



Original

Calidad sanitaria de la leche y quesos artesanales elaborados en la provincia de Manabí, Ecuador

Sanitary Quality of Rustic Milk and Cheese Produced in the Province of Manabi, Ecuador

Rudyard Antonio Arteaga-Solórzano ^{1*} <https://orcid.org/0000-0001-5499-7334>

Mabelin Armenteros-Amaya ² <https://orcid.org/0000-0003-4143-9805>

Manuel Colas-Chavez ² <https://orcid.org/0000-0002-6651-8887>

Miguel Pérez-Ruano ² <https://orcid.org/0000-0002-5841-7859>

Rigoberto Fimia-Duarte ³ <https://orcid.org/0000-0001-5237-0810>

¹ Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ciencias Zootécnicas. Ecuador.

² Universidad Agraria de La Habana “Fructuoso Rodríguez Pérez” (UNAH), Facultad de Medicina Veterinaria. Mayabeque, Cuba.

³ Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara (UCM-VC), Facultad de Tecnología de la Salud y Enfermería (FTSE). Cuba.

* Autor para la correspondencia: mabelin@unah.edu.cu

RESUMEN

Antecedentes: El queso artesanal constituye parte de la cultura alimentaria de la población ecuatoriana, sin embargo, en la zona norte de la provincia de Manabí existen pocos estudios relacionados con la calidad microbiológica del queso elaborado por productores. **Objetivo.** Evaluar la calidad sanitaria de la leche y el queso de elaboración artesanal en productores de la zona norte de la provincia de Manabí. **Materiales y métodos:** Se realizó análisis microbiológico a 156 muestras de leche y queso por el método petrifilm para el recuento de microorganismos aerobios mesófilos, coliformes totales, Enterobacterias, hongos y levaduras y *Staphylococcus aureus*. Se compararon con los requisitos establecidos en la norma ecuatoriana. Los valores se

Como citar (APA)

Arteaga-Solórzano, R., Armenteros-Amaya, M., Colas-Chavez, M., Pérez-Ruano, M., & Fimia-Duarte, R. (2021). Calidad sanitaria de la leche y quesos artesanales elaborados en la provincia de Manabí, Ecuador. *Revista de Producción Animal*, 33(3). <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e3925>



©El (los) autor (es), Revista de Producción Animal 2020. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia internacional Attribution-NonCommercial 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), asumida por las colecciones de revistas científicas de acceso abierto, según lo recomendado por la Declaración de Budapest, la que puede consultarse en: Budapest Open Access Initiative's definition of Open Access.

expresan en log₁₀ UFC/mL (leche) y UFC/g (queso). **Resultados:** Se obtuvo valores de microorganismos con diferencias significativas ($p < 0,001$) entre la leche cruda y el queso artesanal resultando no aptos para el consumo en los indicadores: aerobios mesófilos (6,24 y 8,41); coliformes totales (5,40 y 7,26); Enterobacterias (4,40; 6,44); hongos y levaduras (3,52 y 5,16) y *S. aureus* (4,33 y 5,99). Se encontró un coeficiente de correlación superior a 0,65 entre la contaminación de la leche y el queso para todos los microorganismos en los cantones. **Conclusiones:** La leche y el queso fresco artesanal proveniente de los cuatro cantones estudiados no cumplen con los requisitos de calidad higiénico sanitaria, superan los límites microbiológicos establecidos en la normativa nacional, con elevada significación en el cantón El Carmen y una relación moderada entre estos productos para cada microorganismo indicador.

Palabras clave: higiene de la leche, queso fresco, *Staphylococcus aureus* (Fuente: AGROVOC)

ABSTRACT

Background: Homemade cheese is part of the nutritional culture of the Ecuadoran population; however, few studies have been done in relation to the microbiological quality of cheese made rustically by farmers in the north of province Manabi. **Aim.** To evaluate the quality of milk and homemade cheese produced rustically by farmers in the north of province Manabi. **Materials and Methods:** A microbiological analysis was performed to 156 samples of milk and cheese, using the petrifilm method, for quantification of total aerobic, mesophilic, and coliform microorganisms, in addition to Enterobacteria, fungi, yeasts, and *Staphylococcus aureus*. They were compared to the Ecuadoran standards. The values were log₁₀ UFC/mL (milk) and UFC/g (cheese). **Results:** Statistically significant values ($p < 0.001$) were obtained between rustic raw milk and homemade cheese, which made them unsuitable for consumption in relation to the following indicators: mesophiles (6.24 and 8.41); total coliforms (5.40 and 7.26); Enterobacteria (4.40; 6.44); fungi and yeasts (3.52 and 5.16), and *S. aureus* (4.33 and 5.99). The correlation coefficient found between milk and cheese for all the microorganisms was above 0.65 in all the cantons. **Conclusions:** The milk and fresh homemade cheese produced rustically in the four cantons studied failed to meet the sanitary and hygienic standards, going beyond the microbiological limits set by the national standards, which were especially significant in canton EL Carmen, and moderately among these dairies for each indicator microorganism.

Key words: milk hygiene, fresh cheese, *Staphylococcus aureus* (Source: AGROVOC)

Recibido: 2/5/2021

Aceptado: 12/7/2021

INTRODUCCIÓN

El sector agropecuario tiene un rol importante en la economía de Ecuador, ya que aporta el 17.5% del producto interno bruto y dentro de este la actividad pecuaria representa el 27.3% destacándose los productos lácteos, carnes bovinas, porcinas, de pollo y huevos (Vásquez *et al.*, 2018). El queso fresco de producción artesanal constituye una de las bases principales de la

alimentación para la población ecuatoriana, desde hace décadas, el que se obtiene del 35 % de la leche generada en ese país (Arguello, 2015; Vásquez *et al.*, 2018). La actividad lechera es compleja y necesita de un enfoque integral, con una visión de cadena agroproductiva sostenible, donde se combinen los elementos tecnológicos, económicos, ambientales y sociales (Arguello, 2015).

Por tanto, se impone una vigilancia especial por la calidad e inocuidad de estos productos, dadas a las características nutritivas de este alimento rico en proteínas, minerales, vitaminas y grasas (Komada *et al.*, 2020). La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) alerta que dicha actividad de manufactura se realiza en áreas rurales, donde las condiciones higiénico-sanitarias carecen del seguimiento y control requeridos para asegurar la obtención de productos de calidad comercial (FAO, 2017). Además, se señala que la comprobación de la calidad e inocuidad de los alimentos es de obligatorio cumplimiento por los productores y que se controlan por los gobiernos con el objetivo de prevenir las enfermedades de transmisión alimentaria (ETA), con notificación en los últimos años de los brotes en muchos países (Arguello, 2015; FAO, 2017; Komada *et al.*, 2020).

El queso artesanal se encuentra entre los alimentos que pueden transmitir agentes etiológicos productores de enfermedades o intoxicaciones alimentarias y que con leche sin pasteurizar constituye un riesgo de contaminación con bacterias patógenas (Gutiérrez *et al.*, 2017; Urbano *et al.*, 2017). Por su parte, Martínez *et al.* (2016) refirieron que los productos que se elaboran con leche cruda, como el queso, deben utilizar una materia prima obtenida de lecherías que cumplan con los códigos de higiene y de buenas prácticas.

Los quesos implicados en estos brotes tienen un alto contenido de humedad y poca o ninguna maduración, lo que favorece el crecimiento de bacterias con potencial de patogenicidad (Cervantes *et al.*, 2019). Arguello (2015); Ruíz *et al.*, 2017; Idarraga *et al.* (2018), notifican agentes patógenos, con especial importancia *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. y en algunos casos *Listeria monocytogenes* en algunas regiones de Ecuador y diversos países de América Latina.

Los cantones Chone, Pedernales, El Carmen y Flavio Alfaro, pertenecientes al norte de la provincia de Manabí, Ecuador representan la mayor área ganadera, sin embargo, no se cuenta con estudios relacionados con la calidad de la materia prima fundamental (leche cruda) ni de los quesos artesanales elaborados por productores pertenecientes a estos cantones.

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad higiénico-sanitaria de la leche y el queso de elaboración artesanal de productores en la zona norte de la provincia de Manabí.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área y tipo de estudio

Se realizó un estudio de tipo transeccional descriptivo en queserías artesanales de cuatro cantones (Chone, Pedernales, El Carmen y Flavio Alfaro) situadas al norte de la provincia de Manabí (1°03'08"S 80°27'02").

Selección de los productores

Se realizó un muestreo aleatorio simple de los productores a partir de los datos de cada cantón obtenidos de la base de datos de la CONEFA (Concejo Nacional para la Erradicación de la Fiebre Aftosa) que se proporcionó por la CORPOGAN (Corporación de Ganaderos de Manabí). En la **tabla 1** se muestra la distribución de los productores por cada cantón para un total de 156 productores de la zona norte de la provincia de Manabí, en su totalidad dispuestos a formar parte del estudio de la calidad de la leche y el queso fresco artesanal.

Tabla 1. Distribución de los productores por cada cantón

| Cantón | Número de productores seleccionados |
|------------|-------------------------------------|
| Chone | 45 |
| El Carmen | 34 |
| Flavio | 43 |
| Pedernales | 34 |

Muestreo de leche y queso artesanal

Se muestreó el 100% de la leche y el queso en las fincas seleccionadas en el momento del ordeño y del almacenamiento, respectivamente, con previa esterilización de los instrumentos, se embebieron en etanol al 70% (v/v) y se flamearon a la llama de un mechero portátil (Biotech). Para ello, se empleó 250 mL de leche cruda en un frasco estéril y 150 g de queso en bolsas estériles, según la Norma NTE INEN 1529-2-1999, se identificaron y trasladaron a una temperatura entre 4-6°C para el laboratorio de microbiología de la Universidad Técnica de Manabí, extensión Chone.

Determinación de análisis microbiológicos

Se realizó el procesamiento del 100% de las muestras de leche y queso artesanal. En el caso del queso se utilizaron diluciones seriadas obtenidas a partir de 25 g de producto, diluido en 225 mL de diluyente (agua peptonada al 0.1%), en ambos casos acorde a la norma NTE INEN-ISO 6887-5- 2014.

Los ensayos se realizaron con el empleo del método petrifilm reconocido por la Association of Official Agricultural Chemists - AOAC Official Method 991.14.2002 para: conteo de aerobios mesófilos (recuento de aerobios 3M™ Petrifilm™), coliformes totales y Enterobacterias

(coliformes 3M™ Petrifilm™), hongos y levaduras (levaduras y mohos 3M™), para *S. aureus* (Petrifilm™ Staph Express para Recuento *S. aureus*) (Silbernagel, *et al.*, 2001).

Interpretación de los indicadores de calidad higiénico-sanitaria

Para la interpretación de los resultados de los recuentos de microorganismos indicadores de la calidad higiénico-sanitaria la media de los distintos grupos de microorganismos se expresó en Log₁₀ UFC/mL para los resultados de la leche, en el caso del queso artesanal (Log₁₀ UFC/g). Los resultados obtenidos se compararon con los límites establecidos para el recuento de microorganismos aerobios mesófilos en leche según la norma NTE INEN 9-5-2012 y en el queso fresco acorde a NTE INEN 1528-1-2012, para los indicadores Enterobacterias, *Staphylococcus aureus*, hongos y levaduras. Además, se realizó una observación participante del proceso de producción de leche y elaboración del queso.

Análisis estadístico

Se evaluó el comportamiento de los supuestos básicos de normalidad y homogeneidad de las varianzas para cada indicador sanitario a través del SAS/INSIGHT. Se realizaron análisis de varianza simple para evaluar los efectos de los productos leche y queso y de los criterios estudiados sobre dichos indicadores. Para la comparación múltiple se utilizó la prueba HSD de Tukey.

También se determinó el coeficiente de correlación de Pearson para el análisis del grado de asociación entre la contaminación de la leche y el queso con todos los cantones, a través del procedimiento GLIMMIX del paquete estadístico SAS v.9.3 (SAS, 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis realizado (**Tabla 2**) se observó como tendencia general que Pedernales es el cantón con menor valor en el recuento de todos los indicadores de la calidad higiénico-sanitaria evaluados para la leche cruda, seguido de Chone y de Flavio Alfaro que, aunque reflejan diferencias significativas ($p \leq 0.001$) para coliformes totales, Enterobacterias y *Staphylococcus aureus* se encuentran en el rango de 10^6 (6 Log₁₀) UFC/mL respectivamente. Sin embargo, el Cantón El Carmen mostró un incremento considerable en todos los indicadores evaluados por tanto difiere significativamente ($p \leq 0.001$) con el resto de los cantones.

Tabla 2. Comportamiento de las medias logarítmicas (log₁₀ UFC/mL) de los indicadores de calidad higiénico-sanitaria en la leche proveniente de los cantones estudiados.

| Indicadores de calidad higiénico-sanitaria | Cantones | | | | ±EE/ Significación |
|--|----------|-----------|---------------|------------|-----------------------|
| | Chone | El Carmen | Flavio Alfaro | Pedernales | |
| Microorganismos aerobios mesófilos | 6,19b | 6,47c | 6,29b | 6,04a | 0,03/0,001 |
| Coliformes totales | 5,22b | 5,82d | 5,56c | 5,01a | 0,08/0,001 |
| Enterobacterias | 4,29b | 4,72d | 4,48c | 4,13a | 0,03/0,001 |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | 4,12a | 4,76c | 4,43b | 4,09a | 0,04/0,001 |
| Hongos y levaduras | 3,47ab | 3,77c | 3,52b | 3,33a | 0,04/0,001 |

Letras distintas entre las columnas indican diferencias altamente significativas para $p \leq 0.001$.

El análisis de las medias de los indicadores de calidad higiénico-sanitaria evaluados para el queso fresco artesanal (**Tabla 3**), derivó la misma tendencia que para la leche, siendo Pedernales el cantón de mejor comportamiento y El Carmen el que mostró valores más elevados en el recuento de todos los microorganismos. El Cantón Chone reflejó resultados similares a Pedernales para aerobios mesófilos, Enterobacterias, *Staphylococcus aureus*, hongos y levaduras. Por su parte, Flavio Alfaro obtuvo diferencias significativas ($p \leq 0.001$) con el resto de los tres cantones para la mayoría de los indicadores evaluados.

Tabla 3. Comportamiento de las medias logarítmicas (\log_{10} UFC/g) de los indicadores de calidad higiénico-sanitaria en queso fresco artesanal proveniente de los cantones estudiados.

| Indicadores de calidad higiénico-sanitaria | Cantones | | | |
|--|----------|-----------|---------------|------------|
| | Chone | El Carmen | Flavio Alfaro | Pedernales |
| Microorganismos aerobios mesófilos | 8,18a | 8,95c | 8,49b | 8,10a |
| Coliformes totales | 6,94b | 7,80d | 7,58c | 6,74a |
| Enterobacterias | 6,23a | 6,79c | 6,56b | 6,21a |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | 5,46a | 6,74b | 5,46a | 5,41a |
| Hongos y levaduras | 4,64a | 5,84c | 5,62b | 4,59a |

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas para $p < 0.001$

Vale destacar que los valores superiores obtenidos en el cantón El Carmen pudo influir el empleo de malas prácticas en la higiene del ordeño, empleo de leche no pasteurizada para la elaboración del queso, no disponen de un plan de limpieza y desinfección y la mala higiene del personal, aspectos que resaltan en la observación al proceso de producción primaria y de elaboración del queso. Estos factores se identifican en diferentes investigaciones y que también refieren que la contaminación de la leche puede estar influenciada por las manos de los ordeñadores, la deficiente limpieza de los utensilios, la mala higiene de las instalaciones, la inadecuada temperatura de almacenamiento y transportación de la leche (Martínez *et al.*, 2016; Galván y Hernández, 2020; Armenteros *et al.*, 2020).

Por su parte, en el cantón Pedernales se observaron mejores prácticas en el eslabón producción primaria, que pudiera relacionarse con los menores recuentos observados en la leche y el queso, sin embargo, no significa que se encuentre exento de las problemáticas del resto de los cantones que comprometen la calidad e inocuidad de los productos evaluados.

En la **tabla 4** se aprecian diferencias significativas ($p < 0.001$) para los recuentos de todos los microorganismos indicadores de la calidad higiénico-sanitaria evaluados entre la leche cruda y el queso fresco artesanal, evidenciándose un incremento para este último.

Tabla 4. Comportamiento de las medias logarítmicas de los indicadores de la calidad higiénico-sanitaria entre la leche cruda y queso fresco artesanal.

| Indicadores higiénico-sanitarios | Productos | |
|------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| | Leche (\log_{10} UFC/mL) | Queso (\log_{10} UFC/g) |
| Microorganismos aerobios mesófilos | 6,25a | 8,42b |
| Coliformes totales | 5,40a | 7,26b |
| Enterobacterias | 4,40a | 6,44b |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | 4,33a | 5,99b |
| Hongos y levaduras | 3,52a | 5,16b |

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas para $p < 0.001$

Resulta importante destacar que el recuento de microorganismos aerobios mesófilos sobrepasa el valor de 1.5×10^6 ($6.18 \log_{10}$) UFC/mL para la leche cruda clasificada como clase D (muy mala calidad), según la norma ecuatoriana NTE INEN 9-5-2012. En el caso del queso fresco artesanal los valores encontrados superan considerablemente los límites microbiológicos máximos establecidos en la normativa NTE INEN 1528-1-2012 para los indicadores de Enterobacterias de 1×10^3 ($3 \log_{10}$) UFC/g, 1×10^2 ($2 \log_{10}$) para *S. aureus* y 1×10^2 ($2.3 \log_{10}$) UFC/g para hongos y levaduras.

Los valores elevados encontrados en el queso fresco artesanal para todos los indicadores evaluados con independencia del cantón estudiado se relacionan con la deficiente calidad de la leche cruda, pues no es sometida al proceso de pasteurización para la elaboración del producto, a ello se le adiciona la falta de higiene de los utensilios usados en el procesamiento y el hallazgo de la presencia de microorganismos coliformes totales, *S. aureus*, hongos y levaduras.

Las diferencias significativas de la media del recuento total de microorganismos aerobios mesófilos desfavorable para el queso; apuntan que como se indicó anteriormente los indicadores de la calidad higiénico- sanitaria se encuentra por encima de los límites de aceptabilidad establecidos, pudo estar dado por una deficiente calidad del proceso y la incorrecta manipulación de la leche como materia prima. Resultados similares a los obtenidos por Arguello (2015) y Idarraga *et al.* (2018), quienes evidenciaron valores elevados de conteos de microorganismos como indicadores de higiene en quesos artesanales en otras regiones de Ecuador, correspondiéndose con deficiencias en la aplicación de las buenas prácticas de manufactura en la cadena de producción en los establecimientos.

Los valores de microorganismos coliformes y de Enterobacterias que se encontraron por encima de los límites de aceptabilidad establecidos en la normativa nacional, corroboraron las deficiencias en las condiciones de obtención de la leche, la infraestructura de las queserías, así como en el procesamiento y almacenamiento de los quesos que favorecen el crecimiento de patógenos responsables de ETA; resultados que concuerdan con Rodríguez *et al.* (2016) y Martínez *et al.* (2020), quienes señalaron que la presencia de Enterobacterias cobra importancia teniendo en cuenta que son indicadores de posible presencia de peligros biológicos relacionados con ETA.

Los hongos y levaduras son frecuentes en el ambiente de las queserías y generalmente están presentes en la leche y en el área de elaboración. Los valores de los hongos y levaduras en los quesos artesanales tuvieron un comportamiento homogéneo. Estos resultados coinciden con los alcanzados por Martínez *et al.*, 2020 en quesos; Ruíz *et al.* (2017) y Merchán *et al.* (2019), quienes encontraron valores entre 2.0 y 5.0 log₁₀ UFC/g de hongos filamentosos y levaduras viables en el queso costeño artesanal, respectivamente. Es importante resaltar el riesgo de la presencia de hongos por su asociación con micotoxinas (Daou *et al.*, 2020).

El resultado de *S. aureus* mostró diferencias significativas entre la leche cruda y el queso artesanal, que evidencia que además de la calidad de leche, pudieron influir las fallas en el proceso de elaboración, almacenamiento y transporte. Al respecto, Flores *et al.* (2020) destacaron que este microorganismo dado su ubicuidad se puede transmitir directamente a la leche mediante la ubre afectada por mastitis subclínica o por otras vías, tales como: las superficies externas de los animales, el entorno de ordeño y del personal.

Martínez *et al.* (2016) plantearon que la materia prima con que se elaboran los quesos frescos artesanales es una de las principales fuentes de contaminación. Por otra parte, González y Franco (2015); Vásquez *et al.* (2018); Martínez *et al.* (2019) señalaron que en la calidad de los quesos artesanales influyen factores en que *S. aureus* se reporta como microorganismo contaminante en queserías; por tanto, constituye un peligro biológico, ya que produce toxinas y enzimas extracelulares, capaces de provocar diferentes formas clínicas de intoxicaciones alimentarias en función de la cantidad ingerida de alimento.

González y Franco (2015) y Mendoza *et al.* (2020), notificaron que *S. aureus* genera un riesgo para el consumidor del queso artesanal proveniente de leche no pasteurizada; teniendo en consideración que los atributos patogénicos incrementan su resistencia y sobrevivencia.

El efecto de asociación obtenido entre la contaminación de la leche y el queso por los microorganismos en todos los cantones estudiados evidenció que *S. aureus* es el de mayor correlación (**Tabla 5**). Para el resto de los microorganismos se evidenció un valor superior a 0.6.

Tabla 5. Resultado del efecto de asociación entre la contaminación de la leche y el queso por los microorganismos indicadores en todos los cantones estudiados.

| Estadístico | CT Leche/ Queso | AM Leche/ Queso | Enterob. Leche/ Queso | <i>S. aureus</i> Leche/ Queso | HL Leche/ Queso |
|---|--|---|---|---|--|
| Coefficiente de correlación | 0,74 | 0,70 | 0,71 | 0,83 | 0,61 |
| R² (%) | 54,32 | 49,00 | 50,70 | 70,45 | 37,06 |
| R² (ajustado para g.l.) | 54,03 | 48,67 | 50,38 | 70,25 | 36,65 |
| Durbin-Watson | 0,983206 | 0,937945 | 1,50004 | 0,957135 | 0,541478 |
| P= | 0,0000 | 0,0000 | 0,0008 | 0,0000 | 0,0000 |
| Ecuación de regresión | CT Queso = 2,49812 + 0,880941* CT Leche | AM Queso = 1,75263 + 1,06687* AM Leche | Enterob. Queso = 2,91386 + 0,801063* Enterob. Leche | <i>S. aureus</i> Queso = -0,398347 + 1,4732* <i>S. aureus</i> Leche | HL Queso = 0,249447 + 1,39641* HL Leche |

AM: Microorganismos aerobios mesófilos; CT: Coliformes totales; Enterob. Enterobacterias; *S. aureus*: *Staphylococcus aureus*; HL: Hongos y levaduras

En los valores de correlación entre la contaminación de la leche y la obtenida en el queso para todos los microorganismos pudo influir la composición química y microbiológica de la leche de origen y el proceso tecnológico de fabricación; las fallas en las condiciones higiénico-sanitarias de las queserías, debido a las malas prácticas de manipulación en el ordeño, recolección y transporte de leche, condiciones de refrigeración inadecuada o falta de ella en la leche y queso. Resultados similares se notificaron en estudios realizados en Perú (Guzmán *et al.*, 2015) y en Cuba (Flores *et al.*, 2020; Armenteros *et al.*, 2018). Además, Herrera y Santos (2015), Molina (2018) encontraron recuentos comprendidos entre $10^3 - 10^6$ UFC/g para los microorganismos analizados en quesos frescos elaborados a partir de leche cruda, estos últimos asociados con brotes de ETA, con mayor frecuencia que los elaborados a partir de leche pasteurizada.

En general, estos resultados evidencian la necesidad de profundizar en el diagnóstico de peligros microbiológicos y de la concepción de una estrategia de control participativa diseñada de conjunto con los productores que propicia un diálogo de saberes, con enfoque de cadena de valor y con un análisis de riesgos, pues el consumo de queso artesanal en la provincia de Manabí eleva la probabilidad de la presencia de microorganismos generadores de ETA en la población. La pertinencia de dicha estrategia estaría dada porque el queso artesanal elaborado en esta zona, como producto estrella de la región pueda insertarse en los avances que la seguridad alimentaria exige de un producto artesanal, cumpliendo con las normativas legales, la trazabilidad, costumbres y las tradiciones culturales.

CONCLUSIONES

La leche y el queso fresco artesanal proveniente de los cuatro cantones estudiados pertenecientes a la zona norte de Manabí; no cumplen con los requisitos de calidad higiénico sanitaria, supera los límites microbiológicos establecidos en la normativa nacional, con elevada significación en el

cantón El Carmen y una relación moderadamente fuerte entre estos productos para cada microorganismo indicador evaluado.

RECOMENDACIONES

La realización de otras investigaciones que permitan establecer la correlación existente entre el incumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura y su efecto directo sobre los elevados niveles de microorganismos registrados. A partir de estos resultados, sería importante considerar una estrategia de control participativa diseñada de conjunto con los productores con enfoque de cadena de valor y de análisis de riesgos; pues el consumo de queso fresco artesanal en la provincia de Manabí, eleva la probabilidad de la presencia de microorganismos generadores de ETA en la población.

REFERENCIAS

- Arguello, P., Lucero, O., Castillo, G., Escobar, S., Albuja, A., Gallegos, J., & Carrascal, A. (2015). Calidad microbiológica de los quesos artesanales elaborados en zonas rurales de Riobamba (Ecuador). *Revista Perspectiva*, 16(1-2). <http://www.revistas.upagu.edu.pe/index.php/PE/article/view/376>
- Armenteros, M., Quintana, D., Rivera, M., & Álvarez Lamazares, J. (2018). Evaluación de la calidad higiénico-sanitaria en quesos comercializados en una provincia de Cuba. *Revista de Salud Animal*, 40(1), 00-00. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0253-570X2018000100009&script=sci_arttext&tlng=en
- Armenteros M., Hernández R., Silvera K. (2020). Caracterización integral de la cadena de producción láctea en cuatro provincias de Cuba. Factores intrínsecos y aprendizajes del estudio (II). *Revista de Salud Anim.*, 42 (3), 1-10. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-570X2020000300004
- Association of Official Agricultural Chemists - AOAC Official Method 991.14. (2002). Coliform and Escherichia coli Counts in Foods. <http://www.eoma.aoac.org/methods/info.asp?ID=46949>
- Cervantes-Escoto, F., Islas-Moreno, A., & Camacho-Vera, J. H. (2019). Innovando la quesería tradicional mexicana sin perder artesanidad y genuinidad. *Estudios sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, 29(54). <https://doi.org/10.24836/es.v29i54.794>

- Daou, R., Afif, C., Joubrane, K., Khabbaz, L. R., Maroun, R., Ismail, A., & El Khoury, A. (2020). Occurrence of aflatoxin M1 in raw, pasteurized, UHT cows' milk, and dairy products in Lebanon. *Food control*, *111*, 107055. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.107055>
- Flores Armas, Y., Armenteros Amaya, M., Riverón Alemán, Y., Remón Díaz, D. & Martínez, A. (2020). Evaluación de la calidad higiénico-sanitaria de los quesos frescos artesanales de la provincia Mayabeque, Cuba. *Revista de Salud Animal*, *42*(2): 1-6. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-570X2020000200007
- Galván Y, Hernández R. (2020). Percepción de los ganaderos del municipio Jagüey Grande sobre factores relacionados con la calidad de la leche. *Revista de Salud Anim.*, *42*(2), 1-5. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-570X2020000200010
- González, L. & Franco, M. J. (2015). Perfil microbiológico del queso de aro consumido en la Cañada Oaxaqueña. *Brazilian Journal of Food Technology*, *18*(3), 250-257. <https://www.scielo.br/j/bjft/a/jLGgkMhFgD3MxS8BVRybM5K/?lang=es>
- Gutiérrez, C., Quintero, R., Burbano, I. & Simancas, R. (2017). Modelo de quesería artesanal bajo un signo distintivo en el Caribe colombiano: caso Atlántico. *Revista Lasallista de Investigación*, *14*(1), 72-83. <https://doi.org/10.22507/rli.v14n1a6>
- Guzmán, L., Mayorga, N. & Mejía, C. M. (2015). Evaluación de parámetros físicos, químicos y microbiológicos del queso fresco prensado producido en la región Junín, Perú. *Apuntes de Ciencia & Sociedad*, *5*(2), 280-286. <https://doi.org/10.18259/acs.2015039>
- Herrera A, F. & Santos B, J. (2015). Enterotoxigenic Genes in strains of Staphylococcus spp., isolated from cheese made in Pamplona-Colombia. *Revista MVZ Córdoba*, *20*(1), 4472-4481. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012202682015000100010&script=sci_arttext&tlng=en
- Idarraga, M., Delgado, V., León, A.M. & Osorio, J.A. (2018). Análisis microbiológico de queso cuajada en municipios del departamento del Quindío. *Revista Ion*, *31*(1), 49-54. <https://doi.org/10.18273/revion.v31n1-2018008>
- Komada, Y., Okajima, I., & Kuwata, T. (2020). The Effects of Milk and Dairy Products on Sleep: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(24), 9440. <https://doi.org/10.3390/ijerph17249440>
- Martínez, A., Montes de Oca, N., & Villoch, A. (2016). Determinación de indicadores sanitarios en quesos artesanales. *Revista de Salud Animal*, *38*(1), 64-66. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-570X2016000100011

- Martínez, A., Ribot, A., Riverón, Y., Remón, D., Martínez, Y. A., Jacsens, L., & Uyttendaele, M. (2019). *Staphylococcus aureus* in the production chain of artisan fresh cheese. *Revista de Salud Animal*, 41(1). <https://scielo.sld.cu/pdf/rsa/v41n1/2224-4700-rsa-41-01-e03.pdf>
- Martínez, A., de Oca, N. M., Armenteros, M., Uffo, O., Riverón, Y., González, D., [Remón, D., Paes, S. B., Adrião, M., de Andrade, S. F.](#), & Villoch, A. (2020). Identification of bacterial hazards in the production of artisan fresh cheese in Cuba. *Journal of Dairy Research*, 87(2), 263-265. <https://doi.org/10.1017/S0022029920000217>
- Mendoza, Y. M. F., Muñoz, F. J. G., Lozano, M. J. A., Andrade, F. E. M., & López, M. (2020). Evaluación de la presencia de *Staphylococcus aureus* en queso fresco artesanal del mercado municipal del Cantón Junín de la provincia de Manabí. *Alimentos Hoy*, 28(49), 41-46. <https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/553>
- Merchán, N., Zurymar, S., Niño, L., & Urbano, E. (2019). Determinación de la inocuidad microbiológica de quesos artesanales según las normas técnicas colombianas. *Revista chilena de nutrición*, 46(3), 288-294. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182019000300288>
- Molina, M. I. (2018). Análisis microbiológico de queso cuajada en municipios del departamento del Quindío. *Revista Ion*, 31(1), 49-54. <https://doi.org/10.18273/revion.v31n1-2018008>
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-2-1999. Control Microbiológico de los Alimentos. Toma, envío y preparación de muestras para el análisis microbiológico. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1529-2.pdf>
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 9-5-2012. Leche cruda. Requisitos. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/9-5.pdf>
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1528-1-2012. Norma general para quesos frescos no madurados. Requisitos. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1528.pdf>
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 6887-5- 2014. Microbiología de los alimentos para consumo humano y animal. Preparación de las muestras de ensayo, suspensión inicial y diluciones decimales para examen microbiológico. Parte 5: reglas específicas para la preparación de leche y productos lácteos (ISO 6887-5:2008, IDT). https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_6887-5_extracto.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para Alimentación y la Agricultura, FAO. (2017). El futuro de la alimentación y la agricultura. Tendencias y desafíos. <https://www.fao.org/3/a-i6881s.pdf>

- Rodríguez, J. E., Borrás, L. M., Pulido, M. O. P. & García, D. J. G. (2016). Calidad microbiológica en quesos frescos artesanales distribuidos en plazas de mercado de Tunja, Colombia. *Revista cubana de Higiene y Epidemiología*, 53(3). <http://revepidemiologia.sld.cu/index.php/hie/article/view/47>
- Ruíz, R. A., Meneo, M, N. Y. & Chams, L. M. (2017). Valoración microbiológica de queso costeño artesanal y evaluación higiénico-locativa de expendios en Córdoba, Colombia. *Revista de Salud Pública*, 19, 311-317. <https://doi.org/10.15446/rsap.v19n3.54853>
- SAS Institute Inc. (2013). SAS/STAT® 13.1 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc. <https://support.sas.com/documentation/onlinedoc/stat/131/glimmix.pdf>
- Silbernagel, K. M., & Lindberg, K. G. (2001). Petrifilm™ rapid *S. aureus* count plate method for rapid enumeration of Staphylococcus aureus in selected foods: Collaborative Study. *Journal of AOAC International*, 84(5), 1431-1444. <https://doi.org/10.1093/jaoac/84.5.1431>
- Urbano, E.X, Aguilera, A.M, & Jaimes, C.P (2017). Determinación del perfil de susceptibilidad a antibióticos de *Listeria* sp. aisladas de leche cruda de vaca en Tunja. *Revista Investigación En Salud Universidad De Boyacá*, 4(1), 38-52. <https://doi.org/10.24267/23897325.195>
- Vásquez, V., Salhuana, G, J. G., Jiménez, L. A., & Abanto Ríos, L. M. (2018). Evaluación de la calidad bacteriológica de quesos frescos en Cajamarca. *Ecología aplicada*, 17(1), 45-51. <http://dx.doi.org/10.21704/rea.v17i1.1172>

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Concepción y diseño de la investigación: RAAS, MAA, MCC, MPR, RFD; análisis e interpretación de los datos: RAAS, MAA, MCC, MPR, RFD; redacción del artículo: RAAS, MAA, MCC, MPR, RFD.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflicto de intereses.