

Economía y desarrollo rural

Artículo de investigación científica y tecnológica

Evaluación de buenas prácticas de ordeño (BPO) y su efecto en la calidad de la leche fresca (cruda) en predios de pequeños ganaderos de Montería, Córdoba, Colombia

Evaluation of Good Milking Practices (GMP) and their Effect on the Quality of Fresh (raw) Milk in Small-cattle Farms in Montería, Córdoba, Colombia

 Jorge Andrés Suárez-Grisales ^{1*}  Moris de Jesús Bustamante-Yáñez ¹
 Alfonso Calderón-Rangel ^{1*}  Nicolas Martínez-Humanez ^{1*}  Miguel Palomino-Cantillo ¹

¹ Universidad de Córdoba, Montería, Colombia.

*Autor de correspondencia: Alfonso Calderón-Rangel. Carrera 6 #77- 305, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Córdoba, Montería, Córdoba, Colombia. CP 230002. acalderonr@correo.unicordoba.edu.co

Recibido: 22 de abril del 2023
Aprobado: 01 de mayo del 2024
Publicado: 24 de julio de 2024

Editor temático: José Guillermo Velásquez, (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [AGROSAVIA]), Mosquera, Colombia.

Para citar este artículo: Suárez-Grisales, J. A., Bustamante-Yáñez, M. de J., Calderón-Rangel, A., Martínez-Humanez, N., & Palomino-Cantillo, M. (2024). Evaluación de buenas prácticas de ordeño (BPO) y su efecto en la calidad de la leche fresca (cruda) en predios de pequeños ganaderos de Montería, Córdoba, Colombia. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 25(2), e3387. https://doi.org/10.21930/rcta.vol25_num2_art:3387

Resumen: El proyecto se ejecutó en el corregimiento de Leticia, una de las zonas más importantes de Montería en la producción de leche y que se caracteriza por sus malos indicadores, generando esto brechas tecnológicas en comparación con otros sistemas ganaderos. Con la implementación de las escuelas de campo, estrategia de educación no formal, se generó un ambiente de aprendizaje entre productores y técnicos. El objetivo fue determinar el efecto de dicha intervención educativa en buenas prácticas de ordeño, sobre la salud de la ubre y la calidad microbiológica de la leche en fincas de pequeños productores de Montería, Córdoba, Colombia. La recolección de la información de campo se desarrolló en tres fases: pretest, donde se hizo una encuesta y una primera toma de muestras; intervención, donde se efectuó una capacitación mediante escuelas de campo en diferentes protocolos y postest, donde se hizo una evaluación final mediante una encuesta y una segunda toma de muestras para valorar la sanidad de las ubres y la calidad microbiológica; todas estas mediciones se analizaron en un laboratorio certificado. Mediante un estudio analítico, se recolectaron 144 encuestas y 144 muestras de leche cruda en el pretest, de igual manera sucedió en el postest, y los datos fueron procesados mediante estadística descriptiva e inferencial en el *software* Infostat. Como resultado, las variables células somáticas y mesófilas fueron menores en el postest. El acompañamiento técnico permitió implementar buenas prácticas de ordeño y vincular a pequeños productores con mercados formales de la cadena láctea.

Palabras claves: calidad, ganadería, intervención educativa, leche cruda, prácticas de ordeño.

Abstract: The project was executed in the village of Leticia, one of the most important areas of Montería in milk production, which is characterized by poor indicators, generating technological losses in comparison with other livestock systems. With the implementation of the field schools, the intervention strategy in non-formal education generated a learning environment, between producers and technicians. The objective was to determine the effect of such educational intervention in good milking practices to increasing the udder health a quality microbiological of milk in farms small farmer in Montería (Cordoba). The collection of field information was developed in three phases: pre-intervention with an initial diagnosis; intervention where training was carried out through field schools in different protocols and field tests to obtain excellent quality milk, and post-intervention where a final diagnosis was made. Through an analytical study, were collected 144 milk samples were collected before and after the end of educational intervention, for somatic cell count and mesophilic count were determined; all these measurements were analyzed in a certified laboratory. The information was recorded and analyzed with descriptive statistics, using Infostat. The somatic cells and mesophyll variables were lower in the post-test. Technical support made it possible to implement good milking practices and link small producers to formal markets in the dairy chain.

Keywords: Cattle raising, educational intervention, milking practices, quality, raw milk.



Introducción

La producción de leche es una de las principales actividades del sector agroalimentario por su tamaño, importancia económica, tecnológica y aporte a la seguridad alimentaria (Marri et al., 2020). La leche es un alimento importante para la alimentación humana y animal por el aporte de calcio, vitamina D y micronutrientes necesarios para satisfacer los requerimientos nutricionales dentro de una dieta balanceada (Huertas et al., 2019), aunque es altamente perecedera y muy sensible a la manipulación y los factores ambientales de temperatura, polvo y cuerpos extraños, lo que la predisponen a la contaminación higiénica y sanitaria. Por su compleja composición, es una sustancia que se contamina fácilmente, por lo que se debe garantizar su calidad desde la producción primaria hasta el consumidor (Ding et al., 2019).

Gran parte de la leche producida en el municipio de Montería procede de hatos de pequeños, medianos y grandes productores, donde es obtenida mediante ordeño manual en condiciones de higiene y sanidad, sin la aplicación de protocolos de buenas prácticas de ordeño (BPO). La leche presenta una calidad fisicoquímica asociada con sus componentes, una calidad microbiológica relacionada con el contenido de bacterias (mesófilas y patógenas) y con la presencia de residuos de medicamentos (inhibidores) que pueden afectar la salud humana y algunos procesos en los derivados lácteos; aunque también se valora el componente de salud de la glándula mamaria por el recuento de sus células somáticas (Vittori et al., 2008; Ruiz-Cortés et al., 2012; Martínez-Álvarez et al., 2017; Jamali et al., 2018).

Como cualquier otro alimento, se requieren adecuados y estrictos protocolos de producción y conservación, para garantizar la salud de los consumidores (Villoch, 2010). Por ello, existen criterios para clasificar su calidad, por ejemplo, cuando la leche presenta un porcentaje de proteína mayor a 3,2 %, grasa mayor a 3,5 % y sólidos totales mayores a 12,2 %, tiene un recuento de mesófilos menor a 50.000 unidades formadoras de colonias (Ufc/ml) o un recuento de células somáticas (RCS) menor a 100.000 CS/ml, es libre de inhibidores y se asegura su inocuidad, por lo que se puede clasificar como leche de excelente calidad (Calderón et al., 2006; Ministerio de la Protección Social, 2006; Ministerio de la Protección Social, 2012).

La composición de la leche varía por diferentes factores, entre los cuales podemos identificar unos endógenos y otros exógenos (Rodríguez et al., 2015; Lima-Rodríguez et al., 2022). Entre los endógenos puede estar la raza de las vacas (Briñez et al., 2008; Park et al., 2020); mientras que dentro de los exógenos que afectan la calidad microbiológica de la leche, podemos mencionar: las malas prácticas de ordeño, una mala higienización de los pezones, la carencia o deficiencia de una infraestructura para el frío, los problemas de mastitis, una baja capacitación del personal o la falta de interés de algunas empresas ganaderas, lo que se suma al manejo inadecuado de la leche durante el transporte (Gwandu et al., 2018; Valdivia-Avila et al., 2020). Ante esta situación, es transcendental concientizar a todos los productores de leche sobre la importancia y la necesidad de tener en cuenta aspectos higiénicos en la rutina de ordeño desde que ingresan las vacas para este proceso, la forma de limpiar y manipular la ubre, el manejo higiénico de los utensilios o implementos en el ordeño (baldes, filtros) y el almacenamiento y el transporte de la leche hasta la entrega a las pasteurizadoras (Calderón Rangel et al., 2008).

Instituciones públicas y privadas en Colombia han venido trabajando la extensión rural como estrategia para mejorar los sistemas de producción y, con ello, contribuir al bienestar de los productores y garantizar la calidad de los alimentos. Para ello, han utilizado diferentes enfoques de extensión, los cuales difieren en sus concepciones teóricas y prácticas, así como en las intenciones para contribuir al desarrollo de la satisfacción de las familias, las comunidades y la población (Henaó-Castaño & Tobasura-Acuña, 2018). Una de estas estrategias de intervención son las “escuelas de campo” (ECA), las cuales están basadas en una gestión de conocimientos con el propósito de generar un ambiente de aprendizaje, donde diferentes participantes, a partir de sus necesidades y percepciones, estudian, comparten, aplican y perfeccionan conocimientos y habilidades para optimizar sus empresas agropecuarias y mejorar su calidad de vida (Pérez et al., 2015).

Las ECA se desarrollan por personas con un interés común, que se reúnen periódicamente para estudiar un tema en particular. La temática en un principio estuvo restringida, pero luego se especializó y se ha extendido a la ganadería, la silvicultura comunitaria, el VIH/SIDA, la conservación del agua, la fertilidad del suelo y la seguridad alimentaria (Braun et al., 2006); sin embargo, están más adaptadas en estudios de campo, donde se requieren habilidades específicas de manejo manual y comprensión conceptual, tienen una metodología de capacitación que integra normalmente a un número de 20 a 25 productores agropecuarios, quienes se juntan periódicamente para intercambiar experiencias, siempre acompañados de un facilitador, cuya función es estimular el autoaprendizaje de cada uno de los participantes, utilizando el campo como recurso de enseñanzas, donde se observa, se analiza, se discute y se toman las decisiones más adecuadas sobre el manejo de un sistema productivo (Ortiz Jimenez et al., 2016; Martínez-Sánchez et al., 2019; Zúniga-González et al., 2022); donde los agricultores y facilitadores intercambian conocimientos, tomando como base la experiencia y la experimentación a través de métodos y prácticas simples (Bustos-Velandia et al., 2022).

La finalidad de las ECA es mejorar los conocimientos de los productores en la toma de decisiones, mediante el intercambio y el rescate de saberes ancestrales articulados con técnicos, quienes transmiten nuevos conocimientos en cada una de las sesiones, acciones que aportan los facilitadores, buscando siempre mayores beneficios enfocados hacia una sostenibilidad social, económica, ambiental y cultural, a partir de un aprender compartido gracias a la experiencia, la reflexión, la nueva información y la evaluación de los nuevos conocimientos adquiridos y aplicados (Sánchez Castillo & Gamboa Tabares, 2014; Bustos-Velandia et al., 2022).

Para el caso de la zona de estudio, que corresponde a una de las cuencas lecheras más importantes de Montería, la producción de leche se caracteriza por malos indicadores, como es el alto recuento de células somáticas y de mesófilos, generando esto brechas tecnológicas comparadas con sistemas de ganadería de leche especializada o de productores del sistema doble propósito con acceso a innovaciones tecnológicas. El objetivo fue determinar el efecto de una intervención educativa en BPO, sobre la calidad microbiológica de la leche y la salud de la ubre, en fincas de pequeños productores de Montería, Córdoba, Colombia. Con la implementación de las ECA como una estrategia de extensión, se pudo comprobar el efecto de la educación no formal como estrategia para mejorar la calidad de la leche cruda en pequeños productores, lo que permitió acceder a mercados formales y beneficios de pago por calidad.

Materiales y métodos

Localización

La intervención se realizó en el corregimiento de Leticia (latitud norte 8° 40' 47,1" y longitud - 76° 01' 52,1"), en la vereda El Cocuelo y las parecerías de Cedro Cocido y Santa Paula; zonas rurales del municipio de Montería, localizado en el centro occidente del departamento de Córdoba, región que se caracteriza por tener un clima cálido tropical con una temperatura promedio de 28 °C y una precipitación media anual de 1400 mm/año (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2015; Gobernación de Córdoba, 2020).

Tipo de muestreo

Por medio de un muestreo no probabilístico, se seleccionaron 144 pequeños productores rurales de ganadería bovina de doble propósito, pertenecientes a tres asociaciones: Asociación de Productores Agropecuarios de Cedro Cocido (Assopacol, 50 productores), Asociación de Productores Agrícolas y Pecuarios del Sinú (Asproapsi, 49 productores) de la vereda Santa Paula y Asociación de Productores Campesinos de la Margen Izquierda (Asocamai, 40 productores) de la vereda El Cocuelo, del corregimiento de Leticia, municipio de Montería (Córdoba). La intervención se realizó durante un periodo de seis meses y para definir la condición de pequeño productor, se acogió lo dispuesto por el Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario (2023).

Instrumentos para la recolección de información

Se diseñó un instrumento para la recolección de la información tipo encuesta que incluyó variables cualitativas y cuantitativas (anexo 1). Las fases para la determinación del efecto de la intervención en BPO, sobre la calidad microbiológica de la leche y la salud de la ubre en fincas de pequeños productores, fueron:

Primera fase (pretest)

Se realizó un pretest en cada una de las empresas ganaderas, donde se evaluó el conocimiento de las BPO en la rutina de ordeño a propietarios y operarios, y se realizó una primera toma de muestra de leche cruda para la caracterización microbiológica y de la salud de la ubre (preintervención).

Segunda fase (intervención)

Se implementó la estrategia de capacitación por medio de un diálogo de saberes y acción participativa, que comprendió tres etapas: **creación de condiciones**, que fueron los espacios de socialización; **interacción de las partes**, donde se observó la rutina de ordeño y se caracterizó la problemática, e **implementación**, donde se realizó la transferencia de los conocimientos asociados a diferentes prácticas, protocolos y pruebas de campo para la obtención de leche de

excelente calidad. Mediante un dispositivo móvil, se registró el récord de visitas, las cuales fueron acompañadas por un equipo técnico de la Universidad de Córdoba.

Tercera fase (postest)

Se aplicó el mismo instrumento de recolección de datos, usado en la primera fase, y se hizo una segunda toma de muestras de leche cruda para las valoraciones aplicadas en la fase pretest.

Toma y procesamiento de muestras de leche

Las muestras de leche fueron tomadas al finalizar el ordeño, siguiendo la metodología descrita por el laboratorio de Corpolac, de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia) y se conservaron en refrigeración a una temperatura entre 2 y 4 °C, utilizando neveras de icopor con gel refrigerante y un termómetro para el monitoreo de la temperatura, y se enviaron a Corpolac en Mosquera, Cundinamarca, Colombia, para la determinación de los parámetros de calidad higiénica (recuento de mesófilas aerobias) por el método de infrarrojo y salud de la ubre, mediante la determinación del recuento de células somáticas por el método de citometría de flujo. Cada una de las muestras fue depositada en un tubo estéril, con azidiol como conservante e identificado con un código de barras, elemento facilitado por Corpolac.

Plan de análisis de datos

La información fue registrada en hojas de cálculo, se analizó por estadística descriptiva y prueba de Wilcoxon para comparación de medias pareadas, a través del paquete estadístico Infostat, versión 2008.

Consideraciones éticas

Las vacas no fueron sometidas a dolor innecesario, no se alteró la rutina de ordeño y se siguieron las normas éticas, técnicas, científicas y los procedimientos administrativos de manejo y conservación para la investigación en animales, según la Ley 84 del Congreso de Colombia del 27 de octubre de 1989. También se contó con autorización mediante el Acta No 005-2022, del 28 de marzo de 2022 y con el consentimiento informado por escrito de los productores.

Resultados y discusión

La leche procedente de las hembras de estos mamíferos contiene células somáticas, que son células blancas propias del organismo, las cuales sirven como defensa a la glándula mamaria de la vaca contra organismos patógenos; sus recuentos menores de 100.000 CS/ml son ideales, debido a que es un indicador de la sanidad de las ubres (Calderón *et al.*, 2012), aunque recuentos de tanques por debajo de 400.000 CS/ml son frecuentes en empresas ganaderas que poseen BPO, pero que no realizan énfasis en el control de la mastitis (Sears & McCarthy, 2003).

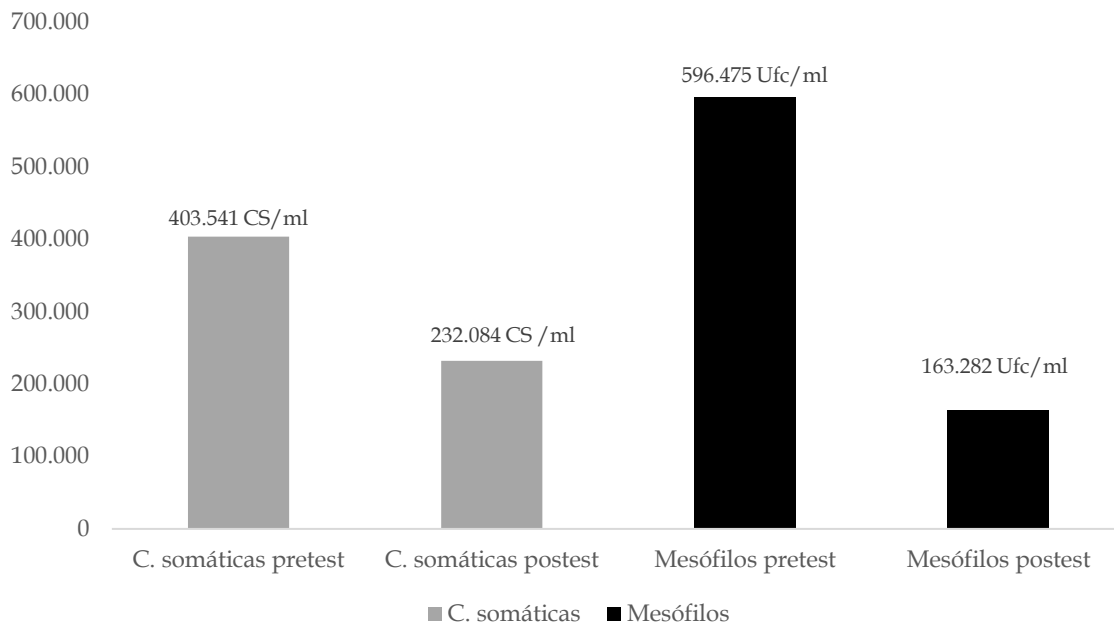


Figura 1. Comparación de células somáticas y de los mesófilos antes y después de la implementación educativa en BPO, en pequeños productores de leche en dos zonas rurales de Montería, Córdoba, Colombia

Fuente: Elaboración propia

Los datos sobre la determinación del RCS (figura 1) mostraron una reducción en el posttest en comparación con el pretest, donde estas diferencias fueron significativas ($p < 0,001$) debido al incremento y al perfeccionamiento en los procesos de higienización de los pezones. Este aumento en las mejoras en los procesos de higienización de los pezones fue debido a la concientización e implementación de BPO, ya que el objetivo de la implementación de la higienización de los pezones fue lograr que estuvieran limpios, secos y sanos al momento del ordeño, para así disminuir la transmisión de patógenos ambientales y poder segregarse a las vacas infectadas con mastitis subclínica en el último turno del ordeño, lo que contribuye a disminuir la transmisión de patógenos infecciosos (Valero-Leal et al., 2010; Gleeson et al., 2018). En Irlanda, se demostró que la higienización de los pezones antes del ordeño redujo el número de bacterias en la piel del pezón, lo que resultó ser más eficaz contra bacterias ambientales como *Escherichia coli* y *Streptococcus uberis*, causantes de mastitis (Gleeson et al., 2018). Se ha demostrado que el daño tisular aumenta con el número de células polimorfonucleares que migran a la glándula mamaria durante la inflamación (Zhao & Lacasse, 2008), cuya función es la fagocitosis (Kobayashi et al., 2010).

Un bajo recuento de mesófilos en leche de excelente calidad debe ser inferior a 50.000 Ufc/ml (Calderón Rangel et al., 2008; Ministerio de la Protección Social, 2012). En Colombia, para ganaderías de doble propósito, la Resolución n.º 0017 del 2012 con vigencia entre el 2023 y 2024, establece una bonificación de hasta 300.000 Ufc/ml y donde superado este indicador se convierte en un castigo (Ministerio de la Protección Social, 2006b). En el pretest (figura 1), los mesófilos presentaron un valor alto en comparación con el posttest, donde esta diferencia fue

altamente significativa ($p < 0,001$), lo que demostró el efecto de la implementación de las BPO sobre el componente microbiológico, además de ser una estrategia de fácil cumplimiento.

Cuando se encuentran menores conteos de Ufc en la leche, hay un estado óptimo de higienización de los pezones (pezones limpios, secos y sanos), por lo que la implementación de BPO favorece a todos los actores de la cadena láctea (Nada et al., 2012). En República Dominicana, se determinaron problemas de calidad en la leche por la no aplicación de las BPO (Galván-González & Hernández-Rodríguez, 2020), ya que la calidad higiénica de la leche fue deficiente, como consecuencia de inadecuadas prácticas de higiene en el ordeño (Álvarez-Fuentes et al., 2012). Además, se ha determinado que la leche cruda se puede producir con un alto nivel de higiene y seguridad en varios sistemas (Berge & Baars, 2020).

Los resultados de la encuesta (lista de chequeo de BPO), realizada antes y después de la capacitación o acompañamiento técnico, se presentan en la tabla 1; en el pretest, las variables asociadas con la calidad microbiológica y la sanidad de la ubre no fueron realizadas o presentaron un bajo porcentaje de implementación, debido al desconocimiento por parte de los productores; por el contrario, con la capacitación o acompañamiento técnico, el grupo de productores aumentó la realización porque mejoró el nivel de comprensión de los conceptos de BPO, lo que demostró que la ejecución de las BPO fue una estrategia rápida y de fácil implementación.

En los encuentros académicos de las ECA, se trabajó en la implementación del proceso de higienización de los pezones, como el lavado de los pezones o la inmersión de estos dentro de una copa de no retorno (presellador). Igualmente se explicó que, para obtener leche de excelente calidad microbiológica, es importante un bajo número (menor de 50.000 Ufc/ml) de mesófilos (Sears & McCarthy, 2003; Calderón Rangel et al., 2008) y, para ello, es básico que los pezones estén limpios, secos y sanos al momento del ordeño, objetivo que se obtuvo con la implementación de la higienización de los pezones, que consiste en el lavado o presellado y secado de los pezones. Dentro de la implementación de las BPO, también se habló de la importancia del secado de los pezones como parte integral de una excelente rutina de ordeño, ya que en un estudio previo donde no se hizo el secado de los pezones, se demostró un aumento en el recuento de mesófilos, lo que indicó que la omisión del secado influyó directamente en la disminución de la calidad microbiológica de la leche cruda (Guevara et al., 2020).

La relación de las diferentes prácticas de higienización de los pezones presentó una alta relación con valores bajos de mesófilos; además, en Colombia existen hatos que entregan leche con recuentos menores a 20.000 Ufc/ml (Silva Pulido et al., 2014; Calderón et al., 2012). En Antioquia, Colombia, la implementación de BPO en sistemas de producción de leche con estrategias de capacitación (antes y después) presentó diferencias significativas en los recuentos de mesófilos, lo que señala que la implementación de las BPO durante el ordeño es un programa eficiente para mejorar la calidad de la leche y prevenir la mastitis bovina (Silva Pulido et al., 2014). Adicionalmente, se ha demostrado el efecto de las BPO asociadas con la preparación de los pezones sobre la microbiota de la leche cruda, independientemente del tipo de sistema de ordeño utilizado (Berge & Baars, 2020; Sun et al., 2022).

Tabla 1. Resultados del listado de chequeo de BPO antes y después del acompañamiento técnico en pequeños productores de leche, en dos zonas rurales de Montería, Córdoba, Colombia

Variable	Pretest				Posttest			
	Sí	%	No	%	Sí	%	No	%
¿Hay una secuencia al ordeñar las vacas?	19	13 %	125	87 %	132	92 %	12	8 %
¿Hace el despunte?	14	10 %	130	90 %	140	97 %	4	3 %
¿Segrega vacas con cambios al despunte?	9	6 %	135	94 %	140	97 %	4	3 %
¿Lava los pezones antes del ordeño?	24	17 %	120	83 %	132	92 %	12	8 %
¿Hace el presellado?	4	3 %	140	97 %	132	92 %	12	8 %
¿Seca lo lavado o presellado?	38	26 %	106	74 %	129	90 %	15	10 %
¿Conoce cómo se evalúa la higienización de los pezones?	0	0 %	144	100 %	144	100 %	0	0 %
¿Identifica las vacas en producción tratadas con antibióticos?	91	63 %	53	37 %	139	97 %	5	3 %
¿Considera a los antibióticos como inhibidores en la leche?	89	62 %	55	38 %	144	100 %	0	0 %
Cuando hace aplicación de antibióticos, ¿comercializa esta leche?	17	12 %	127	88 %	8	6 %	136	94 %
¿Realiza el CMT o prueba para mastitis?	47	33 %	97	67 %	144	100 %	0	0 %
¿Sabe qué es la terapia de la vaca seca (TVS)?	2	1 %	142	99 %	130	90 %	14	10 %
¿Realiza la terapia de la vaca seca (TVS)?	1	1 %	143	99 %	45	31 %	99	69 %
¿Filtra la leche antes de depositarla en las cantinas?	120	83 %	24	17 %	135	94 %	9	6 %
¿El sitio de ordeño está cubierto?	27	19 %	117	81 %	27	19 %	117	81 %
¿Realiza un adecuado aseo y acopio de los utensilios usados en el ordeño?	104	72 %	40	28 %	135	94 %	9	6 %

Notas aclaratorias: secuencia al ordeñar las vacas: ordeño de vacas por turnos, primero vacas libres de mastitis y luego vacas infectadas por mastitis; despunte: eliminación de los primeros chorros de leche antes del ordeño para visualizar cambios evidentes en la leche; segregación de vacas: separación de las vacas infectadas al momento y ordeño de estas al final del ordeño; presellado: proceso de higienización de los pezones por lavado con agua o desinfección previa al ordeño con un producto germicida; higienización: proceso de lavado o presellado, previo al ordeno de las vacas; inhibidores: sustancias químicas (antibióticos) en la leche que inhiben el crecimiento de bacterias; CMT: California Mastitis Test, prueba para diagnóstico de mastitis subclínica; TVS: terapia de la vaca seca, que consiste en la aplicación de un antibiótico intramamario al final de la lactancia para prevenir infecciones en la ubre durante el tiempo que no produce leche y asegurar la salud de las glándulas mamarias en la siguiente lactancia; filtrar la leche: separación de contaminantes físicos orgánicos (barro, pasto, etc.) e inorgánicos (piedras, granos de arena, etc.), usando un filtro desechable de papel preferencialmente.

Fuente: Elaboración propia



Durante el acompañamiento técnico a los productores, se les indicaron los pasos para una correcta rutina de ordeño, haciendo énfasis en que la realización de una excelente práctica de ordeño requiere de la implantación del despunte, que consiste en eliminar los primeros chorros de la leche y una evaluación sobre un recipiente de fondo oscuro, para detectar cambios macroscópicos de la leche como grumos, sangre o pus, que son signos de una mastitis clínica (Calderón & Rodríguez, 2008). La no realización del despunte, la no observación o no evaluación correcta, puede implicar pasar por alto un 50 % de los casos de mastitis clínica y la propagación de patógenos infecciosos como *Staphylococcus aureus* o *Streptococcus agalactiae*. Algunos productores manifestaron hacer el despunte, pero no una evaluación correcta, ya que eliminan los primeros chorros directamente al piso (pasto o tierra), donde es difícil su evaluación y ordeñan vacas con mastitis clínica (Calderón Rangel et al., 2008).

La no segregación de vacas infectadas puede transmitir patógenos infecciosos entre vacas, lo que puede aumentar el riesgo de presentar mastitis (Calderón & Rodríguez, 2008). En Hungría, con una adecuada rutina de ordeño, se logró una buena salud de la ubre en rebaños de Holstein Friesian de tipo comercial (Ózsvári & Ivanyos, 2021).

Las deficientes prácticas en el proceso de ordeño son la causa de la diseminación y la prevalencia de la mastitis bovina (Pinzón Trujillo et al., 2009). En las ECA, se consiguió mejorar la implementación de una excelente rutina de ordeño y como se determinó que todos los productores no conocían la metodología para evaluar la higienización de los pezones, se transfirió una metodología fácil y rápida de evaluación, como lo fue la prueba del guante blanco o prueba de la servilleta, que una vez finalizado el proceso de higienización y antes del ordeño de las vacas, se toma una servilleta blanca por cada pezón y se coloca con presión moderada alrededor de los pezones. Como resultado, se definió como una excelente higienización, si las servilletas están secas y limpias, pero arrugadas por la presión de la mano de la persona que evaluaba. Todos los productores comprendieron este concepto.

Un porcentaje medio (33 %) de los pequeños productores en el pretest respondió conocer la prueba California para mastitis o *CMT*, según sus siglas en inglés; con las ECA se alcanzó que todo el grupo esclareciera la importancia de su implementación, ya que permite separar vacas sanas de vacas con infecciones subclínicas al momento del ordeño, lo cual disminuye la transmisión de patógenos infecciosos de la mastitis bovina (Valero-Leal et al., 2010; Gleeson et al., 2018); además, los productores acogieron esta práctica por su sencillez, rápido diagnóstico en el campo y bajo costo.

El filtrado de la leche después del ordeño, para depositarla en la cantina, es de vital importancia para disminuir las cargas bacterianas, por lo que utilizar filtros desechables al momento de pasar la leche del balde a la cantina se hace para eliminar residuos contaminantes como pelos y tierra, lo que puede suceder por malas condiciones en el proceso de ordeño (Díaz Arango et al., 2015). Aunque un alto porcentaje de los productores realizó el filtrado, se encontró que lo hacían con utensilios y materiales no adecuados como trapos, telas no estériles y coladores de plástico o metálicos, elementos no permitidos por la industria de alimentos, que crean condiciones favorables para la proliferación bacteriana e incrementando la acidez de la leche (Ministerio de la Protección Social, 2006; Organización Mundial de la Salud & Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2011). Con las ECA, se alcanzó un mayor grado



de aceptación de los materiales adecuados, debido a la concientización de los productores, al aporte de estos elementos adecuados por parte del proyecto y el pago por calidad y la política de bonificaciones, ya que dos asociaciones venden la leche a empresas formales.

Se presentaron grandes limitaciones en el sitio de ordeño, como fue el caso de los establos cubiertos, ya que este grupo de productores presentó bajas condiciones socioeconómicas, carencia de créditos de fomento y pánico al endeudamiento. El lugar de ordeño debe presentar condiciones en infraestructura e higiene ideales para la obtención de leche de buena calidad. En empresas ganaderas de República Dominicana, se determinó que el no disponer de las condiciones apropiadas para realizar un correcto ordeño y proceso de acarreo-acopio de la leche, afecta su calidad (Galván-González & Hernández-Rodríguez, 2020). Las condiciones inadecuadas del ambiente del ordeño, la baja disponibilidad de agua potable, las inadecuadas condiciones higiénicas de las instalaciones y los utensilios no adecuados pueden influenciar el crecimiento específico del coliformes (Molineri et al., 2009; Verdier-Metz et al., 2009). Es necesario fomentar políticas públicas e implementar las BPO para mejorar el sitio de ordeño.

Por otra parte, se determinó que un alto porcentaje de productores (62 %) consideraron a los antibióticos como inhibidores de la leche, mientras el resto (38 %) no consideraron que su presencia tuviera efectos biológicos en los consumidores, como alergias, aumento de la resistencia bacteriana y alteración de la flora intestinal, entre otros (Máttar et al., 2009). En el pretest, el 12 % de los productores entregaba la leche después de hacer tratamientos con antibióticos; con las ECA, se consiguió concientizar al grupo sobre la problemática y los efectos biológicos adversos de leche contaminada con residuos de antibióticos (inhibidores en la leche). También se explicó la importancia de identificar a las vacas tratadas con antibióticos y respetar el tiempo de retiro. La presencia de antibióticos en la leche cruda es una problemática y un riesgo para la salud pública (Máttar et al., 2009). En un grupo de gestión empresarial en el altiplano cundiboyacense, se transfirió y se precisó el concepto de inhibidores en la leche, pero solo hizo el retiro de leche de vacas tratadas con antibióticos cuando se hacía la comercialización con empresas formales que pagaban por calidad y realizaban el análisis para su determinación (Calderón Rangel et al., 2008).

Se preguntó a los productores si conocían la “terapia de la vaca seca (TVS)”, antes del acompañamiento técnico, y solo el 1 % conocían o habían escuchado de esta práctica. En las ECA se habló de la implementación de la TVS, que se definió como la introducción de un antibiótico de secado al finalizar la lactación e inmediatamente después del último ordeño en las cuatro glándulas mamarias, el cual persiste durante un tiempo entre 3 y 7 semanas en la ubre; tratamiento que es de importancia en la prevención de la mastitis en el periodo seco y en la recuperación de la salud de la ubre para la siguiente lactancia. Esta terapia se recomienda cuando las vacas tienen menos probabilidades de presentar mastitis (Rowe et al., 2023). En el postest aumentó el número de productores que tenían claro este concepto, pero aún no lo han implementado, porque el acompañamiento técnico fue corto, sienten desconfianza hacia un nuevo conocimiento y no tienen disponibilidad de dosis suficientes de antibióticos para el secado por parte del proyecto. Se espera que estos productores vayan ganando confianza e implementen esta terapia.

Durante la ejecución del proyecto se identificaron limitantes de tipo tecnológico, como por ejemplo, una fluctuación de las precipitaciones, la ausencia de información histórica de indicadores productivos, como también la deficiente formación académica por parte de los productores y la permanencia de un programa de acompañamiento técnico por parte de las instituciones o profesionales del área; sin embargo, el modelo planteado en materia de extensión logró superar tales limitantes y se espera que, mediante la ejecución del plan departamental de extensión agropecuaria, se puedan subsanar las limitantes determinadas.

Conclusión

Con la implementación de las BPO, mediante las ECA o los grupos de educación no formales de productores que se reúnen periódicamente con un propósito común, el de estudiar por experiencias propias y ganar nuevos conocimientos por parte de los facilitadores o técnicos, con el objetivo de facilitar y optimizar la toma de decisiones, se consiguió mejorar la calidad el recuento de mesófilos y de las células somáticas, logrando la sostenibilidad por la vinculación a mercados formales de comercialización de la cadena láctea.

Agradecimientos

Los autores agradecen al proyecto por articular esfuerzos técnicos, administrativos y financieros para el fortalecimiento del sector lácteo mediante la implementación de alternativas tecnológicas para aumentar la competitividad del municipio de Montería, porque permitió desarrollar esta estrategia de transferencia de tecnología a pequeños productores de leche, quienes permitieron hacer posible esta publicación.

Contribución de los autores

Jorge Andrés Suárez-Grisales: visita a los productores, toma de los datos, construcción de la base de datos y análisis de la información; Moris de Jesús Bustamante-Yáñez: capacitación de los productores y análisis de la información. Alfonso Calderón-Rangel: capacitación de los productores, análisis de la información y elaboración del documento. Nicolás Martínez-Humanez: capacitación de los productores, análisis de la información y revisión del documento; Miguel Palomino-Cantillo: capacitación de los productores y revisión del documento.

Implicaciones éticas

Todos los autores declaran que el trabajo no presenta implicaciones éticas.

Conflicto de interés

Los autores manifiestan que no existe ningún conflicto de interés en este estudio.

Financiación

Este proyecto fue financiado por el convenio interadministrativo número 20210533 celebrado entre el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, municipio de Montería y la Universidad de Córdoba.

Referencias

- Álvarez-Fuentes, G., Herrera-Haro, J. G., Alonso-Bastida, G., & Barreras-Serrano, A. (2012). Calidad de la leche cruda en unidades de producción familiar del sur de Ciudad de México. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 44(3), 237-242. <https://doi.org/10.4067/S0301-732X2012000300005>
- Berge, A. C., & Baars, T. (2020). Raw milk producers with high levels of hygiene and safety. *Epidemiology & Infection*, 148, e14. <https://doi.org/10.1017/S0950268820000060>
- Braun, A., Jiggin, J., Röling, N. G., van den Berg, H., & Snijders, P. (2006). *Global survey and review of farmer field school experiences* [Reporte]. International Livestock Research Institute (ILRI). https://www.researchgate.net/publication/228343459_A_Global_Survey_and_Review_of_Farmer_Field_School_Experiences
- Briñez, W. J., Valbuena, E., Castro, G., Tovar, A., & Ruiz-Ramírez, J. (2008). Algunos parámetros de composición y calidad en leche cruda de vacas doble propósito en el municipio Machiques de Perijá. Estado Zulia, Venezuela. *Revista Científica*, 18(5), 607-617. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592008000500012
- Bustos-Velandia, J., Castro-Prieto, P. A., Acosta-Canchila, M. N., & Carrasquilla-Gutiérrez, G. (2022). Sembrando salud: Escuelas de campo para el mejoramiento de la seguridad alimentaria en Soracá, Boyacá, Colombia, en 2017. *Perspectivas en Nutrición Humana*, 24(1), 49-65. <https://doi.org/10.17533/udea.penh.v24n1a04>
- Calderón, A., García, F., & Martínez, G. (2006). Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia. *Revista MVZ Córdoba*, 11(1), 725-737. <https://doi.org/10.21897/rmvz.457>
- Calderón, A., Rodríguez, V., Arrieta, G., Martínez, N., & Vergara, O. (2012). Calidad físico-química y microbiológica de leches crudas en empresas ganaderas del sistema doble propósito en Montería (Córdoba). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 15(2), 399-407. <https://doi.org/10.31910/rudca.v15.n2.2012.841>
- Calderón, A., & Rodríguez, V. C. (2008). Prevalencia de mastitis bovina y su etiología infecciosa en sistemas especializados en producción de leche en el altiplano cundiboyacense (Colombia). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 21(4), 582-589. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/324330>

- Calderón Rangel, A., Jiménez Pallares, G., & García Castro, F. (2008). Determinación de buenas prácticas de ordeño en un grupo de gestión empresarial de ganaderos del altiplano Cundiboyacense. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 11(1), 143-152. <https://doi.org/10.31910/rudca.v11.n1.2008.611>
- Díaz Arango, F. O., Mazzeo Meneses, M. H., & Caicedo-Eraso, J. C. (2015). Caracterización de la calidad y de la inocuidad de la leche cruda procesada por la industria láctea del departamento de Caldas. *Vector*, 6, 79-84. http://vip.ucaldas.edu.co/vector/downloads/Vector6_10.pdf
- Ding, H., Fu, Y., Zheng, L., & Yan, Z. (2019). Determinants of the competitive advantage of dairy supply chains: Evidence from the Chinese dairy industry. *International Journal of Production Economics*, 29, 360-373. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.02.013>
- Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario. (2023). *Nueva clasificación de productor agropecuario*. https://www.finagro.com.co/sites/default/files/field_tst_pdf_attached/node/2022-08/120822-Circular48-NuevaClasificacionProductor.-2.pdf
- Galván-González, Y., & Hernández-Rodríguez, R. (2020). Percepción de los ganaderos del municipio Jagüey Grande sobre factores relacionados con la calidad de la leche. *Revista de Salud Animal*, 42(2), e01. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0253-570X2020000200010
- Gleeson, D., Flynn, J., & O'Brien, B. (2018). Effect of pre-milking teat disinfection on new mastitis infection rates of dairy cows. *Irish Veterinary Journal*, 71, 11. <https://doi.org/10.1186/s13620-018-0122-4>
- Gobernación de Córdoba. (2020). *Plan departamental de extensión agropecuaria 2020-2023*. <https://www.minagricultura.gov.co/ministerio/direcciones/PublishingImages/Paginas/PDEA/CORDOBA.pdf>
- Guevara, B., Rivas, M., & Silva-Acuña, R. (2020). Calidad higiénico-sanitaria de dos sistemas de ordeño en fincas bovinas ubicadas en el sector Vuelta Larga, municipio Maturín, estado Monagas (Venezuela). *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 67(1), 60-71. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v67n1.8>
- Gwandu, S. H., Nonga, H. E., Mdegela, R. H., Katakweba, A. S., Suleiman, T. S., & Ryoba, R. (2018). Assessment of raw cow milk quality in smallholder dairy farms in Pemba Island Zanzibar, Tanzania. *Veterinary Medicine International*, 1031726. <https://doi.org/10.1155/2018/1031726>
- Henao-Castaño, A. M., & Tobasura-Acuña, I. (2018). Enfoques de extensión rural para el desarrollo de productores de mora en el departamento de Caldas. *Ciencia y Agricultura*, 15(2), 25-38. <https://doi.org/10.19053/01228420.v15.n2.2018.8393>
- Huertas, J. R., Rodríguez Lara, A., González Acevedo, O., & Mesa-García, M. D. (2019). Leche y productos lácteos como vehículos de calcio y vitamina D: papel de las leches enriquecidas. *Nutrición Hospitalaria*, 36(4), 962-973. <https://dx.doi.org/10.20960/nh.0257>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2015). *Atlas climatológico de Colombia interactivo*. http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/cordoba_texto.pdf
- Jamali, H., Barkema, H. W., Jacques, M., Lavallée-Bourget, E. M., Malouin, F., Saini, V., Stryhn, H., & Dufour, S. (2018). Invited review: Incidence, risk factors, and effects of clinical mastitis recurrence in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 101(6), 4729-46. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13730>
- Kobayashi, S. D., Braughton, K. R., Palazzolo-Ballance, A. M., Kennedy, A. D., Sampaio, E., Kristosturyan, E., Whitney, A. R., Sturdevant, D. E., Dorward, D. W., Holland, S. M.,

- Kreiswirth, B. N., Musser, J. M., & DeLeo, F. R. (2010). Rapid neutrophil destruction following phagocytosis of *Staphylococcus aureus*. *Journal of Innate Immunity*, 2(6), 560-575. <https://doi.org/10.1159/000317134>
- Lima-Rodríguez, C., Jurado-Gámez, H., & Pazos-Moncayo, Á. (2022). Evaluación de calidad composicional, sanitaria y microbiológica de la leche en el municipio de Sapuyes, departamento de Nariño, en el año 2021. *Salud UIS*, 54, e22049. <https://doi.org/10.18273/saluduis.54.e:22049>
- Marri, N., Losito, F., Le Boffe, L., Giangolini, G., Amatiste, S., Murgia, L., Arienzo, A., & Antonini, G. (2020). Rapid microbiological assessment in raw milk: validation of a rapid alternative method for the assessment of microbiological quality in raw milk. *Foods*, 9(9), 1186. <https://doi.org/10.3390/foods9091186>
- Martínez-Álvarez, M., Ribot-Enríquez, A., Martínez-Vasallo, A., Capdevila-Varela, J., & Hernández-Rodríguez, R. (2017). Influencia de la época del año sobre la calidad fisicoquímica de la leche en una provincia de la región occidental de Cuba. *Revista de Salud Animal*, 39(3), 1-5. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-570X2017000300010
- Martínez-Sánchez, J., Salinas-Cruz, E., Morales-Guerra, M., Vásquez-Ortiz, R., Noriega-Cantú, D. H., & Contreras-Hinojosa, J. R. (2019). Escuelas de campo y producción de hortalizas orgánicas en una comunidad Tzotzil. *Agroproductividad*, 12, 87-93. <https://doi.org/10.32854/agrop.v0i0.1354>
- Máttar, S., Calderón, A., Sotelo, D., Sierra, M., & Tordecilla, G. (2009). Detección de antibióticos en leches: Un problema de salud pública. *Revista de Salud Pública*, 11(4), 579-590. <https://doi.org/10.1590/S0124-00642009000400009>
- Ministerio de la Protección Social. (2006). *Decreto número 616 del 28 de febrero de 2006. Por el cual se expide el reglamento técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercializa, expendia, importe o exporte en el país.* <https://www.ica.gov.co/getattachment/15425e0f-81fb-4111-b215-63e61e9e9130/2006D616.aspx>
- Ministerio de la Protección Social. (2012). *Resolución número 000017 de 2012. Por la cual se establece el sistema de pago de la leche cruda al proveedor.* https://www.sic.gov.co/sites/default/files/normatividad/052018/Resolucion_17_2012.pdf#:~:text=Es%20el%20procedimiento%20a%20trav%C3%A9s%20del%20cual%20Corpoica,el%20sistema%20de%20pago%20de%20la%20leche%20cruda
- Molineri, A., Signorini, M. L., Cuatrin, A., Canavesio, V., Neder, V., Russi, N., Bonazza, J. C., & Calvino, L. F. (2009). Calidad bacteriológica y relación entre grupos bacterianos en leche de tanque de frío. *FAVE-Ciencias Veterinarias*, 8(2), 75-86. <https://doi.org/10.14409/favecv.v8i2.1490>
- Nada, S., Ilij, D., Igo, T., Jelena, M., & Ruzica, G. (2012). Implication of food safety measures on microbiological quality of raw and pasteurized milk. *Food Control*, 25(2), 728-731. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.12.022>
- Organización Mundial de la Salud, & Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2011). *Codex Alimentarius. Leche y Productos Lácteos* (2.ª edición). OMS & FAO. <https://www.fao.org/dairy-production-products/products/codex-alimentarius/es/>
- Ortiz Jiménez, B., Jiménez Sánchez, L., Rendón Medel, R., & Díaz José, J. (2016). Escuelas de campo en México: Un análisis a partir de redes sociales. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 15, 2899-2907. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i15.414>

- Ózsvári, L., & Ivanyos, D. (2021). Milking practices on commercial Holstein-Friesian farms. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 50, e20200280. <https://doi.org/10.37496/rbz5020200280>
- Park, C. H., Ranaraja, U., Dang, C. G., Kim, J. J., & Do, C. H. (2020). Genetic parameters for milk fatty acid composition of Holstein in Korea. *Asian-Australas Journal of Animal Sciences*, 33(10), 1573-1578. <https://doi.org/10.5713/ajas.19.0820>
- Pérez, J. O., Pachón-Ariza, F. A., & Parrado, A. (2015). Escuelas de campo en papa y su aporte en la construcción de procesos organizativos en dos municipios colombianos. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 9(2), 301-312. https://revistas.upc.edu.co/index.php/ciencias_hortícolas/article/view/4186
- Pinzón Trujillo, A., Moreno Vásquez, F. C., & Rodríguez Martínez, G. (2009). Efectos de la mastitis subclínica en algunos hatos de la cuenca lechera del Alto Chicamocha (departamento de Boyacá). *Revista de Medicina Veterinaria*, 17, 23-35. <http://www.scielo.org.co/pdf/rmv/n17/n17a03.pdf>
- Rodríguez, C. E., Saavedra, G. F., & Gómez, D. F. (2015). Efecto de la etapa de lactancia sobre la calidad fisicoquímica de leche en vacas de raza Holstein y Normando. *Zootecnia Tropical*, 33(1), 23-35. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/leche_subproductos/69-Rodriguez.pdf
- Rowe, S., Kabera, F., Dufour, S., Godden, S., Roy, J. P., & Nydam, D. (2023). Selective dry-cow therapy can be implemented successfully in cows of all milk production levels. *Journal of Dairy Science*, 106(3), P1953-1967. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22547>
- Ruiz-Cortés, T., Orozco, S., Rodríguez, L. S., Idárraga, J., & Olivera, M. (2012). Factores que afectan el recuento de UFC en la leche en tanque en hatos lecheros del norte de Antioquia-Colombia. *Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica*, 15(1), 147-155. <https://doi.org/10.31910/rudca.v15.n1.2012.812>
- Sánchez Castillo, V., & Gamboa Tabares, J. A. (2014). Escuelas de campo de agricultores de *Theobroma cacao* L. en el Bajo Caguán (experiencia, resultados y lecciones aprendidas). *Luna Azul*, 38, 231-251. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-24742014000100014
- Sears, P. M., & McCarthy, K. K. (2003). Diagnosis of mastitis for therapy decisions. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 19(1), 93-108. [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(02\)00074-9](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(02)00074-9)
- Silva Pulido, R., Alzate Amelines, J., & Reyes Manosalva, C. (2014). Evaluación de las prácticas de ordeño, la calidad higiénica y nutricional de la leche, en el municipio de Granada, Antioquia-Colombia. *Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica*, 17(2), 467-475. <https://doi.org/10.31910/rudca.v17.n2.2014.252>
- Sun, L., Lundh, Å., Höjer, A., Bernes, G., Nilsson, D., Johansson, M., Hetta, M., Gustafsson, A. H., Saedén, K. H., & Dicksved, J. (2022). Milking system and premilking routines have a strong effect on the microbial community in bulk tank milk. *Journal of Dairy Science*, 105(1), 123-139. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20661>
- Valdivia-Avila, A. L., Rubio-Fontanills, Y., Pérez-Hernández, Y., Sarmenteros-Bon, I., Vega-Alfonso, J., & Mendoza-Rodríguez, A. (2020). Factores que influyen en la calidad higiénico-sanitaria de la leche en dos lecherías. *Pastos y Forrajes*, 43(4), 267-274. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942020000400267
- Valero-Leal, K., Valbuena, E., Chacón, F., Olivares, Y., Castro, G., & Briñez, W. (2010). Patógenos contagiosos y ambientales aislados de cuartos mamarios con mastitis subclínica de

- alto riesgo en tres fincas del estado Zulia. *Revista Científica*, 20(5), 498-505. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592010000500008
- Verdier-Metz, I., Michel, V., Delbès, C., & Montel, M. C. (2009). Do milking practices influence the bacterial diversity of raw milk? *Food Microbiology*, 26, 305-310. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2008.12.005>
- Villoch, A. (2010). Buenas prácticas agropecuarias para la producción de leche: sus objetivos y relación con los códigos de higiene. *Revista de Salud Animal*, 32(3), 137-145. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0253-570X2010000300001&script=sci_abstract
- Vittori, J., Schocken-Iturrino, R. P., Poiatti, M. L., Peters Pigatto, C., Priscila Chioda, T., Martins Ribeiro, C. A., Rojas García, G., & Ferreira Ragazani, A. V. (2008). Qualidade microbiológica de leite UHT caprino: pesquisa de bactérias dos gêneros *Staphylococcus*, *Bacillus* e *Clostridium*. *Ciência Rural*, 38(3), 761-765. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000300026>
- Zhao, X., & Lacasse, P. (2008). Mammary tissue damage during bovine mastitis: Causes and control. *Journal of Animal Science*, 86(13), 57-65. <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0302>
- Zúniga-González, C. A., Moreno-Mayorga, L., & Quiroz-Medina, C. R. (2022). Estudio de la eficiencia técnica en escuelas de campo de Nicaragua. *Tecnología en Marcha*, 35(3), 128-140. <https://doi.org/10.18845/tm.v35i3.5696>

Anexo 1

Encuesta

- 1- Nombre del propietario: _____
- 2- Nombre del predio: _____
- 3- Nombre de la asociación: _____
- 4- ¿El predio es de su propiedad? Sí O No O
- 5- ¿La principal actividad es la venta de leche? Sí O No O
- 6- ¿Cuántos litros de leche produce al día? _____
- 7- ¿Número de vacas en la finca? _____
- 8- ¿Número de vacas en ordeño? _____
- 9- ¿Vende la totalidad de la leche a una sola empresa o persona? Sí O No O

- 10- ¿Quién es su comprador de leche?
 Pasteurizadora O Intermediarios O Fábrica manufacturera de quesos O

- 11- ¿Le bonifican por algún parámetro de calidad?
- 12- ¿El maneado de la vaca lo hace la misma persona que está ordeñando?
 Sí O No O
- 13- ¿Suministra suplemento alimenticio al momento de realizar el ordeño?
 Sí O No O
- 14- ¿Hay una secuencia al comenzar el ordeño de las vacas? Sí O No O
- 15- ¿Hace el despunte? Sí O No O
- 16- ¿Segrega vacas al despunte con cambios visibles en la leche? Sí O No O
- 17- ¿Lava los pezones antes del ordeño? Sí O No O
- 18- ¿Hace presellado? Sí O No O
- 19- ¿Seca pezones? Sí O No O
- 20- ¿Identifica las vacas en producción tratadas con antibiótico? Sí O No O
- 21- ¿Cómo identifica las vacas tratadas con antibióticos? Sí O No O
- 22- ¿Considera a los antibióticos como inhibidores de la leche? Sí O No O
- 23- Cuando hace tratamientos con antibióticos, ¿entrega esa leche a las
 empresas que compran la leche? Sí O No O
- 24- ¿Realiza prueba de mastitis? Sí O No O
- 25- ¿Cada cuánto realiza pruebas de mastitis? Sí O No O
- 26- ¿Sabe qué es la terapia de la vaca seca? Sí O No O
- 27- ¿Realiza la terapia de la vaca seca (TVS)? Sí O No O
- 28- ¿Sella los pezones? Sí O No O
- 29- Después de realizado el ordeño, ¿la leche se filtra para depositarla en la cantina?
 Sí O No O