

Factores que influyen en la calidad higiénico-sanitaria de la leche en dos lecherías

Factors that influence the hygienic-sanitary health of milk in two dairy farms

Aymara Luisa Valdivia-Avila¹<https://orcid.org/0000-0001-7399-3638>, Yasmery Rubio-Fontanills¹<https://orcid.org/0000-0002-9396-4487>, Yunel Pérez-Hernández¹<https://orcid.org/0000-0002-7245-5632>, Ileana Sarmenteros-Bon²<https://orcid.org/0000-0002-7275-1618>, José Vega-Alfonso³<https://orcid.org/0000-0001-9453-2582>, Angelina Mendoza-Rodríguez⁴<https://orcid.org/0000-0001-7433-8109>

¹Centro de Estudios Biotecnológicos, Universidad de Matanzas. Autopista a Varadero, km 3 ½, Matanzas, Cuba. ²Facultad de Ciencias Empresariales, Universidad de Matanzas. Autopista a Varadero, km 3 ½, Matanzas, Cuba. ³Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Matanzas. Autopista a Varadero, km 3 ½, Matanzas, Cuba. ⁴Laboratorio de Bromatología de la Leche. Triunvirato, Matanzas. Correo electrónico: aymara.valdivia@umcc.cu

Resumen

Objetivo: Caracterizar algunos factores que influyen en la calidad higiénico-sanitaria de la leche en dos lecherías con diferentes condiciones de producción.

Materiales y Métodos: Se realizó una encuesta a los trabajadores de una granja, perteneciente a una empresa pecuaria de la provincia de Matanzas, para determinar sus conocimientos acerca de los factores que afectan la calidad de la leche y el cumplimiento de los procedimientos para su obtención y conservación. Además, se evaluó la cinética de la calidad de la leche almacenada en dos lecherías de la empresa.

Resultados: El porcentaje de grasa varió entre 3,70-3,96 y 3,87-4,30 %, mientras que la acidez fue de 0,141-0,151 y 0,140-0,153 % para la lechería 1 y 2, respectivamente. La densidad en ambas lecherías se mantuvo en los indicadores establecidos. El tiempo de reducción del azul de metileno resultó el indicador que mostró mayores variaciones. En la lechería 1 alcanzó un tiempo de 5 h y 30 min. durante todos los muestreos. Sin embargo, en la 2 fue de 3,5 h en el muestreo inicial, y después disminuyó hasta alcanzar 40 min. a las 24 h.

Conclusiones: La calidad higiénico-sanitaria de la leche producida depende de las condiciones existentes en las lecherías. La acidez, la densidad, la grasa y los sólidos totales se mantuvieron en los criterios establecidos, a pesar de las diferencias en las lecherías. El tiempo de reducción del azul de metileno resultó ser el indicador más afectado en la entidad 2, de acuerdo con las condiciones higiénicas en las que se efectuó el ordeño.

Palabras clave: calidad, higiene de la leche, ordeño

Abstract

Objective: To characterize some factors which influence the hygienic-sanitary quality of milk in two dairy farms with different production conditions.

Materials and Methods: A survey was done with the workers of one farm, belonging to an animal husbandry enterprise of Matanzas province, to determine their knowledge about the factors that affect milk quality and the fulfillment of the procedures for obtaining and preserving milk. In addition, the quality kinetics of the milk stored in two dairy farms of the enterprise, was evaluated.

Results: The fat percentage varied between 3,70-3,96 and 3,87-4,30 %; while acidity was 0,141-0,151 and 0,14-0,15 % for dairy farm 1 and 2, respectively. Density in both dairy farms remained in the established indicators. The reduction time of methylene blue was the indicator that showed higher variations. In dairy farm 1 it reached a time of 5 h and 30 min. during all the samplings. Nevertheless, in 2 it was 3,5 h in the initial sampling, and then it decreased until reaching 40 min. at 24 h.

Conclusions: The hygienic-sanitary quality of the produced milk depends on the existing conditions in the dairy farms. Acidity, density, fat and total solids remained within the established criteria, in spite of differences in the dairy farms. The reduction time of methylene blue was the most affected indicator in dairy farm 2, according to the hygienic conditions under which milking was carried out.

Keywords: quality, milk hygiene, milking

Introducción

La producción mundial de leche en el 2019 alcanzó 852 millones de toneladas métricas, incrementándose en 1,4 % con respecto al año anterior. En este

período, las exportaciones aumentaron discretamente, lo que estuvo relacionado con el crecimiento de la demanda de este producto en países emergentes, y con el crecimiento poblacional (FAO, 2020).

Recibido: 24 de enero de 2020

Aceptado: 17 de septiembre de 2020

Como citar este artículo: Valdivia-Avila, Aymara L.; Rubio-Fontanills, Yasmery; Pérez-Hernández, Y.; Sarmenteros-Bon, Ileana; Vega-Alfonso, J. & Mendoza-Rodríguez, Angelina. Factores que influyen en la calidad higiénico-sanitaria de la leche en dos lecherías. *Pastos y Forrajes*. 43 (3):267-274, 2020.

Este es un artículo de acceso abierto distribuido en Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/> El uso, distribución o reproducción está permitido citando la fuente original y autores.

La leche es un alimento completo y equilibrado, que proporciona un elevado contenido de nutrientes relacionados con su valor calórico, por lo que su consumo es necesario desde la infancia hasta la tercera edad (Fernández-Fernández *et al.*, 2015). La calidad y estabilidad de este producto están condicionadas por varios factores, como la infraestructura, la higiene, la producción, la conservación y el manejo integral (Martínez-Vasallo *et al.*, 2017).

La calidad de la leche está determinada por sus características fisicoquímicas y sus cualidades higiénicas y nutricionales. El manejo durante el ordeño y las malas prácticas higiénicas en su procesamiento pueden afectar las cualidades de este producto (Gwandu *et al.*, 2018). Alcanzar niveles óptimos de calidad de la leche, que garanticen su inocuidad, es un reto para los productores y comercializadores. Esto se debe a los numerosos riesgos a los que se expone, desde su secreción hasta su llegada a los consumidores, así como a factores económicos que limitan la disponibilidad de equipamiento eficiente que permita conservarla para su procesamiento.

Los indicadores de calidad de la leche se pueden afectar por inadecuadas prácticas de ordeño y largos intervalos comprendidos entre su obtención y su distribución a la población, máxime cuando no se refrigera o no se usan preservantes para mantener su calidad (Martínez-Vasallo *et al.*, 2015).

A partir de esta problemática, el objetivo de este trabajo fue caracterizar algunos factores que influyen en la calidad higiénico-sanitaria de la leche en dos lecherías con diferentes condiciones de producción.

Materiales y Métodos

Localización. La investigación se desarrolló en dos lecherías pertenecientes a una empresa pecuaria, ubicada en la provincia de Matanzas, Cuba, con altitud de 93 msnm.

Características climáticas. El experimento se desarrolló en marzo de 2018, con temperatura promedio de 23 °C. Las lecherías en las que se realizó el estudio tienen un suelo Pardo con carbonato y

un relieve ligeramente ondulado (Departamento de Suelo y Fertilizantes, 1984).

Manejo y sistema de alimentación. En las dos unidades, se aplicó el mismo régimen de alimentación y manejo. Se realizan dos ordeños, a las 4:00 a.m. y a las 4:00 p.m. A los animales se les suministró pasto estrella [*Cynodon nlemfuensis* (Vanderyst)], concentrado comercial para vaca lechera, forraje king grass CT-115 (*Cenchrus purpureus* Schumacher. Morrone), caña molida (*Saccharum officinarum* L.) y sales minerales *ad libitum*.

Caracterización de los animales. Se consideró la raza, las vacas en ordeño, la producción diaria por vaca en ordeño (L), el número de lactancia promedio y los días de lactancia promedio (tabla 1).

Procedimiento experimental. Se aplicó un cuestionario a quince ordeñadores de una de las granjas pertenecientes a esta entidad, que representan 45 % de la población. Esta muestra se determinó al considerar el estudio exploratorio. De los encuestados, diez eran hombres y cinco mujeres. Tres de ellos tienen el noveno grado de escolaridad, once alcanzaron el doce, y uno es obrero calificado. La muestra es representativa de la población.

La encuesta abarcó los siguientes aspectos: 1) factores que influyen en la calidad higiénico-sanitaria de la leche, 2) actividades comprendidas en la rutina del ordeño, 3) soluciones que se emplean en la lechería para realizar la antisepsia final del pezón, 4) conocimientos acerca del tiempo de explotación, las pulsaciones y la presión de vacío con que funcionan los equipos de ordeño de las lecherías.

Se realizó una caracterización de dos lecherías de la empresa con diferentes condiciones de producción (tabla 2). Se consideró la experiencia del personal que labora en las unidades, la caracterización de los equipos de ordeño mecanizado, la evaluación de la ejecución de la rutina del ordeño y la higiene del equipo, según los procedimientos descritos por Nieto *et al.* (2012). La rutina del ordeño y la higiene del equipo se evaluaron en tres momentos diferentes en marzo del 2018.

La ejecución de la rutina de ordeño se evaluó a partir de los criterios que se describen seguidamente:

Tabla 1. Caracterización de los animales de cada lechería.

Lechería	Raza	Vacas en ordeño	Producción diaria por vaca en ordeño, L	Número de lactancia promedio	Días de lactancia promedio
1	Mambí	43	4	5	175
2	Mambí	37	4	6	162

Tabla 2. Caracterización de las lecherías donde se realizó la investigación.

Aspectos a caracterizar	Lechería	
	1	2
Experiencia laboral de los trabajadores (años)	15-20	Menos de uno
Modelo del equipo de ordeño	De Laval	Alfa-Laval
Años de explotación del equipo de ordeño	2	Más de 20
Evaluación de la ejecución de la rutina del ordeño y la higiene del equipo de ordeño	Bien	Regular
Condiciones de los tanques de almacenamiento de la leche	Conservación entre 4 y 5 °C con agitación y cierre hermético	Conservación a 16 °C, sin agitación y sin cierre hermético

1. Se evaluaron de bien las operaciones que componen la rutina de ordeño, realizadas en el orden establecido y con la calidad requerida.
2. Se evaluaron de regular aquellas rutinas en las que se alteró el orden de las operaciones, y las que no se desarrollaron con la calidad requerida (no se utilizó el jarro de despunte o no se lavó correctamente la ubre), aunque se haya hecho la antisepsia final de los pezones.
3. Se evaluaron de mal las rutinas que omitieron alguna de las operaciones comprendidas en el ordeño, y las que no se ejecutaron con la calidad requerida.

Criterios que se utilizaron para evaluar la higiene del equipo de ordeño:

- Se evaluó de bien cuando no se observó suciedad en el equipo ni en el tanque de almacenamiento de la leche, y cuando se siguieron los pasos establecidos para su higienización, según lo descrito por Nieto *et al.* (2012).
- Se calificó de regular cuando se apreciaron ligeros restos de suciedad en el equipo y en el tanque de refrigeración de la leche. En estos casos, aunque se haya seguido el protocolo establecido para la higienización, no se utilizó agua caliente para la limpieza.
- La higiene se evaluó de mal cuando se pudo observar suciedad en el equipo y en el tanque de almacenamiento de la leche y no se siguieron los pasos establecidos para su limpieza. No se utilizó ni detergente ni agua caliente.

Después de haber caracterizado las lecherías objeto de investigación, se evaluó la cinética de la calidad de la leche almacenada en dichas instalaciones.

Evaluación de la cinética de la calidad de la leche almacenada en dos lecherías en diferentes condiciones de producción. Se realizaron tres muestreos en diferentes días del mes de marzo. Se colectaron 500 mL de leche del tanque de almacenamiento de

este producto en las dos lecherías. El muestreo se realizó después de efectuar el ordeño de la mañana (4:00 a.m.) y en los siguientes horarios: 8:00 a.m. (0 h), 10:30 a.m. (2,5 h), 4:45 p.m. (8,75 h) y 8:00 a.m. del día siguiente (24 h).

Las muestras se conservaron en frascos estériles, con tapas de goma, a una temperatura entre 4 y 6 °C para su traslado al laboratorio, y se analizaron antes de las cuatro horas posteriores a su llegada. Las determinaciones establecidas se hicieron de acuerdo con las normas cubanas: acidez (ONN, 2000), densidad con el empleo de un lactodensímetro (ONN, 2006a), sólidos totales (ONN, 2001a), tiempo de reducción del azul de metileno (TRAM) (ONN, 2006b) y presencia de mastitis mediante la prueba de California (CMT), según ONN (2001b). La grasa se determinó con el empleo del método de Gerber (Nielsen, 2003). Cada análisis de las muestras se realizó por triplicado.

Análisis estadístico. En los datos correspondientes al cuestionario se emplearon herramientas matemáticas simples, como tablas de frecuencia y medias; mientras que en la calidad de la leche se determinó el ajuste de los datos a una distribución normal mediante la prueba de *Kolmogorov-Smirnov*. La homogeneidad de varianza se realizó según la prueba de Bartlett (Sigarroa, 1985). Los datos se procesaron por ANOVA de clasificación simple. Se realizó la prueba de *Student Newman-Keuls* ($p \leq 0,05$) para determinar si existían diferencias significativas entre ellos. Todos los análisis se procesaron con el paquete SPSS®, versión 15.0 para Windows.

Resultados y Discusión

El procesamiento de la encuesta permitió determinar que existían diferencias en las condiciones tecnológicas de las lecherías, ya que contaban con equipos de ordeño con diferentes tiempos de explotación (entre

2 y 20 años). Además, se evidenció que el conocimiento de los trabajadores acerca de la aplicación de los procedimientos de la rutina de ordeño no era homogéneo.

Los encuestados reconocieron como factores que pueden afectar la calidad higiénico-sanitaria de la leche la deficiente calidad del agua, el no realizar la antisepsia final del pezón (sellaje), la mala higiene y limpieza del equipo de ordeño y la incidencia de mastitis.

Según Brouset-Minaya *et al.* (2015), los resultados de los indicadores microbiológicos de calidad de la leche están directamente relacionados con la calidad del agua utilizada en las lecherías, la higiene del ordeño y el lavado de los equipos y utensilios que están en contacto con este producto. Además, la mastitis reduce la vida útil de la leche, situación que puede tener un gran impacto en la salud de la población (Hernández-Barrera *et al.*, 2015).

De manera general, del total de trabajadores encuestados, 18 % demostró deficiencias en el conocimiento de la ejecución de la rutina de ordeño. Entre los principales problemas detectados, se encuentran los cambios en el orden de ejecución de las operaciones y la omisión de la antisepsia final del pezón. Con respecto al tiempo de utilización del

equipo para la realización de esta actividad, 100 % de los encuestados lo conocía. Se pudo constatar desconocimiento del número de pulsaciones que debe realizar el equipo por minuto en 24,8 % de los trabajadores, mientras los que no conocían la presión a la que debe funcionar representó 60 % del total (tabla 3).

Estos resultados son similares a los obtenidos en un cuestionario aplicado a 20 ganaderos en el Perú, donde se comprobó que 100 % de los encuestados no realizaban completamente la rutina de ordeño, y solo 5 % sellaba los pezones en el postordeño (Alvarado-Yacchi *et al.*, 2019).

Evaluación de la cinética de calidad de la leche. En la lechería 1, los valores de acidez de la leche conservada durante 24 h se mantuvieron en un rango normal, entre 0,14-0,15 %, sin que se apreciaran diferencias entre los muestreos realizados (tabla 4).

Romero *et al.* (2018) refirieron que entre 0,13 y 0,17 % son valores normales para este indicador. Este resultado se relaciona con las condiciones idóneas de refrigeración existentes en esta lechería, donde la temperatura es estable (entre 4 y 5 °C), y la agitación se mantiene con valores similares en todos los puntos del volumen almacenado. Además,

Tabla 3. Resultados de la aplicación de la encuesta.

Indicador evaluado	Porcentaje de respuestas correctas
Orden correcto de las actividades comprendidas en la rutina del ordeño	82
Nombrar las soluciones que se emplean en la lechería para realizar la antisepsia final del pezón	
• Propóleo	93,4
• Yodo	6,6
Tiempo explotación del equipo de ordeño	100
Número de pulsaciones del equipo de ordeño de la lechería	75,2
Presión de vacío del equipo de ordeño de la lechería	40

Tabla 4. Indicadores de calidad de la leche durante 24 h de almacenamiento.

Indicador	Tiempo de colecta, h									
	Lechería 1					Lechería 2				
	0	2,5	8,75	24	EE ±	0	2,5	8,75	24	EE ±
Acidez, %	0,141	0,146	0,151	0,148	0,0040	0,1400 ^b	0,1483 ^{ab}	0,1467 ^{ab}	0,1533 ^a	0,0013
Densidad, g·mL ⁻¹	1,030	1,031	1,031	1,031	0,0001	1,0302	1,0302	1,0297	1,0300	0,0001
Grasa, %	3,70 ^b	3,70 ^b	3,96 ^a	3,76 ^b	0,0075	3,87	3,87	4,27	4,30	0,0274
Sólidos totales, %	12,30 ^b	12,29 ^b	12,65 ^a	12,41 ^b	0,0159	12,32 ^b	12,32 ^b	12,68 ^{ab}	12,80 ^a	0,0091

Letras diferentes indican diferencias significativas para $p \leq 0,05$, según prueba de Student Newman-Keuls.

la ejecución de la rutina de ordeño y la limpieza del equipo en la unidad se evaluaron de bien, lo que contribuyó a la obtención de una leche con menor contenido microbiano y mayor calidad higiénico-sanitaria (Martínez-Vasallo *et al.*, 2017).

En la lechería 2, la acidez varió entre 0,14-0,15 %, por lo que también se mantuvo entre los indicadores establecidos para este producto. No obstante, se observaron diferencias significativas entre los muestreos efectuados a las 24 h con respecto al tiempo de 0 h, con tendencia al aumento de este indicador (tabla 4).

Este resultado pudo estar relacionado con la proliferación de microorganismos que producen ácido durante su crecimiento, ya que la temperatura a la que se almacena la leche en esa unidad es de 16 °C por encima de lo recomendado (COFRICO, 2019). A ello se adiciona la falta de agitación dentro del tanque de almacenamiento.

Por otra parte, las ejecuciones de la rutina de ordeño y la higiene del equipo presentes en esta lechería no fueron las idóneas. En sentido general, las malas prácticas de manipulación e higiene, la refrigeración a temperaturas inadecuadas y el prolongado almacenamiento pueden incrementar el número de microorganismos en la leche, desde su obtención hasta llegar al consumidor (Martínez-Vasallo *et al.*, 2017).

La densidad de la leche en las dos unidades se mantuvo en el rango recomendando (1,029-1,031 g mL⁻¹) por Martínez-Vasallo *et al.* (2017). Además, no se apreciaron diferencias entre los muestreos. Este indicador disminuyó proporcionalmente con el porcentaje de agua adicionada (Artica-Malliquia, 2016), por lo que el resultado demostró que la leche se adulteró. La adición de agua provoca cambios en la calidad composicional (Martínez-Vasallo *et al.*, 2015) y disminuye el valor nutritivo de este alimento.

El porcentaje de grasa de las muestras procedentes de las dos lecherías (3,70-4,30 %) estuvo en correspondencia con las características genéticas de los animales presentes en las unidades (Herrera-Angulo *et al.*, 2017), y es típico de los genotipos que se explotan en el sector campesino cubano y de la alimentación que reciben, basada fundamentalmente en los pastos y los forrajes (Martínez-Vasallo *et al.*, 2015).

En estudios similares, con animales mestizos entre las razas Holstein y Criolla, también se obtuvo un valor por encima del 3 % de grasa (Guevara *et al.*, 2019).

En la lechería 1, este indicador fue superior (3,96 %) en el muestreo realizado a las 8,75 h y difirió del resto.

Este resultado pudo estar relacionado con la entrada de leche fresca, procedente del ordeño de la tarde, al tanque de almacenamiento. Herrera-Angulo *et al.* (2017) comprobaron que existen diferencias en el contenido de grasa entre la leche obtenida en el ordeño de la mañana y el de la tarde, lo que está relacionado, a su vez, con que en este último hubo menor producción láctea. En el muestreo a las 24 h se observó disminución en este indicador (3,76 %), lo que pudiera estar vinculado al incremento en el número y la actividad de los microorganismos psicrófilos, que crecen a temperaturas inferiores a 7 °C. Estos microorganismos producen enzimas proteolíticas, lipasas y fosfolipasas termoestables, muchas de las cuales degradan algunos componentes de la leche y deterioran su calidad y la de sus derivados (López y Barriga, 2016; Velázquez-Ordoñez *et al.*, 2019). En los análisis realizados a las muestras de leche de esta lechería, se detectó una cruz de mastitis. Según Aguilar-Gálvez y Álvarez-Díaz (2019), esta enfermedad genera modificaciones en su composición proteica y lipídica.

En la lechería 2 no se encontraron diferencias estadísticas, al comparar los tiempos de colecta establecidos para este ensayo.

En ambas lecherías, el contenido de grasa a las 24 h fue bueno (Gallego-Castro *et al.*, 2017), lo que se puede deber a que el período de almacenamiento de la leche no excedió las 72 h, tiempo a partir del cual no se recomienda su conservación refrigerada (López y Barriga, 2016).

El contenido de sólidos totales en las muestras de leche de ambas unidades (12,3-12,6 y 12,3-12,8 % para las lecherías 1 y 2, respectivamente) se mantuvo entre los valores establecidos como normales (Brousett-Minaya *et al.*, 2015).

Este indicador se comportó de manera similar a lo ocurrido con el contenido de grasa en ambas lecherías, lo que se asocia de nuevo a la incorporación de la leche del segundo ordeño (Herrera-Angulo *et al.*, 2017), mientras que la disminución de los sólidos totales a las 24 h, en la lechería 1, pudo estar asociada a la degradación de los componentes mayoritarios de los sólidos totales (grasa, proteína y lactosa), debido al aumento de la actividad proteolítica y lipolítica de los microorganismos psicrófilos (Aguilar-Gálvez y Álvarez-Díaz, 2019).

En los muestreos realizados en la lechería 1, no se apreciaron variaciones en los resultados del TRAM, que alcanzó un tiempo de 5 h y 30 min. (figura 1), superior a las 4 h informadas por Artica

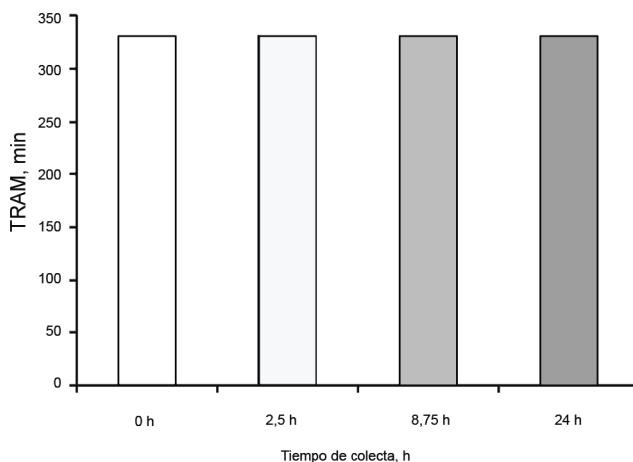


Figura 1. Tiempo de reducción del azul de metileno (TRAM) determinado en muestras de leche procedentes de la lechería 1.

(2016) para que la leche se pueda calificar como de buena calidad.

Estos resultados estuvieron en correspondencia con la ejecución de la rutina de ordeño, la limpieza del equipo en esta unidad, la experiencia del personal que labora en ella, el buen manejo y las condiciones de almacenamiento de que disponen, aspectos de los que depende la conservación de su calidad (Delgado-Calisaya, 2016).

En la lechería 2 hubo disminución significativa del TRAM en los diferentes muestreos posteriores a la toma inicial (0 h), con el menor tiempo de 40 min. a las 24 h (figura 2).

El valor alcanzado en el primer muestreo (210 min. o 3,5 h) indicó que la leche no era de buena calidad

microbiológica. Posteriormente, se incrementó el deterioro de este indicador, favorecido por el almacenamiento prolongado en el tanque, a temperatura superior a 4 °C. En la mayoría de los países se recomienda conservar la leche a 4 °C para controlar eficazmente el crecimiento bacteriano (Jurado-Gómez *et al.*, 2019).

En Cuba, el sistema de pago por calidad de la leche toma como base el TRAM. Se aplica bonificación por el incremento de la grasa y penalizaciones por baja densidad y positividad al CMT (Martínez-Vasallo *et al.*, 2017). Sin embargo, en los análisis del TRAM se debe tener en cuenta que los microorganismos psicrófilos y los productores de mastitis son muy pocos reductores del azul de metileno (Remón-Díaz *et al.*, 2019).

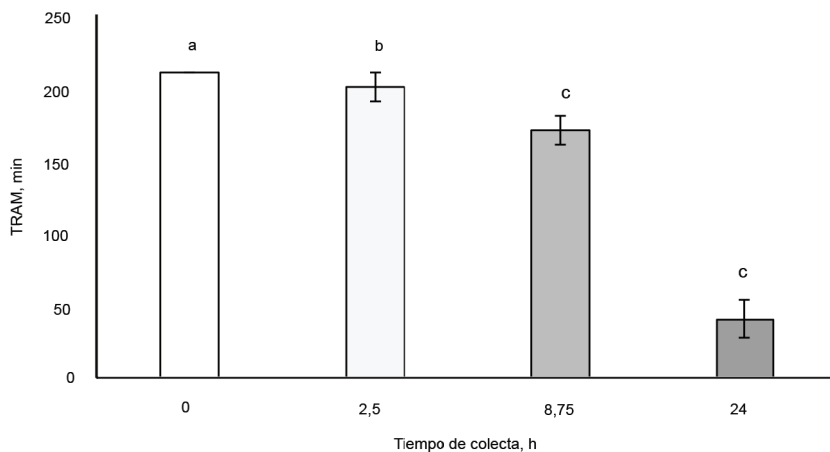


Figura 2. Tiempo de reducción del azul de metileno (TRAM) en muestras de leche procedentes de la lechería 2.

Letras diferentes indican diferencias entre tiempos de colecta para un mismo indicador, según prueba de *Student Newman-Keuls* ($p \leq 0,05$).

En este resultado negativo influyó la poca experiencia de los obreros que trabajan en esta lechería, lo que se comprobó en las visitas efectuadas a la unidad, donde la ejecución de la rutina del ordeño y la higiene del equipo se evaluaron de regular.

El estudio también demostró la existencia de una cruz de mastitis en todos los muestreos de leche realizados en la lechería 1. No obstante, se comprobó que en ella la higiene era buena y la ejecución de la rutina de ordeño se evaluó de bien. En la lechería 2, se encontraron trazas de mastitis. Estos resultados se corresponden con las deficiencias detectadas en el manejo del ordeño en esta instalación.

Los resultados de las pruebas de CMT, en ambas unidades, se encontraron entre los permisibles para el conteo de células somáticas, establecidos por la Federación Internacional de Lechería en mezclas de leche, que se corresponden con valores de negativo a positivo débil (Remón-Díaz *et al.*, 2019).

Conclusiones

La calidad higiénico-sanitaria de la leche producida depende de las condiciones existentes en cada lechería, entre las que se destacan los recursos humanos, equipo de ordeño, manejo, higiene y almacenamiento de este producto. La acidez, densidad, grasa y sólidos totales se mantuvieron en los valores establecidos, pese a las diferencias existentes en las lecherías evaluadas. El TRAM resultó el indicador más afectado en la lechería 2, de acuerdo con las condiciones higiénicas en las que se efectúa el ordeño.

Agradecimientos

Agradecemos al programa de proyectos territoriales del CITMA por la contribución al financiamiento de esta investigación.

Contribución de los autores

- Aymara L. Valdivia-Avila. Diseño y montaje de la investigación, análisis e interpretación de los datos, redacción y revisión del manuscrito.
- Yasmery Rubio-Fontanills. Análisis e interpretación de los datos, redacción y revisión del manuscrito.
- Yunel Pérez-Hernández. Análisis e interpretación de los datos.
- Ileana Sarmenteros-Bon. Diseño y análisis de los resultados de la encuesta, revisión del manuscrito.
- José Vega-Alfonso. Asesoramiento de la investigación y revisión del manuscrito.

- Angelina Mendoza-Rodríguez. Análisis de las muestras de leche y recolección de los datos.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses entre ellos.

Referencias bibliográficas

- Aguilar-Gálvez, F. & Álvarez-Díaz, C. A. *Mastitis bovina*. Machala, Ecuador: Ediciones UTMACH, 2019.
- Alvarado-Yacchi, Teresa H.; Vargas-Morán, J. R. & Vargas-Paredes, Ana C. Prácticas de manejo de ordeño, acopio y su importancia en la calidad de la leche, Matahuasi, Concepción y Apata, Junín (Perú). *Anales Científicos*. 80 (1):225-239, 2019.
- Artica-Malliquia, L. *Métodos para el análisis fisicoquímico de la leche y derivados lácteos*. Perú: Libros y Editoriales, TEIA, 2016.
- Brousett-Minaya, Magaly; Torres-Jiménez, Ana; Chambi-Rodríguez, A.; Mamani-Villalba, Bethy & Gutiérrez-Samata, H. Calidad fisicoquímica, microbiológica y toxicológica de leche cruda en las cuencas ganaderas de la región Puno -Perú. *Sci. Agropecu*. 6 (3):165-176, 2015. DOI: <https://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2015.03.03>.
- COFRICO. *La refrigeración de los lácteos*. *Newsletter*. España. <https://www.cofrico.com/sectores/la-refrigeracion-de-los-lacteos/>, 2019.
- Delgado-Callisaya, P. A.; Parisaca, V.; Quispe, I.; Delgado, E. Jh. & Aduviri, M. Evaluación de la calidad de la leche cruda bovina (*Bos taurus*) en la Comunidad Mazo Cruz del Departamento de La Paz-Bolivia. *J. Selva Andina Anim. Sci*. 3 (1):43-48, 2016.
- Departamento de Suelo y Fertilizantes. *Mapa de suelo escala 1:25 000 del municipio de Matanzas*. La Habana: Departamento de Suelo y Fertilizantes, Ministerio de la Agricultura, 1984.
- FAO. *Dairy market review*. Rome: FAO. <http://www.fao.org/3/ca8341en/CA8341EN.pdf>, 2020.
- Fernández-Fernández, Elena; Martínez-Hernández, J. A.; Martínez-Suárez, V.; Moreno-Villares, J. M.; Collado-Yurrita, L. R.; Hernández-Cabria, Marta *et al.* Documento de Consenso: importancia nutricional y metabólica de la leche. *Nutr. Hosp*. 31 (1):92-101, 2015. DOI: <https://dx.doi.org/10.3305/nh.2015.31.1.8253>.
- Gallego-Castro, L. A.; Mahecha-Ledesma, Liliana & Angulo-Arizala, J. Producción, calidad de leche y beneficio-costo de suplementar vacas Holstein con *Tithonia diversifolia*. *Agron. Mesoam*. 28 (2):357-370, 2017. DOI: <https://doi.org/10.15517/ma.v28i2.25945>.
- Guevara, Deysi; Montero, Mayra; Rodríguez, Alinson; Valle, L. & Avilés, Diana. Calidad de la leche acopiada de pequeñas ganaderías de Cotopaxi, Ecuador. *Rev. investig. vet., Perú*. 30 (1):247-255,

2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i1.15679>.
- Gwandu, S. H.; Nonga, H. E.; Mdegela, R. H.; Katakweba, A. S.; Suleiman, T. S. & Ryoba, R. Assessment of raw cow milk quality in small-holder dairy farms in Pemba Island Zanzibar, Tanzania. *Vet. Med. Int.*, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1155/2018/1031726>.
- Hernández-Barrera, Jenny C.; Angarita-Merchán, Maritza; Benavides-Sánchez, D. A. & Prada-Quiroga, C. F. Agentes etiológicos de mastitis bovina en municipios con importante producción lechera del departamento de Boyacá. *Revista Investig. Salud Univ. Boyacá*. 2 (2):162-176, 2015.
- Herrera-Angulo, Ana M.; Mora-Luna, R. E.; Isea-Chávez, J. C. & Darghan, E. Producción y composición química de leches de vacas F1 x Cebú suplementadas con dos fuentes de nitrógeno no proteico. *Rev. Cient., FCV-LUZ*. 27 (2):119-130, 2017.
- Jurado-Gámez, H.; Muñoz-Domínguez, L.; Fajardo-Argoti, C.; Quitiaquez-Montenegro, D. & Insuasty-Santacruz, E. Evaluación de la calidad composicional, microbiológica y sanitaria de la leche cruda en el segundo tercio de lactancia en vacas lecheras. *Rev. Med. Vet. Zoot.* 66 (1):53-66. DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/rfmvz.v66n1.79402>.
- López, A. L. & Barriga, D. *La leche composición y características*. Sevilla, España: Junta de Andalucía, 2016.
- Martínez-Vasallo, Ailin; Ribot-Enríquez, A.; Villoch-Cambas, Alejandra; Montes-de-Oca, Nivian ; Remón-Díaz, Dianys & Ponce-Ceballo, P. Calidad e inocuidad de la leche cruda en las condiciones actuales de Cuba. *Rev. Salud Anim.* 39 (1):51-61, 2017.
- Martínez-Vasallo, Ailin; Villoch-Cambas, Alejandra; Ribot-Enríquez, A.; Montes-de-Oca, Nivian; Riverón-Alemán, Yamilka & Ponce-Ceballo, P. Calidad e inocuidad en la leche cruda de una cadena de producción de una provincia occidental de Cuba. *Rev. Salud Anim.* 37 (2):79-85, 2015.
- Nielsen, Susanne, Ed. *Food analysis*. Berlin: Springer Science & Business Media, 2003.
- Nieto, D.; Berisso, R.; Demarchi, O. & Scala, E. *Manual de buenas prácticas de ganadería bovina para la agricultura familiar*. Buenos Aires: FAO, 2012.
- ONN. *Determinación de acidez. NC 71*. La Habana: Oficina Nacional de Normalización, 2000.
- ONN. *Determinación de la densidad o peso específico de la leche. NC 119*. La Habana: Oficina Nacional de Normalización, 2006a.
- ONN. *Leche, crema y leche evaporada. Determinación del contenido de sólidos totales. NC 673I*. La Habana: Oficina Nacional de Normalización, 2001a.
- ONN. *Prueba de California para el diagnóstico de mastitis. NC 118*. La Habana: Oficina Nacional de Normalización, 2001b.
- ONN. *Prueba de reducción del azul de metileno (TRAM). NC 282*. La Habana: Oficina Nacional de Normalización, 2006b.
- Remón-Díaz, Dianys; González-Reyes, Dayaimi & Martínez-Vasallo, Ailin. Evaluación de la calidad higiénico-sanitaria de la leche cruda por métodos de flujo citométrico. *Rev. Salud Anim.* 41 (1):1-8, 2019.
- Romero, A.; Calderón, A. & Rodríguez, Virginia. Evaluación de la calidad de leches crudas en tres subregiones del departamento de Sucre, Colombia. *RECIA*. 10 (1):43-50, 2018. DOI: <https://doi.org/10.24188/recia.v10.n1.2018.630>.
- Sigarroa, A. *Biometría y diseño experimental*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1985.
- Velázquez-Ordoñez, V.; Valladares-Carranza, B.; Tenorio-Borroto, Esvieta; Talavera-Rojas, M.; Varela-Guerrero, J. A.; Acosta-Dibarrat, J. A. *et al.* Microbial contamination in milk quality and health risk of the consumers of raw milk and dairy products. In: G. Mozsik and M. Figler, eds. *Nutrition in health and disease. Our challenges now and forthcoming time*. London: IntechOpen, 2019. <https://doi.org/10.5772/intechopen.86182>.