Microbiología, CENLAC, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), Apartado 10, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. Correo electrónico: ailin@censa.edu.cu.

RESUMEN: En el sector lechero de Cuba se han producido cambios sustanciales a partir de la implementación de un nuevo sistema de pago y organización en la cadena lechera. Esto motivó la necesidad de determinar la calidad e inocuidad en el sistema de producción actual. Con este objetivo se realizó un estudio en una cooperativa de la región occidental con tradición en la producción de leche. Se seleccionaron 30 productores, dos acarreadores y un punto de venta que constituyen los eslabones principales de esta cadena. En cada uno de ellos se tomaron muestras de leche, mensualmente, durante un año y se determinaron los indicadores físico-químicos e higiénico-sanitarios en las muestras. El análisis de los macrocomponentes lácteos se realizó con el equipo MilkoScan minor por infrarrojo cercano y los análisis microbiológicos a través de normas internacionales para la determinación de microorganismos a 30°C, coliformes totales, *Staphylococcus coagulasa* positivo, *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. Los resultados mostraron que la calidad físico-química de la leche en la producción primaria es adecuada, pero se produce un deterioro en el punto de venta asociado a la adulteración por aguado e insuficiente calidad higiénico-sanitaria y presencia de bacterias patógenas en la leche cruda de la cadena estudiada, lo cual evidenció la necesidad de establecer los requisitos de Buenas Prácticas Lecheras establecidos en el Programa Integral para la Mejora de la Producción y Calidad de la leche (PROCAL), para el control de la inocuidad de este alimento a lo largo de la cadena de producción.

Palabras clave: leche cruda, calidad, inocuidad, cadena de producción.

Quality and safety of raw milk in a dairy production chain in a western province of Cuba

ABSTRACT: Substantial changes have been produced in the dairy sector of the country from the implementation of a new payment system and organization in the dairy chain. This led to the need of determining the quality and safety in the current production system. With this purpose, a study was conducted in a dairy cooperative of the western region of the country with tradition in milk production. Thirty producers, two carriers, and a point of sale, main links in the chain, were selected to be sampled. Milk samples were taken monthly for a year, and the physicochemical and hygienic-sanitary indicators were determined. The analysis of milk macrocomponents was made by MilkoScan minor by near infrared and the microbiological analyses through international standards for determining at 30°C microorganisms, total coliforms, coagulase positive *Staphylococcus* spp., *Escherichia coli*, and *Salmonella* spp. The results showed that the milk physicochemical quality in the primary production was adequate, but milk deterioration occurred at the point of sale associated with adulteration with water and an inadequate hygienic quality by the presence of pathogenic bacteria in the raw milk. The results made evident the need of introducing the requirements of the Good Dairy Farming Practice established in the Integral Program for the Improvement of Milk Production and Quality (PROCAL) to control the safety of this product along the production chain.

Key words: Raw milk, quality, safety, production chain.

INTRODUCCIÓN

El año 2007 fue de grandes cambios para el sector lechero en Cuba, a partir de la aplicación de un nuevo sistema de pago (1) y la entrega de tierras ociosas en usufructo a los campesinos, según el Decreto Ley 259 (2), unido a la implementación de la distribución local de leche en casi todo el país, dirigida a los sectores más sensibles de la población: niños, embarazadas y enfermos. Este sistema constituye una alternativa del estado cubano con el objetivo de sustituir importaciones, incrementar la producción de leche, ahorrar gastos por concepto de combustible y transportación e incrementar el consumo en la población (3).

La distribución local de leche tiene como base el sector cooperativo y campesino, desde la producción hasta la entrega en el punto de venta. Sin embargo, la lechería cubana tiene dos grandes limitaciones: una, los problemas asociados a la carencia de alimento animal en cantidad y calidad durante el periodo seco (3, 4), de los cuales se derivan múltiples consecuencias en el bajo desempeño productivo de los rebaños; y la otra, la necesaria solución a las deficiencias en la calidad e inocuidad de la leche (5, 6). Esto hace suponer que la leche que llega a los puntos de venta tiene dificultades en su calidad. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la calidad e inocuidad de la leche cruda en los segmentos de producción primaria, acarreo y punto de venta que corresponden a una cadena de producción en una provincia del occidente de Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en una cooperativa ubicada en una de las provincias occidentales de Cuba, conformada por los tres segmentos principales de una cadena agroalimentaria que no incluye procesamiento: producción primaria (30 productores individuales), acarreo de la leche (2 acarreadores) y un punto de venta, durante el periodo de enero de 2010 a enero de 2011. Se tomaron un total de 384 muestras de leche cruda, 360 muestras colectadas en la producción primaria, 12 en el acarreo y 12 en el punto de venta, con una frecuencia mensual según la Norma IDF 050-ISO707: 2008 (7). Las muestras se conservaron a temperaturas de 4-6°C durante su traslado al laboratorio y se aseguró que el análisis de las mismas se efectuara dentro de las cuatro horas posteriores a su llegada.

Para el análisis de los indicadores físico-químicos se determinó la densidad de la leche con un lactodensímetro según la Norma Cubana NC 119:2001 (8) y la determinación de proteína, grasa, lactosa, sólidos no grasos y sólidos totales mediante el equipo

MilkoScan minor-6, A/S Foss Electric, Denmark, según la Norma FIL/IDF 141C-2000 (9). La prueba de California para el diagnóstico de Mastitis se realizó acorde a la Norma Cubana NC 118: 2001 (10).

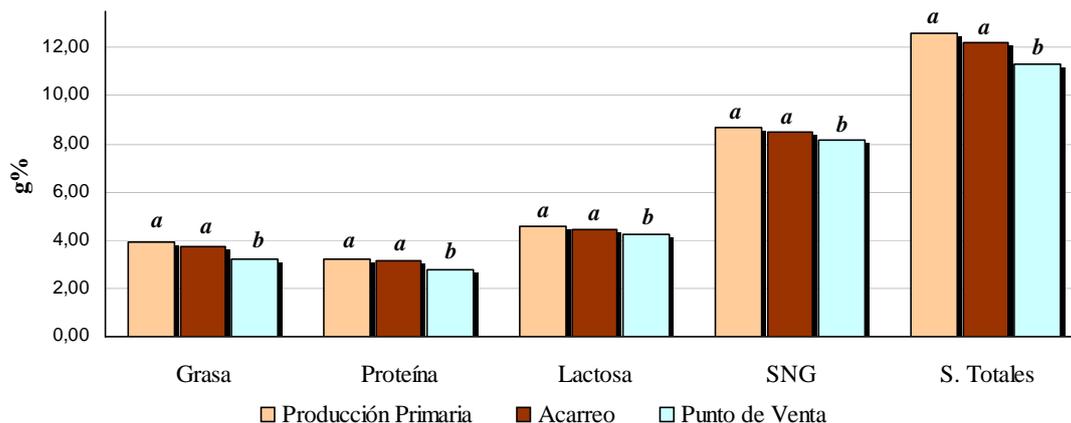
La preparación de las muestras de ensayo para los análisis microbiológicos se realizó siguiendo la metodología establecida en la norma ISO 8261: 2002 (11). Se sembraron en diferentes medios de cultivo para la determinación de la calidad higiénico-sanitaria y se incubaron a las temperaturas apropiadas, según las normas vigentes y de la siguiente forma: ISO 4833: 2003 para el conteo total de microorganismos a 30°C en Agar para conteo en placa suplementado con leche descremada con incubación a 30°C (12); ISO: 4832:2006 para conteo de bacterias coliformes totales en Agar Violeta Rojo Bilis a 30°C (13). El conteo de *Staphylococcus coagulasa* positivo se realizó en Agar Baird Parker e incubación a 37°C según ISO 6888-1: 2003 (14), y según la norma ISO 16649-2:2000 se realizó la determinación de *Escherichia coli* en Agar TriptonaBilis Glucorónico (Agar TBX) e incubación a 37°C (15), la detección de *Salmonella* spp. se realizó de acuerdo con la norma ISO 6579: 2002 (16). Los indicadores generales de calidad obtenidos fueron comparados con los requisitos establecidos para leche cruda en la NC 448:2006 (17).

Para el análisis estadístico se emplearon los estadígrafos simples de posición (media) y de dispersión (desviación estándar) y se realizó un análisis de varianza doble y la dócima de comparación múltiple de Duncan, así como comparación múltiple de proporciones. Todos los análisis se realizaron mediante el paquete estadístico SAS, versión 9.1 (18).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó una disminución significativa de los macrocomponentes lácteos: grasa, proteína, lactosa, sólidos totales (ST) y los sólidos no grasos (SNG) en el punto de venta comparado con la producción primaria y acarreo (Fig. 1).

Los resultados de los principales componentes lácteos en la producción primaria son típicos de los genotipos con alto grado de rusticidad que se explotan en el sector campesino del país, así como de la alimentación que reciben, basada fundamentalmente en materiales fibrosos, pastos y forrajes (4, 24, 25), dando como resultado elevado contenido de grasa, como se observa en la Figura 1. Resultados similares se han reportado para mestizos Siboney de Cuba por otros autores (6, 19). Otro factor que pudiera influir en el contenido de grasa es la práctica del ordeño manual,



Letras diferentes indican diferencia significativa ($p < 0,05$).

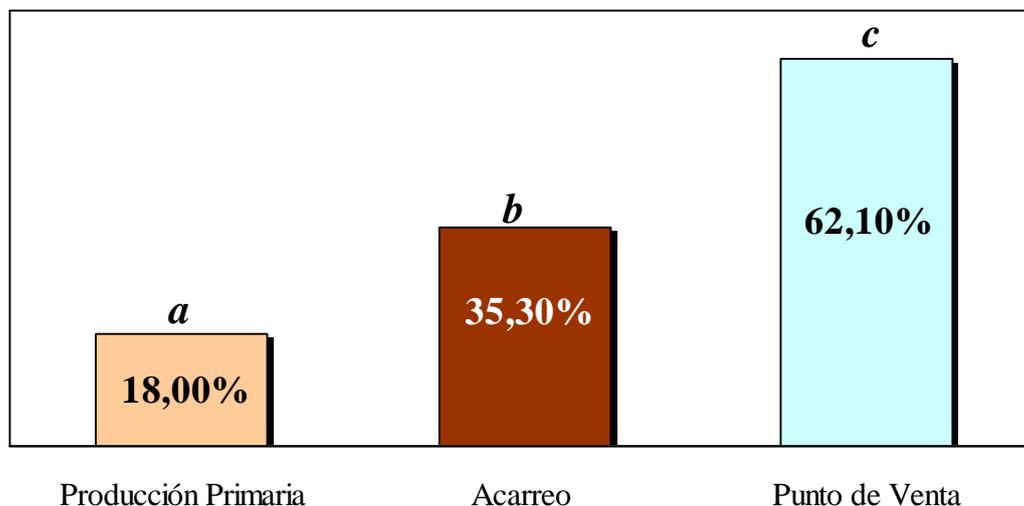
FIGURA 1. Componentes lácteos (g%) en los segmentos de la cadena de producción./ *Milk components (g%) in the segments of the production chain.*

una vez al día, el que se describe como que aumenta el contenido porcentual de grasa y proteína (6). Sin embargo, en lo concerniente a la proteína, se observó un discreto descenso para este genotipo lechero, lo que debe estar condicionado directamente por la calidad de los alimentos, condiciones ambientales y manejo zootécnico dentro de rebaños genéticamente estabilizados (6, 19).

La leche en punto de venta no cumple con los requisitos mínimos establecidos en la norma de especificaciones de calidad para leche cruda NC 448:2006

(17). Se reportan resultados inferiores de 3,20g%, 2,90g%, 8,20g% y 11,40g% para grasa, proteínas, sólidos totales y sólidos no grasos, respectivamente, en las muestras de leche analizadas. Esta disminución de la calidad de la leche en el punto de venta se debe, fundamentalmente, a las adulteraciones por aguada (Fig. 2).

El análisis de la densidad arrojó que el 18% de las muestras en la producción primaria tenían densidad inferior a 1,029g/l; esto se incrementó en el acarreo y punto de venta (Fig. 2). El promedio de la medida de la



Letras diferentes indican diferencia significativa ($p < 0,05$).

FIGURA 2. Por ciento de muestras con densidad inferior a 1,029 g/l en los segmentos productivos./ *Percentages of samples with a density below 1,029 g/l in the productive sectors.*

densidad fue de 1,028⁵g/l, 1,027g/l y 1,025⁵g/l en la producción primaria, acarreo y punto de venta, respectivamente. Las muestras adulteradas con agua contenían entre 27 y 52% de agua añadida; esto indica que los requerimientos nutricionales del sector de la población al cual está dirigido este alimento se encuentren reducidos a la mitad de lo que se tiene concebido que se suplemente en la dieta. La leche no es un sistema en equilibrio, por lo que la adulteración con agua provoca cambios en su calidad composicional.

El 23,5% de las muestras analizadas en el eslabón primario, en cuanto a la presencia de mastitis bovina, fueron superiores a positivo débil según la clasificación por el California Mastitis Test (CMT) (12). Lo anterior evidenció los problemas sanitarios existentes en los rebaños por mastitis subclínica (23, 24, 25). Por otra parte, este indicador se encuentra por encima del nivel permisible (positivo débil) en los tres eslabones de la cadena de producción, lo que es lógico porque el mismo se define en el momento de obtención de la leche a partir de la ubre del animal. Esta prevalencia de mastitis bovina está dada por la incorrecta rutina de ordeño y la no observación de la leche durante el despunte (25); a su vez, la disminución en el punto de venta se debe a la adulteración por aguado y no por una razón fisiológica.

Según Philpot y Nickerson (26), si las leches de tanque tienen recuentos superiores a 400 000 células somáticas/ml, esto sugiere una prevalencia significativa de mastitis en el rebaño. Los altos niveles de células

somáticas afectan la calidad de la leche a través de dos mecanismos: el primero, provocando alteraciones en la síntesis de la leche y el segundo, ocasionando cambios en los componentes durante el almacenamiento, debido al incremento de actividad proteolítica y lipolítica de las enzimas celulares. Por tanto, la mastitis es una enfermedad muy compleja y, por ello, difícil de controlar. Los programas de control contra la mastitis más exitosos se basan en la prevención de las nuevas infecciones y en la eliminación de las existentes. Las nuevas infecciones pueden reducirse aumentando la resistencia de las vacas a las infecciones y mejorando sensiblemente la higiene del ganado y de todos sus procesos, particularmente el ordeño, a fin de evitar que los microorganismos tengan acceso al pezón, además de realizar análisis en fondo oscuro y la prueba de California Mastitis Test al rebaño.

Según se muestra en la Figura 3, la contaminación microbiana para los tres indicadores evaluados fue superior en el punto de venta ($p < 0.05$), donde se observó un incremento estadísticamente significativo con respecto al eslabón primario.

La media de los conteos fue superior a 1×10^6 ufc/ml para el caso de microorganismos totales cultivados a 30°C, 1×10^5 ufc/ml y 1×10^3 ufc/ml para coliformes totales y *Staphylococcus coagulasa* positivo, respectivamente, en cada uno de los segmentos de la cadena de producción. Esto mostró diferencias significativas en el punto de venta con respecto a la producción primaria y acarreo, como se observa en la Figura 4.

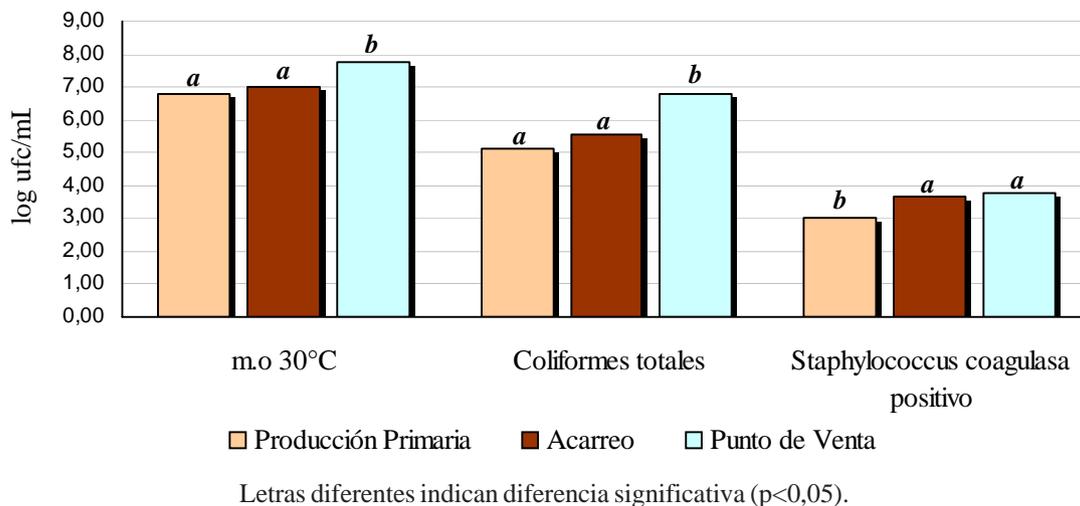
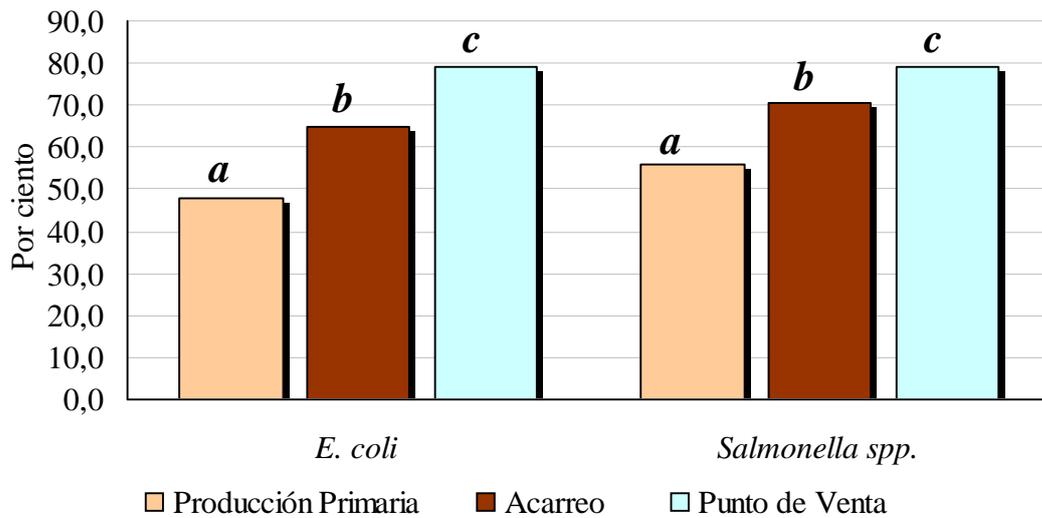


FIGURA 3. Recuentos de microorganismos a 30°C, coliformes totales y *Staphylococcus coagulasa* positivo en los segmentos de la cadena de producción/ *Microorganism counts at 30°C, total coliforms and coagulase positive Staphylococcus in the segments of the production chain.*



Letras diferentes indican diferencia significativa ($p < 0,05$).

FIGURA 4. Porcentaje de muestras con presencia de *Salmonella spp.* y *Escherichia coli* en la cadena de producción./ *Percentage of samples with Salmonella spp. and Escherichia coli in the production chain.*

El incremento de estos indicadores está influenciado por las inadecuadas condiciones de obtención de la leche en el sector cooperativo del país por inadecuadas prácticas de ordeño, limpieza deficiente de las ubres y del ambiente del ordeño, baja disponibilidad de agua potable, inadecuadas condiciones higiénicas de las instalaciones, utensilios y personal (27, 28). Unido a los largos intervalos de tiempo, desde la obtención hasta el punto de venta sin refrigeración ni uso del Stabilak (como preservante de la calidad de la leche), los cuales contribuyen al incremento del crecimiento microbiano a partir de las afectaciones iniciales.

En Cuba, los reportes sobre calidad bacteriológica en leche cruda son muy limitados; solamente se determinó el tiempo de reducción del azul de metileno (TRAM) como indicador para el pago por calidad de leche. Los reportes, desde el punto de vista cuantitativo, son escasos en leche cruda en el país; sin embargo, es común a nivel internacional que el pago se haga a través del conteo de microorganismos como indicador higiénico en la producción de leche.

Staphylococcus aureus es uno de los agentes causales principales a nivel internacional de mastitis bovina. Por el California Mastitis Test se comprobó la presencia de esta enfermedad (Figura 3), por lo que resulta justificado el gran número de muestras que se encontraron con la presencia de este agente. Estudios anteriores reportaron una alta prevalencia de *Staphylococcus aureus* en los rebaños lecheros como principal agente causante de mastitis bovina, el cual

puede contaminar la leche (23, 24, 29) y se ha relacionado como agente causal de brotes de enfermedades de transmisión alimentaria en leche y productos lácteos (30). Por la importancia epidemiológica que tiene la presencia de *Staphylococcus coagulasa* positivo para la comercialización y consumo de los productos lácteos, los resultados antes expuestos corroboran la necesidad de monitorear y establecer un grupo de medidas de control de la mastitis bovina en estos rebaños.

Del total de muestras analizadas, el 99,6% fueron positivas a *Salmonella spp.* y *Escherichia coli*. Los resultados obtenidos indican que el 55,8% y 47,8% de las muestras en el eslabón primario fueron positivos a la presencia de *Salmonella spp.* y *Escherichia coli*, respectivamente.

Se puede suponer que los elevados niveles de *Salmonella spp.* y *Escherichia coli* se deben a las inadecuadas condiciones higiénicas que favorecen el crecimiento de estas bacterias enteropatógenas (31, 32), lo cual representa un riesgo para la salud pública, fundamentalmente en los sectores susceptibles de la población a quienes está dirigido este alimento.

En Cuba, la salmonelosis constituye una de las principales enfermedades de transmisión alimentaria después de las intoxicaciones causadas por *Staphylococcus aureus* (33). En el año 2012 fue el microorganismo predominante en el 26% de los brotes de ETAs que se produjeron en el país, mientras que *Escherichia coli* se detectó en el 4% de los brotes ocurridos (34).

La calidad bacteriológica de la leche cruda en la cadena de producción investigada, en general, no es buena, ya que supera los parámetros establecidos en la norma de especificaciones de calidad de leche cruda (17). Esta calidad está determinada por la salud, la alimentación y la higiene de los rebaños, ambiente en el cual se encuentran y ordeñan, además la deficiente rutina de ordeño empleada, los utensilios mal higienizados, los largos tiempos de almacenamiento desde el ordeño hasta su llegada al punto de venta, las temperaturas ambientales generalmente altas y la transportación inadecuada.

En la mayoría de los casos, en que la leche cruda se distribuye en puntos de ventas directos, los productores se encuentran dispersos, la leche no tiene condiciones de refrigeración, hay ausencia de buenos caminos, con acarreadores que no tienen recipientes ni medios de transportes adecuados, además de otras dificultades. Estos resultados sugieren claramente el riesgo que puede representar el consumo de leche cruda debido a la presencia de bacterias patógenas con gran participación en las enfermedades transmitidas por alimentos. Por lo tanto, las Buenas Prácticas de Higiene durante la obtención, el almacenamiento, el transporte y el manejo de este alimento son importantes para conservar su calidad e inocuidad.

Podemos concluir que la calidad físico-química de la leche en la producción primaria es adecuada, pero se produce un deterioro en el punto de venta asociado a la adulteración por aguado. La insuficiente calidad higiénico-sanitaria y la presencia de bacterias patógenas evidencian deficiente calidad e inocuidad de la leche cruda en la cadena estudiada por lo que se hace necesario establecer los requisitos de Buenas Prácticas Lecheras establecidos en el Programa Integral para la Mejora de la Producción y Calidad de la leche (PROCAL) para el control de la inocuidad de este alimento a lo largo de la cadena de producción.

REFERENCIAS

1. Ministerio de Finanzas y Precios (Cuba). Resolución sobre el pago de la leche según calidad. Resolución No 152. Anexo 1. 2007. pp1-11.
2. Gaceta Oficial de Cuba. Decreto Ley 259. Reglamento sobre la entrega de tierras ociosas en usufructo. 2007. Disponible en <http://www.actaf.co.cu/biblioteca/legislacion-agraria-cubana/decreto-ley-no-259-sobre-la-entrega-de-tierras-ociosas-en-usufructo.html>. Revisado: 22 de Marzo 2014.
3. Ponce P. Un enfoque crítico de la lechería internacional y cubana. Rev Salud Anim. 2009;31(2):77-85.
4. Galindo J, Marrero Y, González N, Sosa A. Manipulación de la fermentación ruminal. Libro Electrónico. Registro 2767-2007. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba.2007.Cuba. pp1-100.
5. Lamazares J. Nuevos usos del Sistema Diramic en la evaluación de la calidad de la leche. Tesis en opción al grado Científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. La Habana, Cuba.2006.Cuba. pp1-100.
6. Hernández R. Caracterización, diagnóstico y corrección de alteraciones en las características físico-químicas de la leche en rebaños HolsteinFriesian. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Universidad Agraria de La Habana 2003.Cuba. pp1-100.
7. Norma IDF 050/ISO 707. Milk and milk products. Guidance of sampling. 2008.
8. Norma NC 119. Determinación de la Densidad o Peso Específico de la Leche.2001.
9. Norma FIL/IDF 141C. Determination of milk fat, protein and lactose content. Guidance on the operation of mid-infrared instruments.2000.
10. Norma NC 118. Prueba de California para el diagnóstico de Mastitis.2001.
11. Norma ISO 8261. Milk and milk products-General guide for the preparation of test samples, initial suspensions and decimal dilutions for microbiological examination.2002.
12. Norma ISO 4833. Microbiology of food and animal feeding stuffs-Horizontal method for the enumeration of microorganisms. Colony-count technique at 30°C.2003.
13. Norma ISO 4832. Microbiology of food and animal feeding stuffs-Horizontal method for the enumeration of coliforms. Colony-count technique.2006.
14. Norma ISO 6888-1. Microbiology of food and animal feeding stuffs-Horizontal method for the enumeration of coagulase-positive staphylococci (*Staphylococcus aureus* and other species). Part

- 1: Technique using Agar Baird Parker medium.2003.
- 15.Norma ISO 16649-2. Microbiology of food and animal feeding stuffs-Horizontal method for the enumeration of β -glucuronidase-positive *Escherichia coli*-Part 2: Colony-count technique at 44 °C using 5-bromo-4-chloro-3-indolyl β -D-glucuronide.2000.
- 16.Norma ISO 6579. Microbiology of Food and Animal Feeding Stuff-Horizontal-Method for the Detection of *Salmonella* spp- Reference Method.2002.
- 17.Norma NC 448. Especificaciones de calidad. Leche cruda.2006.
- 18.SAS Institute. SAS/STAT User's Guide. Version 9.1. SAS Institute Inc., Cary, NC.2008.
- 19.Ponce P. Composición láctea y sus interrelaciones: expresión genética, nutricional, fisiológica y metabólica de la lactación en las condiciones del trópico. Rev. Salud Anim. 2009;31(2):69-76.
- 20.Delgado D. Fermentación de los carbohidratos en el rumen. Libro: Fisiología y bioquímica nutricional de rumiantes. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba.2007.
- 21.Stuart R. Estequiometría de la fermentación ruminal. En: Libro Aspectos bioquímicos y fisiológicos del TGI de rumiantes edres. Galindo J, Marrero Y, Stuart R, Bocourt R. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba.2008.
- 22.PonceP. Composição do leite: uma perspectiva desde o trópico. Díaz IGF, Troller PA, Fischer V, Balbinotti ZM, Bondan C. Qualidade do leite bovino: variações no trópico e no subtropico. Passo Fundo-RS-Brasil.2011.Ed. 1.UFP.pp. 28-51.
- 23.Armenteros M, Peña J, Ponce P, Pulido, JL. Caracterización de la situación de la mastitis bovina en rebaños de lechería especializada. Rev. Salud Anim.2002;24(2): 20-26.
- 24.Novoa R. Evaluación epizootiológica y económica de la mastitis bovina en rebaños lecheros especializados de la provincia de Cienfuegos. Tesis para la opción del título de Máster en Ciencias. Cuba. 2002. 1-100.
- 25.Ruíz AK, González D, Peña J. Situación de la mastitis bovina en Cuba. REDVET. 2012;13(12): Disponiblen:<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121212.html>. Revisado 22 de Marzo 2014.
- 26.Philpot NN, Nickerson SC. Ganando la lucha contra la mastitis. Publicado por Westfalia. Surge, inc.yWesfaliaLandtechnik GMBH. Alemania. 2000. pp1-150.
- 27.Molineri A, Signorini ML, Cuatrin A, Canavesio V, Neder V, Russi N, et al. Calidad bacteriológica y relación entre gru-pos bacterianos en leche de tanque de frío.FAVE-Ciencias Veterinarias. 2009;8(2):75-86.
- 28.Verdier-Metz I, Michel V, Delbes C, Montel MC. Do milking practices influence the bacterial diversity of raw milk?. Food Microbiology. 2009; 26:305-310.
- 29.Armenteros M, Díaz JL, Linares E, Ponce P. Evaluación de la situación clínica epizootiológica de la mastitis en los principales rebaños lecheros de la región occidental y central del país. Informe final CENLAC. CENSA.2000.
- 30.Wijesinha-Bettoni Ry Burlingame B. Milk and dairy product composition. In: Safety and Quality. FAO. 2013. E-ISBN 978-92-5-107864-8. 2013.242-274.
- 31.Jayarao BM y Henning DR. Prevalence of foodborne pathogens in Bulk Tank Milk. 2001;84: 2157-2162.
- 32.Jayarao BM, Donalson SC, Straley BA, Sawant AA, Hegde NV, Brown JL. A survey of foodborne pathogens in bulk tank milk and raw milk consumption among farm families in Pennsylvania. J. DairySci.2006;89:2451-2458.
- 33.Puig Y, Espino M, Leyva V, Martino TK, Méndez D, et al. Susceptibilidad antimicrobiana en cepas de *Salmonella* spp. de origen clínico y alimentos. Rev. Panam. Infectol.2007;9(3):12-16.
- 34.Ministerio de Salud Pública/Dirección Nacional de Sanidad Ambiental. Reporte de Brotes de Enfermedades de Transmisión Alimentaria en Cuba. 2012.

Recibido: 8-3-2015.

Aceptado: 28-6-2015.