

CALIDAD BACTERIOLÓGICA DE LA LECHE EN SISTEMAS DE ORDEÑO EN EL MUNICIPIO MATURÍN, MONAGAS, VENEZUELA

BACTERIOLOGICAL QUALITY OF MILK IN MILKING SYSTEMS IN THE MUNICIPALITY OF MATURÍN, MONAGAS, VENEZUELA

Bárbara Guevara-Ramos¹, Magalys Rivas-Nichorzon¹, Ramón Silva-Acuña²

¹Universidad de Oriente, Escuela de Zootecnia, Departamento de Biología y Sanidad Animal, Avenida Universidad, Campus Los Guaritos.

²Postgrado Agricultura Tropical, Campus Juanico, C.P: 6201. Maturín, estado Monagas, Venezuela

Correo: barbaraguevara95@gmail.com

Información del artículo

Tipo de artículo:
Artículo original

Recibido:
14/08/2020

Aceptado:
25/11/2020

Licencia:
CC BY-NC-SA 4.0

Revista
ESPAMCIENCIA
11(2):68-74

DOI:
https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v11i2.216

Resumen

El objetivo de la presente investigación fue determinar la calidad bacteriológica de la leche cruda procedente de dos sistemas de ordeño en fincas bovinas del municipio Maturín, estado Monagas. El ensayo se condujo por seis semanas y se cuantificó las poblaciones de coliformes totales (CT), coliformes fecales (CF) y *Escherichia coli* presentes en las muestras. El experimento se instaló en un diseño de bloques al azar con arreglo factorial (2x2), donde el factor (A) correspondió a los tipos de ordeño, manual y mecánico, y el factor (B) a la aplicación u omisión de secado de los pezones de cada animal previo al ordeño. Las variables cuantificadas fueron examinada por análisis de varianza y sus valores promedios comparados por Tukey a 5% de probabilidad. El factor sistema de ordeño detectó diferencias significativas ($p \leq 0,05$) para el recuento de CT, siendo en el sistema manual donde ocurrió el menor conteo con 5,76 Log₁₀ NMP.mL⁻¹. Para el factor aplicación o no del secado en la rutina de ordeño se constató diferencias altamente significativas ($p \leq 0,001$) en la población de CT, en este caso la práctica de secado al pezón presentó el menor recuento con 5,60 Log₁₀ NMP.mL⁻¹. Las poblaciones de CF y *E. coli*, disminuyeron con la aplicación de secado. Los métodos implementados durante la rutina de ordeño influyen directamente en la calidad bacteriológica de la leche cruda.

Palabras clave: Leche cruda, microbiología, coliformes, secado.

Abstract

The objective of this research was to determine the bacteriological quality of raw milk from two milking systems on bovine farms in the Maturín municipality, state of Monagas. The test was conducted for six weeks. The populations of total coliforms (TC), fecal coliforms (CF) and *Escherichia coli* in the samples were quantified. The experiment was set up in a randomized block design with a factorial (2x2) arrangement, where factor (A) corresponded to the types of milking, manual and mechanical, and factor (B) drying vs non-drying teats of each animal prior to milking. The quantified variables were examined by analysis of variance and their mean values compared by Tukey at 5% probability. The milking system factor detected significant differences ($p \leq 0,05$) for the CT count, with the manual system showing the lowest count occurred with 5.76 Log₁₀ NMP.mL⁻¹. For the factor drying vs non-drying teats in the milking routine, highly significant differences were found ($p \leq 0,001$) in the CT population, in this case the practice of teat drying presented the lowest count with 5.60 Log₁₀ NMP.mL⁻¹. CF and *E. coli* populations, decreased with the application of drying. The methods implemented during the milking routine directly influence the bacteriological quality of raw milk.

Keywords: Raw milk, microbiology, coliforms, drying.

INTRODUCCIÓN

La leche es un compuesto líquido, opaco, de color blanco marfil y de sabor dulce, obtenido del ordeño higiénico, proveniente de un animal en buen estado de salud y alimentación (COVENIN, 1993). Por otro lado, Da Silva *et al.* (2016) lo señalan como un producto apto para el consumo humano por su alta calidad nutritiva, siempre y cuando se encuentre libre de sustancias tóxicas, microorganismos y calostros que alteran su composición.

La leche es el medio propicio e idóneo para el crecimiento y desarrollo de microorganismos causantes de su alteración (Cedeño *et al.*, 2015); de manera similar, las enfermedades que afectan al ganado influyen directamente su calidad e inocuidad, lo cual representa un peligro potencial para la salud pública si no se aplican prácticas de higiene durante las etapas de ordeño, transporte, procesamiento y manufactura (FAO, 2011).

Dada las características de la leche cruda, las bacterias son los microorganismos más favorecidos en su crecimiento y los coliformes los de mayor importancia en la industria láctea (Reyes *et al.*, 2010; Riquelme y Bonifaz, 2012). Los coliformes son bacterias Gram negativas de morfología bacilar, aerobias o anaerobias facultativas, que crecen en presencia de sales biliares y fermentan la lactosa a una temperatura de 37° C obteniéndose como productos de fermentación el ácido láctico y gas. Aunque algunos coliformes se encuentran en la naturaleza, la mayoría son de origen entérico, es decir, proceden del intestino del humano y los animales, por esta razón son considerados un indicador importante de la calidad de la leche (Siqueira *et al.*, 2014).

Bacterias como *Escherichia coli*, y otros microorganismos similares, denominados coliformes fecales, podrían llegar a ser patógenos. En consecuencia la presencia de estas en la leche representa un peligro y puede ser evidencia de contaminación fecal reciente, que sucede al ordeñar vacas con ubres sucias o cuando el equipo de ordeño está contaminado o con una higiene precaria (Alfaro *et al.*, 2014). La calidad bacteriológica hace referencia a la identificación de la flora bacteriana presente en la leche, lo cual contribuye con la determinación de las principales fuentes de contaminación y que basados en esta sea posible establecer los correctivos necesarios para su posterior manejo (García *et al.*, 2009).

En las unidades de producción lecheras o doble propósito, existen dos tipos de sistemas de ordeño, manual o mecánico, el primero, consiste en la extracción de la leche por medio de aplicación de presión con las manos sobre los pezones del animal, para ser recolectada en baldes o cantaros, en general este sistema requiere un mínimo de

instrumentación y equipos (INTI, 2016); por otro lado, el ordeño mecánico utiliza un equipo de control de vacío y presión que simula el amamantamiento, consta de pezoneras, mangueras y tuberías por las cuales fluye la leche directamente hacia el tanque de recolección y almacenamiento (Chahine 2014; Martínez *et al.*, 2011). En este sentido, para ambos sistemas, debe prevalecer las buenas prácticas de ordeño, que son medidas preventivas, que aplicadas a las instalaciones, al manejo de las vacas en las fases de ordeño, conservación de la leche, limpieza y desinfección, reducirán significativamente el riesgo de contaminación de la leche cruda por material extraño, microorganismos o sustancias químicas (Martínez y Gómez, 2013).

Es de considerar, la correcta preparación de la ubre antes del ordeño, esta práctica mejora considerablemente la calidad bacteriológica de la leche. Se debe realizar el lavado únicamente en los pezones con agua limpia y baja presión, asimismo es importante secarlos completamente antes del ordeño y se recomienda emplear toallas de papel individual, esta es una medida higiénica simple, que no agrega tiempo adicional a la rutina de ordeño, y que puede ser aplicada correctamente por los ordeñadores, con ello se protege la salud y además se crea una cultura de higiene en los productores para ofrecer un producto de calidad en las unidades de producción (Munera, 2017).

De manera general, las condiciones higiénicas y sanitarias bajo las cuales se realiza el ordeño influyen directamente sobre la calidad bacteriológica de la leche cruda, independientemente del sistema productivo, de los insumos y tecnologías utilizadas. Rutinas de ordeño que omiten las prácticas higiénicas recomendadas es una de las causas principales de altos recuentos microbianos en la leche. En función de lo antes planteado la presente investigación se realizó con el objetivo de determinar la calidad bacteriológica de la leche cruda proveniente de dos sistemas de ordeño, cuantificadas en relación a las poblaciones de coliformes totales, fecales y *E. coli*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de las fincas y caracterización de los sistemas de ordeño

La investigación se realizó en dos fincas bovinas lecheras, una con sistema de ordeño mecánico y la otra de forma manual, ambas ubicadas en el sector Vuelta Larga de la parroquia La Pica, municipio Maturín, estado Monagas. Las coordenadas geográficas corresponden a 9° 49' 51" LN y, 63° 02' 01" LO; ubicadas a la altitud de 24 m, temperatura promedio de 28°C, humedad relativa de 63% y precipitación promedio anual de 1.271 mm (INAMEH, 2016).

La finca 1, realiza el ordeño de forma manual con apoyo del becerro, en el cual se emplean dos ordeñadores para un grupo total de veintidós vacas de la raza Carora. La finca 2, posee un sistema de ordeño mecánico, también con apoyo del becerro, el mismo cuenta con dos ordeñadores y un grupo total de sesenta vacas mestizas de las razas Carora, Pardo Suizo, Holstein y Simmental.

Toma de muestras

Las muestras de leche se recolectaron según los procedimientos descritos en la norma COVENIN 938 (1983). Todo el material utilizado para el muestreo fue esterilizado previamente a 121°C en autoclave del Laboratorio de Microbiología General de la Universidad de Oriente *Campus* Los Guaritos. En ambos sistemas de ordeño mecánico y manual la leche fue acopiada en cántaras, luego se realizó el mezclado homogéneo del líquido, utilizando guantes y un cucharón de metal estéril, posterior a esto se procedió a tomar las muestras.

Las muestras se colectaron en recipientes de vidrio con cierre hermético hasta obtener un volumen de 200 mL. Posteriormente se cerraron y se colocaron en un recipiente isotérmico, el cual contenía hielo en su interior para mantenerlas refrigeradas.

Se recolectaron cuatro muestras semanalmente y su traslado se realizó inmediatamente al Laboratorio de Microbiología General, ubicado en la Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas, *Campus* Los Guaritos, donde se realizaron los análisis microbiológicos.

Determinación de las poblaciones de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*

Para determinar las poblaciones de coliformes totales, fecales y de *E. coli* se aplicó el método del número más probable (NMP) según la norma COVENIN 1104 (1996). Se tomó 1 mL de las diluciones seriadas preparadas y se inoculó en tres tubos por dilución con caldo lauril sulfato triptosa marca Himedia® M080. Se incubaron los cultivos a 37°C durante 48 horas, finalizado este periodo se agitó suavemente cada tubo y se observó la producción de gas. Se consideraron positivos aquellos tubos con producción de gas (CO₂) mediante la formación de burbujas y viraje de color por la liberación de ácidos. Seguidamente, se realizó una prueba confirmatoria a los tubos que resultaron positivos en la prueba anterior. Después de agitarlos suavemente, se inoculó una asada de cada uno a tubos de caldo Bilis Verde Brillante (BVB) marca Himedia® M121 previamente estéril, y se incubaron a 37°C durante 24 horas; después de ese periodo, se contaron y registraron aquellos tubos que presentaron producción de gas y turbidez. Los resultados obtenidos fueron extrapolados por la tabla de NMP, y se reportaron como Log₁₀ NMP coliformes totales.L⁻¹ de leche cruda.

Para la prueba confirmatoria de coliformes fecales, se tomaron los tubos con gas en caldo Bilis Verde Brillante y se transfirieron con un asa de 3mm a tubos con caldo para enriquecimiento de coliformes (EC) marca Himedia® M127 previamente temperado. Se incubaron a 43°C durante 24 horas. Se registraron los tubos con gas y se llevaron los resultados a la tabla de NMP y se expresaron como NMP coliformes fecales.mL⁻¹ de leche cruda.

Para cuantificar la presencia de *E. coli* se sembró por estrías con asa de platina muestras de aquellos tubos que resultaron positivos en caldo EC en placas de Petri con Agar EMB-Levine marca Himedia® M022 estéril y se incubaron a 37°C por 24 horas. Se registraron como positivas aquellas diluciones en donde se observó crecimiento característico de *Escherichia coli* (colonias pequeñas de color verde metálico brillante, con el centro negro azulado). Seguidamente se procedió a seleccionar colonias características color violeta oscuro o negro con o sin brillo verde metálico y se repicaron en tubos con agar nutritivo para la obtención del cultivo puro, a partir de este se realizó una tinción de Gram a fin de observar pureza y morfología.

Diseño del experimento y análisis estadístico

El estudio se realizó bajo un diseño de bloques al azar, donde los tratamientos se organizaron en arreglo factorial (2x2) siendo el factor A el sistema de ordeño (Manual y Mecánico) y el factor B la condición de secado de los pezones en la rutina de ordeño (Secado y Sin Secado), con seis repeticiones. En cada sistema de ordeño, el grupo de vacas se dividió en dos subgrupos para la aplicación del factor secado, y se evaluó la interacción de los factores. Previo a realizar el análisis de varianza (ANAVA) se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk para corroborar la normalidad de los errores o residuos y la prueba de Levene para la homogeneidad de varianza de los datos de aerobios mesófilos. Se realizó el respectivo ANAVA y los efectos se analizaron por la prueba de Tukey a 5% de probabilidad. Se empleó el programa estadístico InfoStat Versión 2018 (Di Rienzo *et al.*, 2018).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la cuantificación de bacterias coliformes totales (CT), coliformes fecales (CF) y *E. coli* los datos siguieron una distribución normal según la prueba de Shapiro-Wilk y presentaron homogeneidad de varianza de acuerdo a la prueba de Levene. En el análisis de varianza realizado para la población de coliformes totales, se encontró diferencia significativa ($p \leq 0,05$) para los tipos de ordeño evaluados y la aplicación de secado.

Para la finca 1, se encontró el resultado más alto de coliformes totales (Figura 1), el cual correspondió a 6,20 Log₁₀ NMP coliformes totales.mL⁻¹ siendo estadísticamente diferente al obtenido en la finca 2, que

fue de 5,76 Log₁₀ NMP coliformes totales.mL⁻¹. Los resultados corroboran los problemas de higiene que posee la unidad de producción con ordeño mecánico, que seguramente condicionan la contaminación del equipo, lo que afecta considerablemente la calidad de la leche.

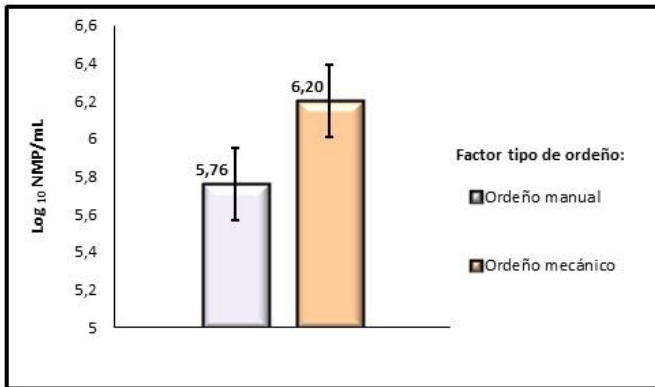


Figura 1. Poblaciones de coliformes totales en las muestras de leche bovina según los tipos de ordeño.

Al respecto, Vázquez *et al.* (2014) y Zucali *et al.* (2016), señalan que el contenido promedio de coliformes, está vinculado a la higiene de la ubre de la vaca y la eficacia de la higienización del equipo de ordeño, especialmente del grado de limpieza de las máquinas, utensilios y de la correcta higiene durante la extracción.

Por otra parte, Gaviria (2007), Svennersten-Sjaunja y Petterson (2008) y Gonzales (2015) indican que el uso de tecnologías puede mejorar en mucho la calidad higiénico sanitaria de la leche; sin embargo, es una realidad que aunque su uso permite ciertas bondades como rutinas más consistentes y mejor estimulación durante el ordeño que proporciona una adecuada eyección de la leche, el buen rendimiento de estos sistemas mecanizados dependerá del nivel de higiene mantenido, ya que se puede convertir en un factor contaminante que va en detrimento de la calidad de la leche al estar la superficie del equipo en contacto directo constante con la misma.

Rojas *et al.* (2014) realizaron un estudio donde se evaluó poblaciones de microorganismos presentes en la leche según el manejo del ordeño, encontraron para coliformes totales en el ordeño mecánico con apoyo del becerro un resultado de 4,23 Log₁₀ UFC.mL⁻¹, diferente estadísticamente del resultado obtenido para el ordeño manual el cual correspondió a 3,93 Log₁₀ UFC.mL⁻¹, lo cual coincide con el presente estudio al obtener en el ordeño con equipo mecánico la población de coliformes totales más elevada.

En otro orden de ideas, el factor aplicación de secado mostró diferencia estadística altamente significativa ($p \leq 0,01$). La omisión de este paso en la rutina de ordeño (Figura 2), demostró la población más elevada de

coliformes totales en las muestras de leche, la cual fue de 6,36 Log₁₀ UFC.mL⁻¹ mientras que con el correcto secado de los pezones de cada animal se obtuvo un resultado de 5,60 Log₁₀ NMP coliformes totales.mL⁻¹.

Por lo antes expuesto es imperativo destacar la repercusión que proporciona el realizar el secado de los pezones de las vacas en los sistemas de producción lecheros, como el método más sencillo para disminuir los recuentos de microorganismos en la leche.

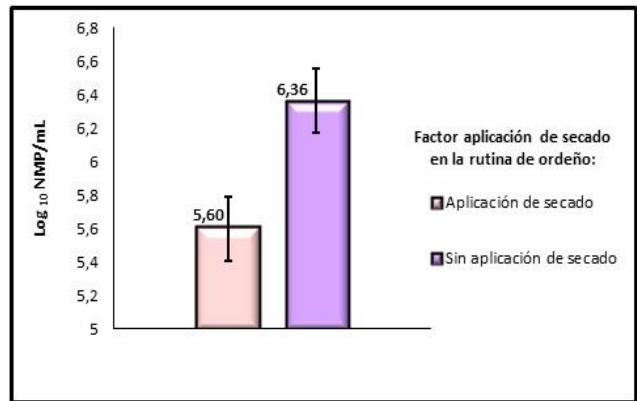


Figura 2. Poblaciones de coliformes totales en las muestras de leche bovina según la aplicación de secado en la rutina de ordeño.

Da Silva *et al.* (2016) y Duque (2007), señalan que independientemente del sistema de ordeño utilizado, si los pezones son lavados con agua deben secarse muy bien, afirman que de esto depende prácticamente todo el engranaje de la producción por el aumento de la carga microbiana que propicia la humedad y, si se agrega que las prácticas de higiene son deficientes, se afectará gravemente el rendimiento de cualquier unidad de producción.

En concordancia con esta investigación, en estudios realizados por Méndez y Osuna (2007) para el secado de pezones observaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los promedios en el recuento de coliformes, se obtuvo mayor resultado para los sistemas productivos que no secan, el cual correspondió a 5,13 Log₁₀ UFC.mL⁻¹, respecto a los que si practican secado el cual fue de 4,89 Log₁₀ UFC.mL⁻¹. Aclaran que en el secado de los pezones resulta indispensable la realización de esta práctica de manera correcta para reducir estos microorganismos que contaminan la leche.

De manera similar, Kruze (1998) suscribe que el secado y el recuento de coliformes presentan una correlación significativa al 5% de probabilidad, menciona que la piel húmeda aporta muchas más bacterias coliformes que la piel seca, por consiguiente el ordeño de pezones húmedos aumenta el riesgo de infección intramamaria y contaminación de las pezoneras; además, aclara que el uso

de una toalla de papel individual es la mejor manera para reducir la fuente de transmisión.

Por otra parte, los análisis de varianza aplicados para las poblaciones de coliformes fecales y *E. coli*, indicaron diferencia estadística significativa a nivel de 5% de probabilidad, únicamente para la aplicación de secado. La omisión de esta práctica como parte de la higiene antes del ordeño afectó la calidad de las muestras de leche bovina al obtenerse poblaciones de coliformes fecales y *E. coli* significativamente más elevadas (Figura 3), correspondiendo a 6,07 Log₁₀ NMP coliformes fecales.mL⁻¹ y 6,03 Log₁₀ NMP *Escherichia coli*.mL⁻¹ respectivamente, mientras que las poblaciones resultantes con aplicación de secado fueron de 5,49 Log₁₀ NMP coliformes fecales.mL⁻¹ y 5,44 Log₁₀ NMP *Escherichia coli*.mL⁻¹.

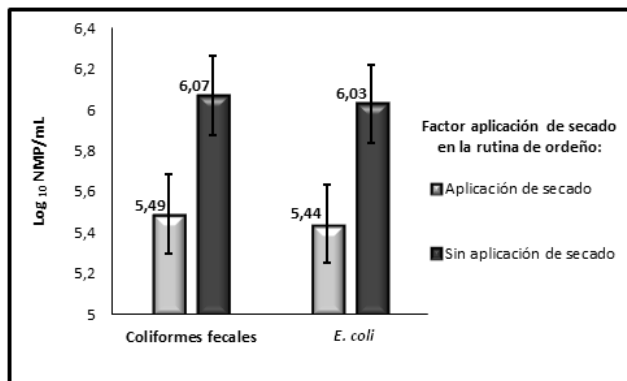


Figura 3. Poblaciones de coliformes fecales y *E. coli* presentes en las muestras de leche bovina según la aplicación de secado en la rutina de ordeño.

Estos resultados demuestran que el proceso de secado es un factor determinante de la carga bacteriana de la leche, el no adoptar este paso pone en riesgo de contaminación o infección intramamaria a los animales, ya que favorece al aumento de las poblaciones de coliformes fecales y *E. coli* presentes en la leche, indistintamente del sistema de ordeño utilizado.

Morales *et al.* (2012) y Mariscal y Gutiérrez (2013), indican que los coliformes son utilizados como microorganismos indicadores, su presencia implica prácticas sanitarias y de higiene deficientes; además, son responsables de pérdidas económicas a los productores debido al deterioro que ocasionan al degradar la lactosa en ácido láctico a través de la fermentación que da como resultado un sabor indeseable en la leche. Por otro lado, afirman que altos niveles de *E. coli* en la leche pueden indicar la presencia de otras bacterias patógenas, aunque la mayoría de las cepas de *E. coli* son inofensivas y viven en el intestino de animales y humanos sanos; no obstante, algunas cepas son capaces de producir infecciones severas.

En una investigación realizada por Gibson *et al.* (2008) observaron diferencias significativas a 5% de probabilidad, entre varios tratamientos de higiene pre-ordeño para reducir la carga microbiana de los pezones, las fincas evaluadas realizaban limpieza en seco donde encontraron poblaciones de coliformes fecales de 2,01 Log₁₀ UFC.mL⁻¹ y de *E. coli* 0,30 Log₁₀ UFC.mL⁻¹, mientras que al practicar lavado y secado de los pezones se obtuvo 0,72 Log₁₀ UFC.mL⁻¹ para coliformes fecales y 0,15 Log₁₀ UFC.mL⁻¹ de *E. coli*. Concluyeron que de todos los tratamientos, el lavado a base de cloro y luego secado es el mejor tratamiento para reducir la carga microbiana, destacan la importancia que tienen regímenes de higiene pre-ordeño para reducir el riesgo de contaminación de la leche. Estos promedios fueron inferiores a los obtenidos en este ensayo.

El recuento de coliformes es especialmente importante dado que ciertas bacterias de este grupo son capaces de causar serias enfermedades en humanos (Méndez y Osuna, 2007). En Venezuela no existen normativas para regular las poblaciones de coliformes presentes en leche cruda bovina, Farías *et al.* (2014) y Wanjala *et al.* (2018) mencionan por ejemplo que en Brasil si hay límites máximos establecidos para la leche cruda, que corresponden a 4,0 Log₁₀ NMP.mL⁻¹ de coliformes totales y 2,0 Log₁₀ NMP.mL⁻¹ para coliformes fecales; por otra parte, en la Unión Europea el límite para coliformes es de <100 UFC.mL⁻¹, lo cual es de notarse que los resultados obtenidos en la presente investigación están muy por encima.

La presencia de estas bacterias refleja directamente las condiciones higiénicas del ordeño, determinarlas resulta un instrumento útil para evaluar los procedimientos antes, durante y después del ordeño y también supervisar el estado de salud de los animales, lo que permitirá a los productores realizar diagnósticos e implementar acciones preventivas o correctivas necesarias para mejorar el rendimiento de las unidades de producción lecheras (Ortiz, 2014).

Finalmente es de considerar que cada parte del proceso de ordeño estará estrictamente ligado a la presencia de bacterias que pueden ser perjudiciales, por tanto es determinante establecer la metodología más eficiente en la rutina de ordeño que pueda adaptarse a las capacidades de cada sistema de producción y lograr alcanzar la inocuidad.

CONCLUSIONES

El sistema de ordeño manual presentó la menor población de coliformes totales (5,76 Log₁₀ NMP.mL⁻¹) diferentes estadísticamente al ordeño mecánico (6,20 Log₁₀ NMP.mL⁻¹).

Las poblaciones de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* disminuyeron significativamente con la aplicación de la práctica de secado de los pezones antes del ordeño.

LITERATURA CITADA

- Alfaro, M., Hurtarte, A. y Valle, R. 2014. Implementación de un manual de ordeño higiénico en dos establecimientos lecheros y evaluación de su efectividad mediante análisis microbiológico en el departamento de Sonsonate, El Salvador. [Tesis de Grado Licenciado en Medicina Veterinaria y Zootecnia] [San Salvador, El Salvador] Universidad de El Salvador.
- Cedeño, D., Vera, L., Gavilanes, P., Saltos, J., Loor, R., Zambrano, J., Demera, F., Almeida, A. y Moreira, J. 2015. Factores que afectan la calidad higiénico-sanitaria de leche cruda comercializada en Calceta-Bolívar-Manabí, Ecuador. Av. Inv. Agrop, 19(3): 37-54.
- Chahine, M. 2014. La higiene en el ordeño. [Internet]. [Citado 2019 Junio 2]. Disponible en: <http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/11541/articulos-rumiantes-archivo/la-higiene-en-el-ordeño.html>
- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales). 1983. Leche y productos lácteos métodos para la toma de muestras. Fondo para la Normalización N°938. Caracas, Venezuela, p. 17.
- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales). 1993. Leche Cruda (903). Fondo para la Normalización N° 903. Caracas, Venezuela, p. 8.
- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales). 1996. Determinación del número más probable de coliformes, coliformes fecales y *E. coli*. Segunda revisión (1104). Informe de Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas, Venezuela. 12p.
- Da Silva, S., Kanugala, K. y Weerakkody, N. 2016. Microbiological quality of raw milk and effect on quality by implementing good management practices. Proc. Food Sci, 6: 92-96.
- Di Rienzo, J., Casanoves, F., González, I., Tablada, E., Díaz, M., Robledo, C. y Balzarini, M. 2018. InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Disponible en: <http://www.infostat.com.ar>
- Duque, L. 2007. Procedimientos recomendados para un buen ordeño. Olivera M. Buenas prácticas de producción primaria de leche. Editorial Biogénesis, Medellín, Colombia, pp. 93-96.
- FAO (Food and Agriculture of the United Nations). 2011. Guía de buenas prácticas en explotaciones lecheras. Informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, p. 40.
- Farias, C., Machado, F. y Alves, M. 2014. Qualidade microbiológica do leite cru in natura, leite cru refrigerado e leite pasteurizado comercializados na região de Uberlândia. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, 9(4): 250-254.
- García, A., Rivero, J., Gonzales, P., Valero, K., Izquierdo, P., García, A. y Colmenares, C. 2009. Calidad bacteriológica de la leche cruda de cabra producida en la parroquia Faría, municipio Miranda, estado Zulia, Venezuela. Rev. Fac. Agron, 26(1): 59-77.
- Gaviria, B. 2007. Calidad higiénica y sanitaria de la leche cruda. En: Olivera M. Buenas prácticas de producción primaria de leche. Editorial Biogénesis, Medellín, Colombia, 115–122 p.
- Gibson, H., Sinclair, L., Brizuela, C., Worton, H. y Protheroe, R. 2008. Effectiveness of selected pre-milking teat-cleaning regimes in reducing teat microbial load on commercial dairy farms. Lett Appl Microbiol. 46(3): 295-300.
- Gonzales, P. 2015. Manual de buenas prácticas de ordeño. Cáritas del Perú, Callao, Perú, p. 34.
- INAMEH (Instituto Nacional De Meteorología E Hidrología, Venezuela). 2016. Estadísticas de precipitación estatal [Internet]. [Citado 2019 Mayo 30]. Disponible en: <http://www.inameh.gob.ve/web/>
- INTI (Instituto de Tecnología Industrial). 2019. Calidad bacteriológica de la leche cruda: Limpieza de la máquina de ordeño y el tanque. Informe del Instituto Nacional de Tecnología Industrial, Buenos Aires, Argentina, p. 7.
- Kruze, J. 1998. La rutina de ordeño y su rol en los programas de control de mastitis bovina. Revista electrónica de investigación Veterinaria, 30(2): 24-37.
- Mariscal, I. y Gutiérrez, M. 2013. Características microbiológicas de leche cruda de vaca en mercados de abasto de Trinidad, Bolivia. Agrociencias Amazonia, 1(2): 18-24.
- Martínez, M. y Gómez, C. 2013. Calidad composicional e higiénica de la leche cruda recibida en industrias

- lácteas de Sucre – Colombia. Rev. BSAA, 11(2): 93-100.
- Martínez R, T.J., Hernández, L., Escobar, M., Amaro, R. y Blanco, M. 2011. Mejora continua de la calidad higiénico-sanitaria de la leche de vaca. Informe de Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México, p. 63.
- Méndez, V. y Osuna, L. 2007. Caracterización de la calidad higiénica y sanitaria de la leche cruda en algunos sistemas productivos de la región del Alto del Chicamocha, Departamento de Boyacá. [Tesis de grado Médico Veterinario]. [Bogotá, Colombia] Universidad de la Salle.
- Morales, A., Leyva, G. y Ybarra, M. 2012. Calidad bacteriológica de leche cruda de cabra producida en Miravalles, Puebla. Rev. Mex. Ing. Quím, 11(1): 11-20.
- Munera O. 2017. Identificación de factores relacionados con la calidad higiénica y sanitaria de la leche en tanque en predios con ordeño mecánico del Norte de Antioquia. [Tesis de maestría]. [Medellín, Colombia] Universidad de Antioquia.
- Ortiz, T. 2014. Evaluación de la calidad higiénica, sanitaria e inocua, de la leche de tanque en hatos lecheros del oriente y norte de Antioquia. [Tesis de Grado Zootecnista]. [Medellín, Colombia] Universidad Nacional y a Distancia.
- Reyes, G., Molina, B. y Coca, R. 2010. Calidad microbiológica de la leche cruda. En: primer foro sobre ganadería lechera de la zona alta de Veracruz, pp. 78-88.
- Riquelme, N. y Bonifaz, N. 2012. Caracterización de sistemas de producción lechera de Ecuador. La Granja, 15(1): 55-68.
- Rojas, M., Cruz, E., Daniel, I. y Lammoglia, M. 2014. Determinación de la calidad microbiológica de la leche cruda de vaca durante la temporada invernal en Tuxpan, Veracruz. Academia Journals Tuxpan, 2(12): 1107-1111.
- Siqueira, T., Giaciani, M., Junqueira, M., García, R., Paganini, F., Vieira, A., García da Silva, M. 2014. Resistência antimicrobiana em coliformes totais isolados de tanques de refrigeração de leite bovino. Atlas de saúde ambiental ASA, 2(3): 2-15.
- Svennersten-Sjaunja, K. M., Petterson, G. 2008. Pros and cons of automatic milking in Europe. J Anim Sci, 86(13): 37-46.
- Vásquez, E., Pérez, E., Hurtado, L., Alcántara, L. 2014. Evaluación de la calidad microbiológica de la leche. Rev. Iberoamericana de Ciencias, 1(3): 91-99.
- Wanjala, W., Nduko, J., Mwendu, M. 2018. Coliforms contamination and hygienic status of milk chain in emerging economies. Journal of Food Quality and Hazards Control, 5: 3-10.
- Zucali, M., Battelli, G., Battini, M., Bava, L., Decimo, M., Mattiolo, S., Povo, M. y Brasca, M. 2016. Multi-dimensional assessment and scoring system for dairy farms. Italian Journal of Animal Science, 15(3): 492-503.