



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y
TECNOLOGÍAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
MODALIDAD DE TITULACIÓN:

ARTICULO CIENTÍFICO, TRABAJO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR: FASE DE RESULTADOS

TEMA:

APLICACIÓN DE TÉCNICAS RÁPIDAS DE LABORATORIO
PARA LA EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA, SANITARIA Y
FISICOQUÍMICA DE LA LECHE CRUDA COMERCIALIZADA
EN LA PROVINCIA DE MANABÍ.

ESTUDIANTES:

GARCÍA HOLGUÍN CRUZ ANTONELLA

PICO ESPINAL EDWIN JOEL

TUTOR:

ING. MIRABELLA DEL JESÚS LUCAS ORMAZA. MG.

2025 (1)



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

Nosotros García Holguín Cruz Antonella con C.I: 135109283-6 y Pico Espinal Edwin Joel con C.I: 135071024-8 estudiantes de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí:

DECLARAMOS:

Que el presente trabajo de titulación titulado "APLICACIÓN DE TÉCNICAS RÁPIDAS DE LABORATORIO PARA LA EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA, SANITARIA Y FISICOQUÍMICA DE LA LECHE CRUDA COMERCIALIZADA EN LA PROVINCIA DE MANABÍ", desarrollado bajo la modalidad de Artículo Científico (Trabajo de Integración Curricular: Fase de Resultados), es de nuestra autoría intelectual y ha sido desarrollado en su totalidad bajo la tutoría de la Ing. Mirabella del Jesús Lucas Ormaza. Mg.

Reconocemos que todas las ideas, conceptos, citas textuales y datos obtenidos de fuentes bibliográficas físicas o digitales han sido debidamente citados y referenciados bajo las normas APA 7ma edición, garantizando la originalidad del documento y el respeto a los derechos de propiedad intelectual.

Exoneramos a la institución y a nuestro tutor de cualquier responsabilidad legal por el contenido del trabajo y sus posibles similitudes con otros documentos, ya que la autoría nos corresponde exclusivamente a nosotros.

Finalmente, autorizamos a la institución para que utilice este trabajo con fines académicos y de investigación, de acuerdo a lo establecido en sus reglamentos.

Lo que firmamos en señal de conformidad en la ciudad de manta, a los 16 días del mes de Septiembre del 2025.

García Holguín Cruz Antonella

C.I.: 135109283-6

Pico Espinal Edwin Joel

C.I.: 135071024-8

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante García Holguín Cruz Antonella con C.I. 135109283-6, legalmente matriculada en la carrera de Agroindustria, período académico 2025/1, cumpliendo el total de 16 horas, cuyo tema del proyecto es "Aplicación de Técnicas rápidas de laboratorio para la evaluación microbiológica, sanitaria y fisicoquímica de la leche cruda comercializada en la provincia de Manabí".

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 29 de Julio de 2025.

Lo certifico,



Ing. Mirabella del Jesús Lucas Ormaza Mg.
Docente Tutora
Área: Agroindustria

Nota 1: Este documento debe ser realizado únicamente por el/la docente tutor/a y será receptado sin enmendaduras y con firma física original.

Nota 2: Este es un formato que se llenará por cada estudiante (de forma individual) y será otorgado cuando el informe de similitud sea favorable y además las fases de la Unidad de Integración Curricular estén aprobadas.

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante Pico Espinal Edwin Joel con C.I. 135071024-8, legalmente matriculado en la carrera de Agroindustria, período académico 2025/1, cumpliendo el total de 16 horas, cuyo tema del proyecto es "Aplicación de Técnicas rápidas de laboratorio para la evaluación microbiológica, sanitaria y fisicoquímica de la leche cruda comercializada en la provincia de Manabí".

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 29 de Julio de 2025.

Lo certifico,



Ing. Mirabella del Jesús Lucas Ormaza Mg.
Docente Tutora
Área: Agroindustria

Nota 1: Este documento debe ser realizado únicamente por el/la docente tutor/a y será receptado sin enmendaduras y con firma física original.

Nota 2: Este es un formato que se llenará por cada estudiante (de forma individual) y será otorgado cuando el informe de similitud sea favorable y además las fases de la Unidad de Integración Curricular estén aprobadas.



Contenido

1. Resumen	4
2. Introducción	6
3. Materiales y Métodos	7
3.1 Tipo de investigación	7
3.2 Lugar de ejecución	7
3.3 Muestra y Muestreo	7
3.4 Materiales y equipos	7
4. Resultados y Discusión	9
4.1 Resultados Microbiológicos	9
4.2 Resultados sanitarios y fisicoquímicos	10
5. Conclusiones	14



1. Resumen

El presente documento analiza la calidad microbiológica, sanitaria y fisicoquímica de la leche cruda comercializada en la provincia de Manabí, una zona reconocida por su tradición ganadera y alto consumo de leche no pasteurizada. La justificación del estudio radica en los riesgos sanitarios asociados al consumo de leche cruda, la cual, al no pasar por procesos térmicos como la pasteurización, puede contener microorganismos patógenos perjudiciales para la salud humana, tales como Salmonella, Escherichia coli y Listeria.

El objetivo principal fue evaluar la calidad higiénico-sanitaria de la leche cruda mediante pruebas microbiológicas específicas. Para ello, se establecieron como objetivos específicos la detección de mastitis, la presencia de bacterias coliformes y la identificación de microorganismos mediante tinción de Gram.

La metodología consistió en la recolección de muestras de leche cruda en diferentes puntos de comercialización de Manabí, estas fueron sometidas a tinción de Gram, Pruebas de Anden y Prueba de Whiteside (Mastitis). Entre los principales resultados, se identificaron muestras con mastitis y contaminación por coliformes. Se

concluye que los hallazgos del estudio confirman que la leche cruda comercializada libremente en la provincia presenta una alta carga microbiana, en especial bacterias Gram negativas en cuanto a Tinción de Gram, en las pruebas de Anden se pudo observar una variación significativa al comparar las muestras de fincas con las ambulantes del mismo sector, esto se puede dar por las malas prácticas de los vendedores ambulantes, ya sea por un desconocimiento de conservación, la falta de refrigeración o la falta de limpieza de los equipos o materiales utilizados para comercializar este producto y en lo que respecta con las pruebas de Whiteside se pudo visualizar que en la mayoría no se observó cambios en las muestras realizadas en lo que respecta a una gelificación al contacto con el reactivo NaOH al 5%, solo en las muestras recolectadas en Puerto López que se observó una leve gelificación lo que indica que tiene un positivo leve en Mastitis mediante la interpretación de la Tabla 1. Lo que evidencia la necesidad de controles más rigurosos y campañas de concienciación sobre los riesgos del consumo de leche cruda.

Palabras clave

Leche cruda, mastitis, bacterias, tinción de Gram, pruebas fisicoquímicas.



ABSTRACT

This document analyzes the microbiological, sanitary, and physicochemical quality of raw milk marketed in the province of Manabí, an area known for its livestock tradition and high consumption of unpasteurized milk. The study is justified by the health risks associated with the consumption of raw milk. Because raw milk has not undergone thermal processes such as pasteurization, it may contain pathogenic microorganisms harmful to human health, such as *Salmonella*, *Escherichia coli*, and *Listeria*.

The main objective was to evaluate the hygienic and sanitary quality of raw milk through specific microbiological tests. Specific objectives were the detection of mastitis, the presence of coliform bacteria, and the identification of microorganisms using Gram staining.

The methodology consisted of collecting raw milk samples at different marketing points in Manabí. These samples were subjected to Gram staining, the Anden test, and the Whiteside test (mastitis). Among the main results, samples with mastitis and coliform contamination were identified. It is concluded that the study's findings confirm that raw milk sold freely in the province has a high microbial load, especially Gram-negative bacteria in terms

of Gram stain. In the Anden tests, a significant variation was observed when comparing samples from farms with street vendors in the same sector. This may be due to poor practices by street vendors, either due to a lack of knowledge of conservation, lack of refrigeration, or lack of cleaning of the equipment or materials used to sell this product. Regarding the Whiteside tests, it was seen that in the majority of the samples taken, no changes were observed with respect to gelation upon contact with the 5% NaOH reagent. Only in the samples collected in Puerto López was a slight gelation observed, indicating that it has a mild positive for Mastitis according to the interpretation of Table 1. This highlights the need for more rigorous controls and awareness campaigns regarding the risks of raw milk consumption.

Keywords

Raw milk, mastitis, bacteria, Gram stain, physicochemical tests.



1. Introducción

La leche cruda, definida como producto lácteo no sometido a ningún tratamiento térmico, conserva sus propiedades naturales como enzimas, nutrientes y microorganismos (INEN, 2012). Aunque estas características son valoradas por ciertos consumidores, también conllevan riesgos sanitarios importantes debido a la presencia de microorganismos patógenos como *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* y *Brucella* (Contero et al., 2021; CDC, 2023). El consumo de leche cruda sin un control adecuado puede generar enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs), por lo que es necesario evaluar su calidad antes de su consumo o transformación en derivados.

A nivel nacional e internacional, estudios han demostrado que la leche cruda puede contaminarse durante el ordeño, almacenamiento o transporte debido a malas prácticas higiénicas (Rodríguez & Martínez, 2020; Zamora & Pineda, 2022). Las pruebas microbiológicas y fisicoquímicas como tinción de Gram, pruebas de Anden, prueba de Whiteside y ensayo de reductasa son herramientas clave para evaluar su inocuidad (Tommasoni et al., 2023; González & León, 2020; Cuaran et al., 2018).

En la provincia de Manabí, la comercialización informal de leche cruda es una práctica habitual, en muchos casos sin cumplir con la normativa INEN 9:2012, lo que representa un riesgo para la salud pública (Vallejo-Torres et al., 2017). La falta de procesos de pasteurización y de análisis microbiológicos adecuados puede derivar en la presencia de mastitis subclínica en el ganado, contaminación fecal o proliferación de microorganismos psicrófilos resistentes al calor (Aguilar-Gálvez & Álvarez-Díaz, 2019; Magariños, 2000).

Según los estudios realizados por De la Torre y Torres (2023), el 93.18% (123/132) de las muestras cumplen con los requisitos mínimos determinados por la legislación ecuatoriana (NTE INEN 9), realizados en cantones Cayambe y Pedro Moncayo de la provincia de Azuay.

De acuerdo a los estudios de Erazo (2017), Ninguna de las dos asociaciones de los cantones de Napo se salió de la norma NTE INEN 9:2012 actualmente vigente en el país, exceptuando la densidad que fue baja en ambos casos.

Los estudios realizados por Luigi et al. (2013), la leche cruda de acuerdo con el recuento de bacterias aerobias mesófilas, 72,5% de las muestras presentaron recuentos por encima de los límites



establecidos, reflejando condiciones higiénico-sanitarias deficientes al no cumplir con lo establecido en las normas vigentes en Venezuela.

Por ello, el presente estudio tiene como objetivo evaluar la calidad microbiológica, sanitaria y fisicoquímica de la leche cruda mediante técnicas rápidas de laboratorio, con el fin de garantizar la inocuidad del producto y promover prácticas de comercialización segura en Manabí. A través de este análisis se espera generar evidencia que oriente a productores, comerciantes y autoridades sanitarias hacia una mejora en los sistemas de control, conservación y venta de leche cruda.

2. Materiales y Métodos

3.1 Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo descriptiva, cuantitativa y cualitativa, ya que se centra en recolectar y corroborar datos sobre la calidad de la leche cruda comercializada en la provincia de Manabí. No se realizaron modificaciones ni manipulación en la recolecta del producto; se tomaron las muestras directas en las fincas tal como si se fueran a vender al público, con el fin de describir su estado microbiológico, sanitario y fisicoquímico.

3.2 Lugar de ejecución

La recolección de muestras se realizó en diferentes puntos de venta de

leche cruda en los cantones de Chone, Rocafuerte y Puerto López. Para realizar los análisis, se utilizó el laboratorio de microbiología de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta.

3.3 Muestra y Muestreo

Se recolectaron muestras de 1 litro de leche cruda directamente de los puntos fijos (Fincas) y Vendedores Ambulantes, luego se almacenaron en una hielera para conservar la condición de frío y evitar la alteración de las muestras de leche cruda. Cada muestra se analizó lo antes posible en un lapso máximo de 6 horas para evitar el deterioro de la misma.

3.4 Materiales y equipos

Todos los estudios se registrarán a NTE INEN 9:2012 y para llevar a cabo los estudios se emplearon materiales de laboratorio, como: Vasos de precipitación, tubos de ensayo, portaobjetos, cubreobjetos, microscopio óptico, termómetro digital, lactodensímetro, reactivos de cada prueba.

Los análisis fisicoquímicos se realizaron siguiendo los parámetros de la normativa Ecuatoriana (Tabla 2):

Tinción de Gram, se realiza con frotis directos mediante fijación al calor, coloración con cristal violeta, lugol, decoloración con alcohol y contraste con



safranina, observando los resultados al microscopio óptico a 10x y 40x. (Sanz, 2011)

Densidad relativa, utilizando el método del lactodensímetro, conforme a lo establecido en la NTE-INEN 11.

Acidez titulable, determinada por el método de Dornic, siguiendo la NTE-INEN 13, mediante la titulación con hidróxido de sodio (NaOH) 0,1 N utilizando fenolftaleína como indicador.

Para determinar los grados Dornic se empleó la siguiente formula:

Acidez (°D)= $V_{NaOH} \times 10$, donde V_{NaOH} =volumen (mL) de NaOH 0.1N gastado. (1)

Prueba de alcohol, realizada para evaluar la estabilidad proteica de la leche. Se mezcló una muestra con alcohol etílico al 70% con una muestra de leche cruda relación 1/1 y se observó la presencia de coagulación o separación, de acuerdo lo establecido en la NTE INEN 1500.

Prueba de Whiteside, empleada para la detección preliminar de mastitis. Se mezcló leche con hidróxido de sodio (NaOH) al 5%, relación 1/1 y se observó la viscosidad como reacción positiva. En caso de presentar viscosidad se tiene que considerar de acuerdo a la tabla 1.

Tabla 1. Interpretación de la prueba de Whiteside en leche cruda

Símbolo	Grado de gelificación	Interpretación	Posible estado de la ubre
-	Sin gelificación	Negativo	Ubre sana
+	Gel leve	Positivo leve	Mastitis leve
++	Gel espeso	Positivo moderado	Mastitis moderada
+++	Gel denso	Positivo fuerte	Mastitis avanzada

Fuente: Firas (2014). Detection Of Subclinical Bovine Mastitis Using Conventional Indirect Laboratory Methods.

Ensayo de reductasa, aplicado para evaluar la carga microbiana de la leche. Se añadió 1g de azul de metileno a 10g de muestra de leche cruda y se cronometró el tiempo de decoloración en baño María a 35 °C. En caso de no apreciar cambios pasadas 6 horas se considera que las muestras tienen una baja carga microbiana y la leche cruda cumple con los parámetros establecidos en NTE INEN 018.



Tabla 2. Requisitos fisicoquímicos de la leche cruda

Requisitos	Unidad	Min.	Max.	Método de Ensayo
Densidad relativa: A 15°C A 20°C	-	1,029 1,028	1,033 1,032	NTE INEN 11
Acidez titulable como ácido láctico	% (fracción de masa) ⁴	3,0	-	NTE INEN 13
Ensayo de reductasa	H	3	-	NTE INEN 018
Reacción de estabilidad proteica	La leche para pasteurización no debe coagular con alcohol al 68% relación 1/1 (75% vol.), y para ultrapasteurización, con alcohol al 71% relación 1/1 (78% vol.).			NTE INEN 1500

Fuente: NTE INEN 9:2012.

3. Resultados y Discusión

4.1 Resultados Microbiológicos

Mediante la técnica de Tinción de Gram (TG) es posible determinar la morfología y tipo de bacterias presentes en la leche. Como se puede apreciar en las Figuras 1, 2 y 3 la mayoría de las muestras de fincas presentan una mayor presencia de bacterias Gram negativas, identificadas como Bacilos. Esta presencia sugiere una posible deficiencia en la esterilización de los materiales utilizados para la manipulación de la leche o una contaminación por material fecal, observada en los tres cantones analizados. A diferencia de las muestras tomadas de los

vendedores ambulantes que tienen una gran presencia de bacterias Gram positivas, identificadas como cocos como se pueden apreciar en las Figuras 4, 5 y 6.

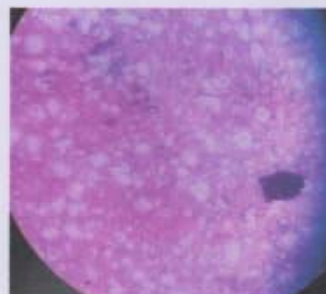


Figura 1. Observación de M.O con TG, cantón de Rocafuerte.

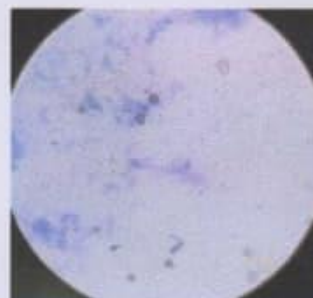


Figura 2. Observación de M.O con TG, cantón de Chone.

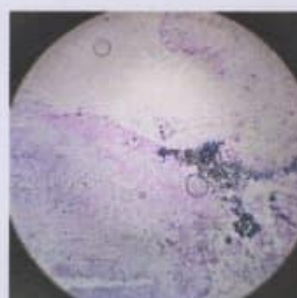


Figura 3. Observación de M.O con TG, cantón de PuertoLópez.

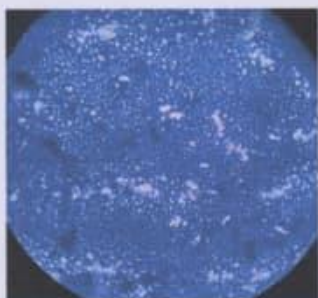


Figura 4. Observación de M.O con TG,
cantón de Rocafuerte.

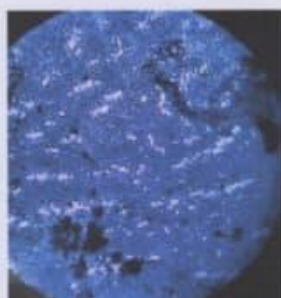


Figura 5. Observación de M.O con TG,
cantón de Chone.

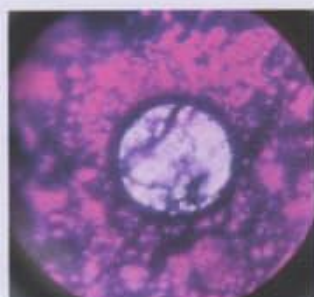


Figura 6. Observación de M.O con TG,
cantón de Puerto López.

Luego del análisis microbiológico realizado mediante la técnica de tinción de Gram, se identificó la presencia significativa de bacterias tanto Gram positivas como Gram negativas en las muestras de leche cruda comercializada libremente. La tinción reveló una predominancia de bacilos Gram negativos,

especialmente en muestras recolectadas en entornos de producción artesanal o de baja tecnificación, lo cual sugiere condiciones deficientes de higiene en el ordeño, almacenamiento y transporte. Este hallazgo es consistente con lo reportado por Delgado et al. (2023), quienes destacaron la alta vulnerabilidad de la leche cruda a la contaminación por enterobacterias cuando no se mantienen condiciones sanitarias óptimas.

Por otra parte, la presencia de cocos Gram positivos fue recurrente en aquellas muestras provenientes de fincas con prácticas semi-tecnificadas, lo cual podría relacionarse con procesos de contaminación post-ordeño o falta de mantenimiento adecuado del equipo. Como lo señala Vargas & Morales (2021), *Staphylococcus* spp. Es una bacteria comúnmente aislada en leche cruda debido a infecciones subclínicas en el ganado, pero su detección también puede indicar manipulación inadecuada o falta de higiene personal del ordeñador.

4.2 Resultados sanitarios y fisicoquímicos

Los tres estudios realizados de las pruebas de Andén: Estabilidad proteica, prueba de acidez (Dornic) y densidad, además de la prueba de Whiteside la cual permite determinar si existe casos de mastitis en las vacas. Los resultados obtenidos se demuestran en la tabla 3.



- Los resultados de las muestras recolectadas en Rocafuerte indican que para la prueba de alcohol, acidez y prueba de Whiteside están dentro de los parámetros establecidos y son aptos para la libre comercialización, pero en la prueba de densidad en la muestra del vendedor ambulante está por debajo de lo establecido.
- Los resultados de las muestras recolectadas en Chone son similares a las de Rocafuerte con la variación en la prueba de acidez para la muestra del vendedor ambulante el cual es un indicador de posible adulteración.
- Los resultados de las muestras provenientes del cantón Puerto López difieren considerablemente con respecto a los obtenidos en los otros dos cantones analizados. Ambas muestras (finca y ambulante) resultaron positivas en la prueba de Whiteside, presentando una ligera gelificación como resultado de un moderado incremento en el recuento de células somáticas, indicador típico de una mastitis leve. En densidad y acidez, la muestra de finca se encuentra dentro de los rangos establecidos por la normativa, aunque la acidez se encuentra en el límite permitido. Por otro lado, la muestra ambulante

presenta una acidez por debajo del valor mínimo aceptable. Respecto a la prueba de alcohol, la muestra de finca no mostró coagulación, indicando buena estabilidad proteica. Sin embargo, la muestra ambulante presentó una ligera coagulación, lo cual resulta contradictorio al presentar una baja acidez. Esta reacción se puede explicar por una inestabilidad proteica no asociada a un aumento de acidez, posiblemente derivada de un desequilibrio salino y/o presencia de mastitis.

- Ensayo de Reductasa, todas las muestras pasaron más de 6 horas sin algún cambio notorio en el color, lo cual muestra que la calidad de estas muestras de leche cruda es buena ya que contienen menos de 500000 UFC/mL lo estándar en muestras de leche cruda y se da a conocer las buenas prácticas de ordeño (BPO), higiene en equipos y refrigeración.

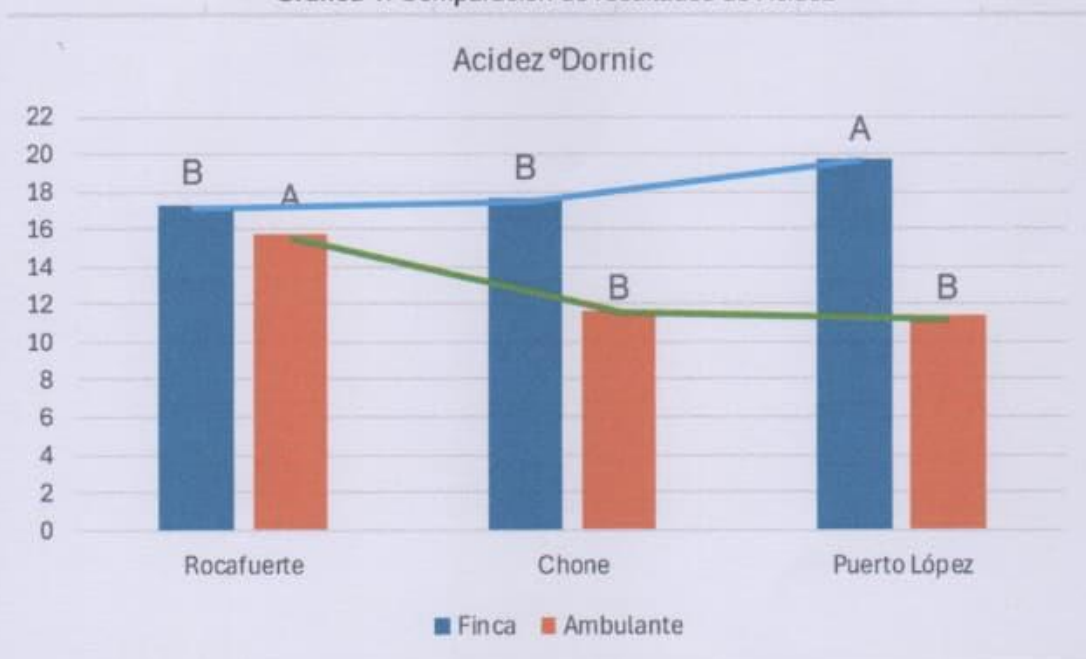


Tabla 3. Resultados de Pruebas rápidas y Whiteside en las muestras de leche cruda.
(-) negativo, (+) Posible mastitis leve, moderado aumento de células somáticas.

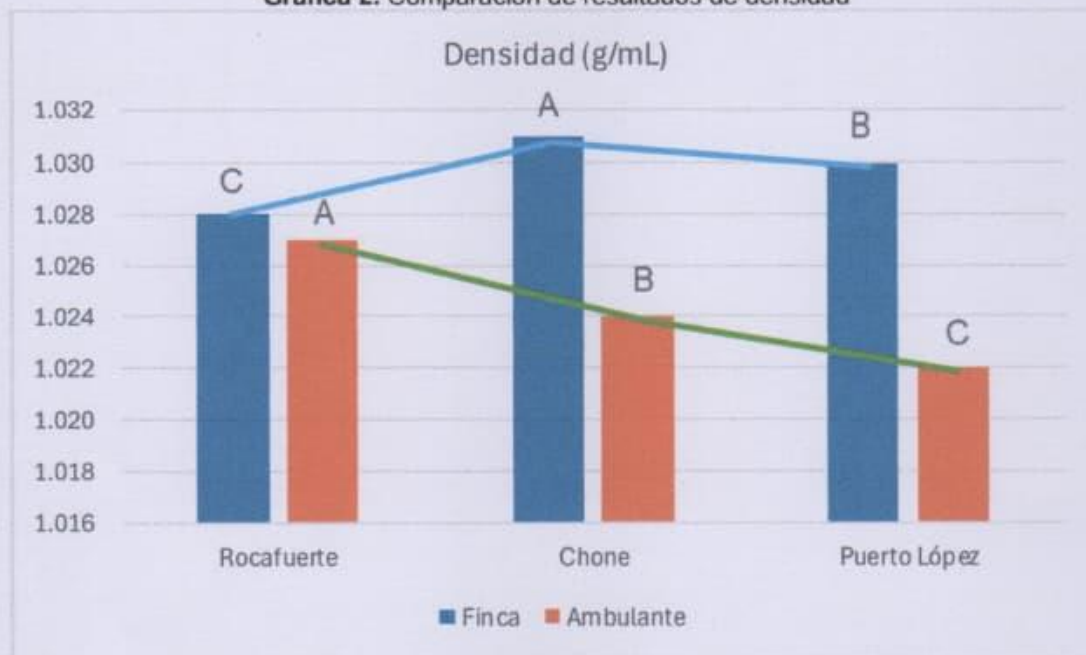
Cantón	Tipo de muestra	Prueba de Alcohol	Prueba de Acidez (°D)	Densidad (g/mL)	Whiteside
Rocafuerte	Finca	-	17.33 ± 0.57 B	1.028 ± 0 C	-
	Vendedor	-	15.67 ± 0.57 A	1.027 ± 0 A	-
	Ambulante				
Chone	Finca	-	17.67 ± 0.57 B	1.031 ± 0 A	-
	Vendedor	-	11.67 ± 0.57 B	1.024 ± 0 B	-
	Ambulante				
Puerto López	Finca	-	19.67 ± 0.57 A	1.030 ± 0 B	+
	Vendedor	Ligera coagulación.	11.33 ± 0.57 B	1.022 ± 0 C	+
	Ambulante				



Grafica 1. Comparación de resultados de Acidez



Gráfica 2. Comparación de resultados de densidad





Los resultados obtenidos con la prueba de Whiteside evidenciaron alteraciones en la viscosidad y coagulación de algunas muestras, lo cual, de acuerdo con Cando et al. (2021), puede relacionarse con un aumento en la carga celular como respuesta inflamatoria ante infecciones intramamarias. Este tipo de pruebas, aunque no específicas, permiten un tamizaje rápido de muestras posiblemente alteradas, pero requieren confirmación mediante cultivos bacteriológicos o pruebas bioquímicas.

Respecto a las pruebas de Andén, las observaciones apuntan a una variación térmica considerable en los puntos de venta y traslado como se pueden apreciar en las gráficas 1 y 2 la variabilidad en lo que respecta a las pruebas de densidad y acidez, lo que compromete aún más la integridad del producto. Esta situación ya ha sido advertida en estudios como el de Guzmán et al. (2013), donde se indica que las fluctuaciones de temperatura, sumadas a la falta de cadena de frío, aceleran el crecimiento bacteriano y la descomposición de la leche cruda.

En conjunto, la presencia de microorganismos patógenos y alteraciones físico-químicas identificadas en esta investigación reflejan un riesgo potencial para la salud pública, especialmente en zonas donde la leche se comercializa directamente al consumidor sin tratamiento térmico. A pesar de las regulaciones

existentes, la informalidad en el proceso de producción y distribución sigue siendo un factor determinante para la inocuidad del producto, lo cual amerita una intervención integral desde los sistemas de control sanitario.

4. Conclusiones

En conclusión, los hallazgos del estudio confirman que la leche cruda comercializada libremente en la provincia presenta una alta carga microbiana, en especial bacterias Gram negativas, asociadas a condiciones inadecuadas de higiene y deficiente manejo en la cadena de producción. Estos resultados coinciden con estudios previos en el ámbito latinoamericano que señalan la necesidad urgente de fortalecer las buenas prácticas ganaderas, así como establecer sistemas de monitoreo eficientes y programas de educación sanitaria para los productores.

En futuras investigaciones se sugiere incluir estudios moleculares para identificar los géneros bacterianos predominantes, evaluar la presencia de toxinas, y analizar el impacto de estos microorganismos en la salud del consumidor.

Finalmente, esta investigación aporta evidencia local que puede ser utilizada como base para políticas públicas



orientadas a la formalización y regulación del comercio de leche cruda en la región.

5. Referencias

Aguero, E. A. (n.d.). *Prueba de mastitis*. Retrieved from https://www.academia.edu/19839212/Prueba_de_mastitis

Aguilera Gálvez, F. Á. D. C. (n.d.). *Mastitis Bovina*. Retrieved from Repositorio.utmachala.edu.ec<https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/15205/1/MASTITIS-BOVINA.pdf>

Albuja Landi, A. K., Escobar Arrieta, S. N., & Andueza Leal, F. D. (2021). *Calidad bacteriológica de la leche cruda bovina almacenada en el centro de acopio Mocha. Tungurahua. Ecuador*.

Andresen S, H. (2001). Mastitis: prevención y Control. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 12(2), 55-64. Retrieved from http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172001000200010&lng=es&nrm=iso&tln g=en

Así certifican que la leche cruda ecuatoriana es buena para el consumo – REVISTA DE MANABÍ. (n.d.). Retrieved from <https://revistademanabi.com/2024/02/07/a-si-certifican-que-la-leche-cruda-ecuatoriana-es-buena-para-el-consumo/>

Bedolla Cedeño, C. (n.d.). *Pruebas y Métodos para el Diagnóstico de Mastitis II - BM Editores*. Retrieved from <https://bmeditores.mx/ganaderia/pruebas-y-metodos-para-el-diagnostico-de-mastitis-ii-1705/>

Calver, E. O. R. E. J. (n.d.). *Solomamitis.com*. Retrieved from <https://solomamitis.com/recogida-y-analisis-de-muestras-de-leche-el-primer-paso-para-el-diagnostico>

Cedeño Alcívar, M., Macías, V., López, G., Solórzano, S., Cusme, L., Ruedas, Z., Lucas, D., Vera, A., & Palacios, M. (n.d.). *Universidad de Colima*. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83743886005>

Contero, R., Requelme, N., Cachipundo, C., & Acurio, D. (2021). Calidad de la leche cruda y sistema de pago por calidad en el Ecuador: Quality of raw milk in Ecuador and payment system for quality. *La Granja*, 33(1), 31-43. doi: 10.17163/LGR.N33.2021.03

Contero, R., Requelme, N., Cachipundo, C., Acurio, D., Contero, R., Requelme, N., Cachipundo, C., & Acurio, D. (2021). CALIDAD DE LA LECHE CRUDA Y SISTEMA DE PAGO POR CALIDAD EN EL ECUADOR. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de La Vida*, 33(1), 31-43. doi: 10.17163/LGR.N33.2021.03



Díaz-Monroy, B. L., Baquero-Tapia, M. F., Guñay-Apugllón, E. P., & Díaz-Arrieta, R. H. (2022). *Diagnóstico microbiológico de mastitis bovina y evaluación de tres tratamientos en vacas jersey*.

-Ecuador, Q. (n.d.). *INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN*.

Erazo Reinoso, W. (2017). *ESTUDIO COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE LA LECHE CRUDA BOVINA PRODUCIDA EN DOS CANTONES DE LA PROVINCIA DE NAPO*. Retrieved from <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/8164/1/UDLA-EC-TMVZ-2017-23.pdf>

Esguerra, J. C., Cassoli, L. D., Múnera-Bedoya, O. D., Cerón-Muñoz, M. F., & Machado, P. F. (2018). Milk quality: Milking personnel associated factors. *Revista MVZ Cordoba*, 23(1), 6461–6473. doi: 10.21897/RMVZ.1241

Firas, Z. (n.d.). *Detection Of Subclinical Bovine Mastitis Using Conventional Indirect Laboratory Methods*.

Flores, J., García, P., Campos, C., & Moreno, C. (n.d.). *ELABORADO REVISADO REVISADO APROBADO*.

Genaro Tacuri Naula, E. (n.d.). *FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA*.

Hessisches Landeslabor, L. (n.d.). *Métodos de detección de la mastitis bovina (Methods of detection of the bovine mastitis)*. Retrieved from

<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090907/090702.pdf>

La leche cruda. (n.d.).

Landi, A. K. A., Arrieta, S. N. E., & Leal, F. D. A. (2021). Calidad bacteriológica de la leche cruda bovina almacenada en el centro de acopio Mocha. Tungurahua. Ecuador. *Siembra*, 8(2), e3176–e3176. doi: 10.29166/SIEMBRA.V8I2.3176

Luigi, T., Rojas, L., Valbuena, O., & Salus RESUMEN, A. (2013). Evaluación de la calidad higiénico-sanitaria de leche cruda y pasteurizada expendida en el estado Carabobo, Venezuela. *Salus*, 17(1), 25–33. Retrieved from http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-71382013000100006&lng=es&nrm=iso&tln g=es

MAG socializa control en producción y transporte de leche cruda – Ministerio de Agricultura y Ganadería. (n.d.). Retrieved from <https://www.agricultura.gob.ec/mag-socializa-control-en-produccion-y-transporte-de-leche-cruda/>

MANEJO Y CONTROL DE LA MASTITIS BOVINA. (n.d.).

Ramirez Vasquez, N., Arroyave Henao, O., Cerón-Muñoz, M., Jaramillo, M., Cerón, J., & Guillermo Palacio, L. (n.d.). *Factores asociados a mastitis en vacas de la microcuenca lechera del altiplano norte de*



Antioquia, Colombia. Retrieved from
http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=s0122-93542011000200004&script=sci_arttext

Raw Milk | Food Safety | CDC. (n.d.). Retrieved from https://www.cdc.gov/food-safety/foods/raw-milk.html?CDC_AA_refVal=https%3A%2F%2Fwww.cdc.gov%2Ffoodsafety%2Frawmilk%2Fraw-milk-index.html

Rodrigues, M. X., Lima, S. F., Canniatti-Brazaca, S. G., & Bicalho, R. C. (2017). The microbiome of bulk tank milk: Characterization and associations with somatic cell count and bacterial count. *Journal of Dairy Science*, 100(4), 2536–2552. doi: 10.3168/JDS.2016-11540

Salguero, A., De la Torre, D., Puga-Torres, B., Salguero, A., De la Torre, D., & Puga-Torres, B. (2023). Calidad de leche cruda de pequeños productores de los cantones Cayambe y Pedro Moncayo, Ecuador, mediante análisis fisicoquímicos y ensayos cualitativos. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 34(1), 24611. doi: 10.15381/RIVP.V34I1.24611

Tommasoni, C., Fiore, E., Lisuzzo, A., & Ganesella, M. (2023). Mastitis in Dairy Cattle: On-Farm Diagnostics and Future Perspectives. *Animals* 2023, Vol. 13, Page 2538, 13(15), 2538. doi: 10.3390/ANI13152538

Veterinario Zootecnista, M. (n.d.). UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTEKNIA CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTEKNIA.

View of Determinación de adulterantes en leche cruda de vaca en centros de acopio, medios de transporte y ganaderías de la provincia del Cañar, Ecuador. (n.d.). Retrieved from <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/1507/1192>

Vista de CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA E HIGIÉNICO SANITARIA DE LA LECHE EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DOBLE PROPÓSITO, MANABÍ-ECUADOR | Revista de Investigación Talentos. (n.d.). Retrieved from <https://talentos.ueb.edu.ec/index.php/talentos/article/view/28/36>

ZAMBRANO, J. J., & GRASS RAMÍREZ, J. F. (2008). VALORACIÓN DE LA CALIDAD HIGIÉNICA DE LA LECHE CRUDA EN LA ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE LECHE DE SOTARÁ - ASPROLESO, MEDIANTE LAS PRUEBAS INDIRECTAS DE RESAZURINA Y AZUL DE METILENO. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 6(2), 56–66. Retrieved from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612008000200008&lng=en&nrm=iso&tln=es



AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, a la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías y a la carrera de Ingeniería Agroindustrial, por brindarnos las bases académicas y humanas que hoy nos permiten dar este importante paso.

Nuestro reconocimiento especial a la Ing. Mirabella del Jesús Lucas Ormaza, Mg., por su paciencia, compromiso y valiosa orientación durante el desarrollo de esta investigación.

A nuestros docentes, por su dedicación y por inculcarnos valores que nos acompañarán en el ejercicio profesional.

Con todo nuestro cariño y gratitud, a nuestras familias, quienes con su amor, apoyo y confianza fueron el verdadero motor de este logro. Y a nuestros compañeros y amigos, por su compañía y palabras de aliento, que hicieron de este camino una experiencia más enriquecedora y significativa.

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo, en primer lugar, a nuestras queridas familias, quienes, con su amor incondicional, paciencia y apoyo constante han sido la fuerza que nos impulsó a seguir adelante en cada momento de este camino. A nuestros padres, por enseñarnos con su ejemplo el valor del esfuerzo, la responsabilidad y la perseverancia, pilares que

nos han guiado en nuestra formación académica y personal.

Dedicamos también este logro a nuestros maestros, quienes sembraron en nosotros el valor del conocimiento y nos motivaron a ir siempre más allá, a no conformarnos y a buscar la excelencia en cada paso.

Finalmente, nos lo dedicamos a nosotros mismos, por no rendirnos en los momentos de dificultad, por la constancia y la disciplina que hoy se ven reflejadas en este resultado. Este trabajo es testimonio de que los sueños pueden alcanzarse cuando se tiene fe, compromiso y la voluntad de seguir adelante.

