



Evaluación de la calidad física química y contaje de células somáticas (mastitis) de la leche cruda como base para la aplicación de un programa de transferencia tecnológica en las comunidades de la parroquia de Lloa, cantón Quito

Ordoñez Quezada, Erika Lorena y Toapanta Canchignia, Jessica Aracely

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria

Ing. Vargas Arboleda, Martha Cecilia, Mgtr.

25 de julio del 2023



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Certificación:

Certifico que el trabajo de titulación: **Evaluación de la calidad física química y conteo de células somáticas (mastitis) de la leche cruda como base para la aplicación de un programa de transferencia tecnológica en las comunidades de la parroquia de Lloa, cantón Quito**, fue realizado por las señoritas: **Ordoñez Quezada, Erika Lorena y Toapanta Canchignia Jessica Aracely**; el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Sangolquí, 25 de julio del 2023



MARtha CECILIA
VARGAS ARBOLEDA

Ing. Vargas Arboleda, Martha Cecilia Mgtr.

C. C 180211963-4

Resultado de la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos



1_Ordoñez Erika y Toapanta Jessica__...

Scan details

Scan time:
July 25th, 2023 at 16:55 UTC

Total Pages:
70

Total Words:
17364

Plagiarism Detection



Types of plagiarism		Words
Identical	1.6%	284
Minor Changes	1%	171
Paraphrased	6%	1048
Omitted Words	0%	0

AI Content Detection



Text coverage
AI text
Human text

Plagiarism Results: (50)

JULIO CESAR PARDO JIMENEZ.pdf

1%

<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/22527/...>

Julio Cesar

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS
NATURALES RENOVABLES CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECHNI...

Evaluación de la calidad higiénico-sanitaria de lech...

0.9%

<https://11library.co/document/q2kwe0pq-evaluacion-calidad-...>



Empleada electrónicamente por:
MARTHA CECILIA
VARGAS ARBOLEDA

Ing. Vargas Arboleda, Martha Cecilia, Mgtr.

C. C 180211963-4



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Responsabilidad de Autoría:

Nosotras, **Ordoñez Quezada, Erika Lorena y Toapanta Canchignia, Jessica Aracely**, con cédulas de ciudadanía No 172599439-4 y 172645325-9 respectivamente, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo titulación: **Evaluación de la calidad física química y conteo de células somáticas (mastitis) de la leche cruda como base para la aplicación de un programa de transferencia tecnológica en las comunidades de la parroquia de Lloa, cantón Quito**, es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 25 de julio del 2023

Erika Ordoñez

Ordoñez Quezada, Erika Lorena

C.C.: 172599439-4

Jessica Aracely Toapanta

Toapanta Canchignia, Jessica Aracely

C.C.:172645325-9



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura
Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Autorización de Publicación:

Nosotras, **Ordoñez Quezada, Erika Lorena y Toapanta Canchignia, Jessica Aracely** con cédulas de ciudadanía No. 172599439-4 y 172645325-9 autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Evaluación de la calidad física química y conteo de células somáticas (mastitis) de la leche cruda como base para la aplicación de un programa de transferencia tecnológica en las comunidades de la parroquia de Lloa, cantón Quito** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios es de nuestra responsabilidad.

Sangolquí, 25 de julio del 2023

.....
Erika Ordoñez

Ordoñez Quezada, Erika Lorena

C.C.: 172599439-4

.....
Jessica Aracely

Toapanta Canchignia, Jessica Aracely

C.C.:172645325-9

Dedicatoria

Dedico este trabajo de investigación:

A Dios y a mi madre Rosa que siempre ha sido mi pilar fundamental para cumplir mis metas, por sus palabras de ánimo, oraciones, amor, paciencia y confianza en mí.

A mis hermanos/as por haberme brindado su cariño, apoyo incondicional y por animarme a nunca rendirme a pesar de los retos.

A Dayana y Justin mis sobrinos que me han brindado su amor incondicional.

A Daniel por su cariño, comprensión, apoyo y ánimos para seguir adelante.

Erika

Dedico este trabajo de investigación:

A Dios, por darme la sabiduría necesaria para continuar con esta meta y la fortaleza suficiente para no rendirme durante este largo camino.

A mis padres, Nelson y Lourdes, quienes han sido mi apoyo incondicional y han estado en cada paso del camino dándome ánimos, cuidándome, aconsejándome, acompañándome en todo momento y confiando en mí; sin ustedes no lo habría logrado. Ahora podrán ver el fruto de nuestro esfuerzo.

A mis hermanos, Vanessa y Mateo, que me han apoyado e impulsado a salir adelante con su cariño, apoyo, palabras de aliento y con cada ocurrencia.

A mi sobrina, Amelia, por el cariño y alegría brindado día tras día.

A Joshue, por su infinita amistad, comprensión, paciencia, apoyo, amor incondicional y por cada palabra de motivación brindada.

Jessica

Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, en especial a la Carrera de Ingeniería Agropecuaria por permitirnos formarnos como ingenieras agropecuarias dentro de sus instalaciones; a sus docentes y enseñanzas impartidas que nos permitirán convertirnos en excelentes personas y profesionales.

A la Ing. Vanessa Vargas PhD, por permitirnos trabajar dentro del proyecto de vinculación “Asesoría técnica para la mejorar la calidad y cantidad de producción lechera y sus derivados mediante la tecnificación de procesos en la parroquia rural de Lloa”.

A la Ing. Martha Vargas Arboleda Mgtr, nuestra tutora, excelente profesional y persona por brindarnos su apoyo en el proyecto de investigación, compartiendo sus conocimientos y guiándonos por el camino del éxito.

Al Dr. Jorge Ron Román PhD., por guiarnos, compartir sus conocimientos y brindarnos el apoyo para la realización de este proyecto; al laboratorio de mejoramiento genético y sanidad animal y sus técnicas (Ing. Gabriela Morales e Ing Michelle Yugcha) por siempre estar al pendiente de nuestro trabajo y brindarnos las facilidades, equipos y materiales para poder culminarlo.

Al Ing. Diego Vela Tormen Mgtr. por impartirnos sus conocimientos y ayudarnos en la realización de la presente investigación.

A los dueños de centros de acopio, queseras y propietarios de los predios de explotación lechera en las comunidades de San José, San Luis, Urauco y Cabecera Parroquial por abrirnos sus puertas y permitir continuar con esta investigación.

A nuestros compañeros/as de vinculación por acompañarnos y brindarnos su ayuda en las salidas de campo y dentro del laboratorio.

A mis amigas Diana, Eli, Prys, Nikole, Mishell y Michelle por su amistad a través de estos años, su apoyo y por ayudarme cuando más las necesite (Erika O.).

A mis amigo/as Daniela, Analía, Bryan P, Karen, William y Jessy por hacer que este transcurso de mi vida este lleno de bonitos recuerdos. Gracias por el apoyo incondicional, por cada consejo, por cada alegría y tristeza compartida (Jessica T.).

Índice de contenidos

Carátula.....	1
Certificado	2
Resultado de la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos	3
Responsabilidad de Autoría.....	4
Autorización de Publicación.....	5
Dedicatoria	6
Agradecimientos	7
Índice de contenidos	8
Índice de tablas.....	12
Índice de figuras	13
Resumen.....	14
Abstract.....	15
CAPÍTULO I	16
INTRODUCCIÓN	16
Antecedentes	16
Justificación	18
Objetivos.....	19
Objetivo general	19
Objetivos específicos	19
Hipótesis	19
CAPÍTULO II	20
REVISIÓN DE LITERATURA.....	20
Leche, higiene y calidad	20
Definición y composición de la leche.....	20
Higiene en el ordeño, almacenamiento y transporte.....	21
Parámetros de calidad del entorno, el animal y la leche fresca cruda	22
Propiedades fisicoquímicas de la leche	23

Densidad	23
Viscosidad	23
Acidez titulable.....	24
Punto de crioscopía.....	24
Concentración hidrogeniónica.....	24
Conductividad eléctrica	25
Agua añadida.....	25
Proteínas	26
Sólidos totales	26
Carbohidratos	26
Sales	27
Análisis microbiológico.....	27
Conteo de células somáticas	27
Contaminantes de la leche.....	27
Mastitis	28
Tipos de mastitis y diagnóstico	28
Prevención, control y tratamiento.....	29
Test CMT	30
Descripción de la parroquia de Lloa	31
Ubicación.....	31
Clima.....	32
Sector productivos	32
CAPÍTULO III	34
METODOLOGÍA.....	34
Ubicación	34
Área de estudio.....	34
Lugar del análisis	35
Estadística para la toma de muestras	35

Levantamiento de información	35
Unidad de muestreo	35
Población.....	35
Variables de estudio para calidad de leche	35
Variables de estudio para la calidad mastitis.....	36
Métodos de muestreo	36
Fase uno: Centros de acopio, queseras y carros recolectores (totalidad de bidones) ...	36
Fase dos: Predios (con animales positivos).....	36
Proceso de toma de muestras y análisis.....	38
Muestreo en centros de acopio, queseras, transporte de leche cruda y predios.	38
Muestreo de los animales	39
Proceso de análisis de muestras en laboratorio	39
Ekomilk Bond.....	39
EkoScan	39
Antibióticos	40
Adulterantes	40
Interpretación de antibióticos y adulterantes	40
Aplicación de encuestas y determinación de puntos críticos	41
Análisis de factores de riesgo.....	41
Determinación de Prevalencia de Mastitis	42
Odds ratio (OD) y riesgo relativo (RR)	42
Georreferenciación de centros de acopio, queseras y fincas	43
Transectos de los carros recolectores mediante GPS	43
Análisis estadístico	43
Socialización y asesoramiento de los resultados a los productores.....	44
Fase tres: Elaboración del manual y socialización.....	44
CAPÍTULO IV.....	45
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	45

Resultados	45
Georreferenciación de las rutas de muestreo	45
Fase uno de la investigación.....	47
Análisis de calidad de leche (físicos, químicos y microbiológicos)	47
Presencia de agentes antibióticos y adulterantes.....	56
Prevalencia de mastitis subclínica en muestras de bidones	56
Fase dos de la investigación.....	58
Prevalencia de mastitis subclínica.....	59
Prevalencia de mastitis por cuartos.....	61
Prevalencia de mastitis en relación con el periodo de lactancia.....	62
Prevalencia de mastitis en relación con el número de partos.....	63
Características de producción prácticas de ordeño en la parroquia de Lloa	64
Análisis de factores de riesgo	66
Fase tres: Elaboración del manual	68
Discusión	68
CAPÍTULO V	76
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	76
Conclusiones.....	76
Recomendaciones.....	78
BIBLIOGRAFÍA.....	79

Índice de tablas

Tabla 1 Componentes de la leche cruda	21
Tabla 2 Lectura e interpretación del test CMT	31
Tabla 3 Distribución de centros de acopio, queseras y carros recolectores en los principales barrios de la parroquia Lloa	36
Tabla 4 Distribución de predios de acuerdo con el número de animales	37
Tabla 5 Número de bidones y vacas muestreados por comunidad	47
Tabla 6 Medidas de tendencia central y dispersión de las variables físico químicas de las muestras de leche	49
Tabla 7 Prevalencia de mastitis subclínica en leche cruda obtenida de bidones de acuerdo a la forma de recolección	57
Tabla 8 Número de animales muestreados por finca	58
Tabla 9 Prevalencia de mastitis subclínica en leche cruda obtenida directamente de animales	60
Tabla 10 Prevalencia de mastitis subclínica en leche cruda obtenida de cada cuarto de los animales.....	62
Tabla 11 Prevalencia de mastitis en relación al periodo de lactancia del animal	63
Tabla 12 Prevalencia de mastitis en relación al número de partos del animal	63
Tabla 13 Características de la producción lechera y prácticas de ordeño en tres comunidades de la parroquia de Lloa	65
Tabla 14 Factores de riesgo asociados a la positividad de mastitis en fincas de producción lechera en la parroquia de Lloa	67

Índice de figuras

Figura 1 Mapa satelital de la ubicación geográfica de Lloa	34
Figura 2 Interpretación de los resultados de la prueba de antibióticos	41
Figura 3 Georreferenciación de las rutas y punto de recolección de leche	46
Figura 4 Comparación de las variables física química de leche cruda en la comunidad A en relación a los parámetros estandarizados por la normativa técnica ecuatoriana (NTE INEN 9-2015).....	51
Figura 5 Comparación de las variables física química de leche cruda en la comunidad B en relación a los parámetros estandarizados por la normativa técnica ecuatoriana (NTE INEN 9-2015).....	52
Figura 6 Comparación de las variables física química de leche cruda en la comunidad C en relación a los parámetros estandarizados por la normativa técnica ecuatoriana (NTE INEN 9-2015).....	53
Figura 7 Comparación del número de células somáticas de la leche cruda de muestras de bidones en las tres comunidades en relación a los parámetros estandarizados por la normativa técnica ecuatoriana (NTE INEN 9-2015).....	55

Resumen

La presente investigación se desarrolló en tres comunidades de la parroquia de Lloa con el propósito de evaluar y comparar la calidad física química de la leche y presencia de antibióticos, adulterantes en base a la norma NTE INEN 9:2015; así como la determinación prevalencia de mastitis mediante pruebas de CMT y conteo de células somáticas. Esta investigación constó de tres fases; en la primera fase se recolectaron 145 muestras de leche de bidones de queseras, centros de acopio y carros recolectores. Los resultados demostraron que el 12.41% de las muestras de leche cumplieron con todos los parámetros establecidos; además, se demostró la presencia de antibióticos en un 0,70% de las muestras y la prevalencia de mastitis fue de 50.34%. Durante la segunda fase se muestrearon 108 animales teniendo un total de 432 cuartos de los cuales la prevalencia de mastitis fue de 47.22% y por cuarto fue de 23.84%. Respecto al periodo de lactancia la prevalencia fue mayor en animales en un periodo de 4 a 6 meses de lactancia (52.78%) y animales con 3 y 4 partos (53.19%). Finalmente, se determinaron los factores de riesgo mediante un estudio de cohorte (Riesgo Relativo) y de chi cuadrado con lo cual se identificó que el periodo de lactancia y el tipo de ordeño aumentan la probabilidad de mastitis; además, la separación animales enfermos y medicados puede ser un factor protector. Finalmente, la fase tres consistió de la realización de capacitaciones y la entrega de un manual de Buenas Prácticas de Ordeño.

Palabras clave: CALIDAD DE LECHE, ANTIBIÓTICOS, ADULTERANTES, MASTITIS

Abstract

This research was carried out in three communities in the parish of Lloa with the purpose of evaluating and comparing the physical and chemical quality, the presence of antibiotics and adulterants in the milk with the NTE INEN 9:2015 standard and the prevalence of mastitis was determined by the CMT test and the somatic cell count. This research consisted of three phases; during the first phase, a total of 145 samples were collected from cheese dairies, collection centers and collection carts. The results showed that only 12.41% complied with all the established parameters; in addition, the presence of antibiotics was demonstrated in 0.70% and the prevalence of mastitis in this phase was 50.34%. During the second phase, 108 animals were sampled for a total of 432 quarters and the results indicate that the prevalence of mastitis was 47.22% and per quarter was 23.84% at any degree of infection. Regarding the lactation period, the prevalence was higher in animals in a period of 4 to 6 months of lactation (52.78%) and animals with 3 and 4 separate birth cycles (53.19%). Finally, risk factors were determined by means of a cohort study (relative risk) and chi-square test, with which we identified as lactation period and type of milking increase the probability of mastitis; in addition, we obtained that the separation of sick and medicated animals can be a protective factor against the disease. Finally, phase three consisted of training and the delivery of a manual in the three communities of Good Milking Practices (GPO).

Keywords: MILK QUALITY, ANTIBIOTICS, ADULTERANTS, MASTITIS.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

En la antigüedad, la domesticación de la vaca permitió que se convirtiera en el mamífero más numeroso e influyente del mundo, proveyendo al ser humano de carne y leche cruda, además de distintos derivados que se fueron creando a través de los años tales como el queso, mantequilla, crema de leche entre otros.

Según la Food and Agriculture Organization (FAO, 2020) la leche de vaca proporciona a los seres humanos nutrientes, agua, minerales, azúcares y proteínas tales como la caseína, seroglobulinas y albúminas. También contribuye a la economía de los países productores de leche y sus derivados. La producción de leche ha ido aumentando en las tres últimas décadas a nivel mundial en más de un 59%, pasando de 530 millones de toneladas en 1988 a 843 millones de toneladas en 2018.

La leche de origen animal fue bien recibida por las mujeres antepasadas nativas, quienes vieron en la leche de vaca una alternativa de beneficio alimenticio en la dieta diaria de sus familias; desde entonces la leche se ha incorporado a su labor de producción debido a su aporte alimenticio y economía, ya que al venderla se obtienen ingresos para sus hogares según lo manifiesta Lasso (2015). Con los años la producción lechera creció igual que la demanda de familias y ciudades, desde entonces comenzó a emplearse la tecnología que ha evolucionado hasta hoy.

Según lo manifiesta el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2020) en los datos del Censo Agropecuario del año 2000, se indican que en Ecuador la producción lechera se concentra en la región de la Sierra, siendo el 73% de la producción nacional, seguido por el 19% en la Costa, y un 8% en la Amazonía y las Islas Galápagos. Por lo tanto, la producción de leche es una de las actividades pecuarias más importantes en el país.

Campaña y Aguilar (2021) evidencian que en el Ecuador la producción de leche cruda durante los años 2002 y 2019 tuvo un promedio de 5.29 millones de litros diarios; para el año 2003 se contó con un mínimo de producción de 4.32 millones en comparación a las

cifras obtenidas del 2019 en donde la producción de leche fue de 6.65 millones. Según las cifras mencionadas, desde 2011 el promedio de producción diario de litros de leche cayó hasta 2018 y no fue hasta 2019 cuando el producto aumentó.

Contero *et al.* (2021) manifiestan que la calidad de la leche cruda va más allá de presentar un sabor agradable, sin olores, adecuada composición química, libre de agentes patógenos y contaminantes, por lo tanto, es de suma importancia determinar la calidad de la leche previa a la industrialización a través de análisis físicos, químicos, microbiológicos, conteo de células somáticas, adulterantes, antibióticos entre otros. Estos parámetros son regulados por el estado ecuatoriano mediante normativas para los procedimientos de colecta, transporte y análisis de las muestras de leche en los límites de cumplimiento y métodos empleados. Se debe evaluar de forma permanente la calidad higiénica y sanitaria de la leche ya que es un producto muy vulnerable frente a microorganismos, enfermedades, durante su transporte o conservación y de no ser un producto de buena calidad el precio variará perjudicando al productor.

El Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca del Ecuador (MAGAP) dentro del marco político de calidad emitió el reglamento de pago por calidad de leche (RPCL) bajo el Acuerdo 394 vigente hasta la fecha, el cual definió el pago por litro en finca, exigiendo el cumplimiento de indicadores de composición, calidad higiénica y sanitaria, es decir, el precio podría variar de acuerdo a la calidad de la leche obtenida mediante el análisis realizado por parte de la empresa que recepta la leche como lo afirman Contero *et al.* (2021).

El proyecto de Ley Orgánica para la Fijación del Precio de la Leche fue aprobado durante la sesión realizada por parte del Pleno de la Asamblea Nacional del Ecuador. Esta reforma legal plantea obligar a las pasteurizadoras a pagar a los ganaderos un precio equivalente a 52.4% del precio de venta al público del litro de leche en funda; un ejemplo es si la pasteurizadora lo vende a USD 0.95, el pago a los ganaderos será de USD 0.49. Con esto se pretende cubrir los costos de producción, mejorar los ingresos de los ganaderos, promover, regular y fortalecer la producción primaria de leche cruda, afianzando las

condiciones higiénicas sanitarias garantizando su inocuidad según lo estipulado por la Asamblea Nacional de la República del Ecuador (2022, Artículo 24).

Justificación

La leche es un producto que consumen la mayoría de los ciudadanos a nivel mundial, por lo que se nos lleva a mantener estrictos controles, así que se cumplen exigencias legales de calidad y así la aceptación por parte del consumidor segura de que es un producto sano.

La calidad de leche comercializada en el país y su uso para la elaboración de subproductos dependen estrictamente de la calidad de la materia prima obtenida de las zonas de producción y de las condiciones en las que se obtiene, así como su transporte, conservación y manipulación hasta llegar al destino final. Además, las medidas preventivas antes, durante y después de la obtención de la leche permiten reducir la contaminación por diversas fuentes. Entonces, la calidad del producto final dependerá de todo un proceso de control que se da a la leche cruda.

La evaluación fisicoquímica de la leche cruda ayuda a mantener un adecuado control de calidad, por ello, es importante conocer los parámetros a evaluar: grasa, sólidos totales, densidad, proteínas y porcentaje de agua añadida; y ayuda a decidir si una leche puede recibirse o despacharse del centro o planta lechera tiene un gran peso dentro de la industria para elaborar subproductos. En general, la industria y el sector lechero tienen el objetivo en común de brindar un producto de calidad a sus consumidores y con ello aumentar el consumo de leche y abrirse campo a nuevos mercados, con lo cual aseguran la viabilidad del sector.

El presente trabajo en campo permitirá conocer y mejorar las condiciones en las cuales la leche es entregada en la parroquia de Lloa e identificar las fallas de manejo en cuanto a la higiene y se podrá conocer las fuentes de contaminación y/o alteración de leche de ser el caso. Por lo ya mencionado, este proyecto permitirá conocer la calidad actual de la leche cruda que es obtenida y distribuida en la parroquia de Lloa y qué factores influyen en la calidad final de la leche; así también, se podrá mejorar las condiciones de manejo e

higiene, a través de la elaboración de un manual, socialización y asesoramiento que beneficiará tanto a los productores y consumidores del sector.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar la calidad física química y contaje de células somáticas (mastitis) de la leche cruda como base para la aplicación de un programa de transferencia tecnológica en las comunidades de la parroquia de Lloa, cantón Quito.

Objetivos específicos

Medir parámetros de calidad fisicoquímica y número de células somáticas, de la leche cruda producida en la parroquia de Lloa, presente en los centros de acopio, queseras, carros recolectores y fincas, mediante la utilización de los equipos Ekomilk Bond® y Ekomilk Scan®.

Determinar la presencia o ausencia de antibióticos y adulterantes en la leche cruda de la parroquia de Lloa, presente en los centros de acopio, queseras, carros recolectores y fincas, mediante pruebas colorimétricas y de cromatografía de flujo lateral.

Elaborar un manual que promueva el buen manejo y la calidad de la materia prima láctea de la parroquia de Lloa.

Hipótesis

H0: La calidad fisicoquímica y el número de células somáticas de la leche cruda en las comunidades de la parroquia de Lloa se ajusta a las normas establecidas por el Servicio Ecuatoriano de Normalización (NTE INEN 9:2015).

H1: La calidad fisicoquímica y el número de células somáticas de la leche cruda en las comunidades de la parroquia de Lloa no se ajusta a las normas establecidas por el Servicio Ecuatoriano de Normalización (NTE INEN 9:2015).

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

Leche, higiene y calidad

Definición y composición de la leche

La leche es el líquido secretado por las glándulas mamarias de los animales mamíferos con la finalidad de servir como alimento a la cría durante sus primeros días de vida, por lo que la leche es un alimento casi completo así lo asevera Jiménez (2005). Según la FAO (2020) la leche es un producto de suma importancia en la dieta alimentaria ya que proporciona nutrientes esenciales y es una fuente importante de energía alimentaria, proteínas de alta calidad y grasas.

La leche al ser un producto muy consumido por la población debe ser de una calidad excelente evitando repercusiones sobre la salud, por lo tanto, esta no debe contener ningún tipo de residuos ni sedimentos; su sabor debe ser característico de los lácteos, no debe tener color y olor irregulares; el contenido de bacterias debe ser bajo; no debe contener sustancias químicas que la adulteren y debe tener una composición y acidez dentro de los parámetros normales, de acuerdo con los estándares de calidad así lo asevera la FAO (2020).

La composición de la leche tendrá variaciones en cada uno de los individuos, esto dependerá de varios factores como el estado de lactancia en la que se encuentra el animal, el alimento, su cuidado, la época del año, la sanidad, entre otros. Para tener una idea más clara se señala que el contenido de grasa suele ser mayor en el ganado *Bos indicus*, el cual alcanza valores de hasta un 5.5% en grasa y para el ganado *B. Taurus* este valor es aún menor así lo manifiesta la FAO (2020).

Agudelo y Bedoya (2005) manifiestan que la leche es una compleja mezcla de distintas sustancias, dentro de las cuales están: agua, grasa, proteína, lactosa, vitaminas, minerales; a las cuales se les denomina extracto seco o sólidos totales. A continuación, se presenta una tabla detallando los componentes de la leche.

Tabla 1*Componentes de la leche cruda*

Componentes	Porcentajes
Agua	84-90%
Grasa	2-6%
Proteína	3-4%
Lactosa	4-5%
Ceniza	<1%

Nota. Tomado de Feijóo (2012)

Higiene en el ordeño, almacenamiento y transporte**Higiene en el ordeño**

La higiene en el ordeño se define como las técnicas aplicadas por los encargados de esta actividad para controlar los factores que puedan provocar algún tipo de afección a la salud humana y animal. Por ello, es necesario mantener un interés extremadamente alto en los procesos adecuados de higiene y limpieza antes, durante y después del ordeño para lograr una mayor rentabilidad.

En el ordeño, cada proceso a realizar debe ser ordenado y aseado, lo que generará excelentes hábitos de limpieza tanto en el interior como en el exterior de las instalaciones. Considerando al personal, ellos deberán mantener un adecuado lavado de manos y procurarán que la ropa de trabajo esté limpia. En cuanto a los utensilios usados dentro del proceso de ordeño, estos deben mantener un cuidado riguroso, se los debe lavar antes y después de su uso, pues existe una alta posibilidad de una contaminación por bacterias o virus, lo que desencadenará en enfermedades hacia el animal, el personal y los consumidores de leche así lo menciona Bonifaz García y Requelme (2011) y Zamorán (2014). Es importante mantener limpio donde se recolecta la leche, así mismo, es necesario que la persona encargada del ordeño siempre se encuentre bien de salud con una higiene personal y llevar guantes limpios. Antes de empezar con el procedimiento correspondiente se debe lavar los pezones del animal, se continúa con un secado y se procede al ordeño ya

sea manual o mecánico; finalmente se debe sellar cada uno de los pezones para evitar el ingreso de algún patógeno al animal. Al terminar con el ordeño se debe limpiar el lugar y en el caso de ser un ordeño mecánico se procede a lavar el equipo así lo recomienda la FAO (2011).

Almacenamiento y transporte.

En el ordeño manual se debe mantener la leche en recipientes bien cerrados y estos deben estar ubicados en lugares con sombra. Se recomienda también colocar al recipiente en un lugar con agua fresca para disminuir la temperatura y si la persona dispone de un refrigerador debe mantener al producto allí hasta el momento en que se traslade a la quesería o la planta procesadora como lo menciona la FAO (2011). En el ordeño mecánico la leche se mantiene en el tanque de almacenamiento con el objetivo de mantener un equilibrio durante los primeros y últimos procesos, lo que ayuda a reducir pérdidas y aumentar la eficiencia del producto.

El transporte variará de igual manera dependiendo del sistema que se maneje, en general, los pequeños productores que realizan un ordeño manual llevan la leche en bidones hacia los puntos de entrega o mediante carros recolectores; durante el transporte hacia el destino final hay que tener en cuenta que la leche no está bien refrigerada por lo que la duración de movilización es un punto primordial para garantizar la calidad del producto a entregar así lo recomienda FAO (2020). Para un ordeño mecánico y en grandes industrias el transporte se hace en camiones cisterna, donde se podrá mantener una baja temperatura y ayudará a preservar el producto.

Parámetros de calidad del entorno, el animal y la leche fresca cruda

Para que el manejo animal sea adecuado se debe cumplir con los requerimientos mínimos para la crianza y mantenimiento eficaz de la ganadería.

La FAO (2010) menciona que primero se debe garantizar el abastecimiento de agua fresca y limpia para que el animal lo consuma a voluntad y esta dependerá de las circunstancias en las que se encuentra el animal como edad, condición corporal, estado fisiológico, nivel productivo, época del año y el tipo de alimento que se suministre al animal,

consiguiente se debe asegurar el suministro de alimento balanceado, manteniendo los pastos y forrajes con una excelente calidad nutricional y aumentar el rendimiento del animal, además, se debe suministrar la cantidad suficiente de minerales y vitaminas así sea en pequeñas cantidades con la finalidad de cubrir las necesidades nutricionales.

Finalmente se debe asegurar que el animal se encuentre en un lugar tranquilo y cómodo con el objetivo de aumentar su potencial productivo, posteriormente se debe mantener al día con la información del programa de vacunación, almacenamiento de medicamentos y su correcta aplicación, además se debe mantener un correcto sistema de control de parásitos internos y externos.

Propiedades fisicoquímicas de la leche

Densidad

Vásquez (2018) afirma que la densidad de la leche está relacionada con los sólidos no grasos, la cantidad de grasa y el contenido de agua presentes en la leche. La variación de la densidad está relacionada proporcionalmente a la concentración de los sólidos no grasos y en cuanto a la relación con la materia grasa la variación de la densidad será inversa. Benites (2018) sostiene que en la leche fresca este parámetro puede ayudar a determinar si se añadió agua o conocer la posible alteración por la remoción del contenido graso. La densidad de la leche puede ser alterada por su composición química y la temperatura durante y antes del análisis respectivo.

El Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN, 2015) en la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 9:2015) específica que la leche cruda debe tener como requisito una densidad mínima de 1.028 g/cm³ y un máximo de 1.033 g/cm³ y su variación respecto a la temperatura es de 0.002 g/cm³ por cada grado de temperatura.

Viscosidad

Guerrero y Rodríguez (2010); Vásquez (2018) mencionan que la viscosidad indica la resistencia del fluido y depende de su composición, del estado físico de los coloidales y del contenido de grasa. La leche cruda fresca en comparación del agua es más viscosa ya que dentro de su composición contiene grasa y proteínas en su fase coloidal. Esta propiedad de

la leche respecto a la temperatura es inversamente proporcional, es decir, si la temperatura aumenta la viscosidad disminuye.

Acidez titulable

Este parámetro hace referencia a la cantidad de una solución de iones hidroxilo OH- de una concentración y dentro de este ámbito se incluye la acidez desarrollada y la acidez natural; la acidez desarrollada se da debida al ácidos (ácido láctico) provenientes de la degradación microbiana de la lactosa y finalmente la acidez natural que incluye algunos componentes como proteínas (caseína), sustancias minerales e indicios de ácidos orgánicos y reacciones secundarias debidas a los fosfatos "over run", así lo afirma Negri (2005).

La Norma Técnica Ecuatoriana específica que la leche cruda debe tener como requisito una densidad mínima de 0.13% y un máximo de 0.17% de ácido láctico. Cuando la acidez es menor al 0.13% puede deberse a problemas de mastitis en el animal o a la presencia de algún producto alcalinizante y si esta es superior al 0.17% podría deberse a una contaminación microbiológica así lo aseveran Guerrero y Rodríguez (2010).

Punto de crioscopia

El punto crioscópico de la leche puede ser definido como la temperatura en la cual la parte líquida y los solutos (fase sólida) se encuentran en equilibrio, los valores normales en general pueden fluctuar entre -0.510 y -0.530°H debido a que se encuentran en equilibrio con la presión osmótica de la sangre Juárez *et al.* (2015).

De acuerdo con el (NTE INEN 9:2015) específica que la leche cruda debe tener como requisito un valor mínimo de -0.536°C y un máximo de -0.512°C

Concentración hidrogeniónica

Según Benites (2018) el pH es una medida de la concentración de protones o iones hidrógeno, es decir, de la acidez o alcalinidad de un medio, sustancia o solución. El pH se mide en una escala del 1 al 14, en donde un pH de 7 se considera que es neutro, es decir, la sustancia no es ni alcalina ni ácida; si hay valores menores a 7 se dice que es ácido, por lo contrario, si hay si se tienen valores mayores a 7 esta es alcalina. López *et al.* (2015)

afirma que para la industria alimentaria este componente es un factor clave para conocer su estabilidad y para especificar el crecimiento de grupos de microorganismos así lo resalta.

López *et al.* 2015 y Negri (2005) mencionan que el pH está relacionado inversamente con la acidez Dornic, lo que indica que a mayor acidez menor pH. Así mismo, el pH está relacionado con la temperatura pues sus variaciones pueden afectar a la solubilidad del fosfato de calcio; se considera que el pH disminuye en promedio 0.01 unidades por cada °C que aumenta. Así también, Guerrero y Rodríguez (2010) aseguran que las muestras de leche recién obtenidas son ligeramente ácidas y el rango considerado normal varía entre 6.5 y 6.8 como consecuencia de la presencia de caseínas, aniones fosfórico y cítrico.

Conductividad eléctrica

Elizalde *et al.* (2009) y Fuentes (2021) sostienen que la conductividad eléctrica se define como la capacidad que tiene una sustancia o material para permitir el transporte de electrones; en la leche la conductividad eléctrica depende del contenido en iones disueltos en ella y está dado principalmente por la presencia de cloruros, fosfatos, calcio y en menor cantidad por elementos como el sodio y se lo puede medir en (mS/cm).

La determinación de este parámetro se considera como un método indirecto y eficiente para el diagnóstico de infecciones intramamarias y su aplicación es una forma muy práctica en las explotaciones de ganado vacuno así lo afirma Elizalde *et al.* (2009).

En el caso de que los animales tengan mastitis, la concentración de Na⁺ y Cl⁻ aumentará en la leche lo que conlleva al aumento de la conductividad eléctrica.

Generalmente la conductividad eléctrica en la leche normal va en un rango de 4 a 6 mS, esto considerando una temperatura de 25°C como lo menciona Fuentes (2021).

Agua añadida

Calderón *et al.* (2013) asevera que la adición de agua a la leche es considerada la forma más simple de adulterar la leche. Cuando se agrega agua al producto final los solutos se diluyen y se reduce el valor nutricional, además de que constituye una fuente de contaminación microbiológica. Mientras que Guerrero y Rodríguez (2010) afirma que la

densidad de la leche está relacionada con la adición de agua pues si se obtiene densidades por debajo de lo normal esto será un indicador que la leche tiene un porcentaje de agua añadida. Así mismo, puede verse afectado el porcentaje de grasa.

Proteínas

Calderón *et al.* (2013) menciona que las proteínas de la leche se encuentran formadas por distintos aminoácidos, así como nitrógeno, el cual está presente en dos formas: las proteínas y el nitrógeno no proteico, constituyendo entre el 3% y 4% del peso de la leche respectivamente, sin embargo, este porcentaje varía dependiendo de la raza, dieta y es proporcional a la cantidad de grasa en la leche. Los cambios físicos y químicos a los cuales es sometida la leche darán como resultados las características de quesos, tipos de leche u otros derivados. Existen varias proteínas dependiendo de su combinación y proporción, como caseína, beta-lactoglobulina, alfa-lactoalbúmina, lacto peroxidasa, lactoferrina, inmunoglobulinas, lisozima, que protegen al ternero y a la glándula mamaria de infecciones, y ayudan a la formación de componentes como la lactosa y grasa de la leche. La cantidad de proteína en leche de vaca es de 3.50 gr por cada 100 ml.

Sólidos totales

La leche está constituida de aproximadamente un 90 % de agua y el 10 % restantes los sólidos totales, que constituyen los elementos sólidos de la leche como la grasa, lactosa, proteínas y minerales. La alteración de algunos elementos puede cambiar la cantidad de sólidos totales. El elemento que más tendencia tiene a cambiar es la grasa además de factores como el estado de lactancia, edad del animal, temperatura ambiental y sanidad animal pueden alterar el porcentaje final de ST. Las empresas pasteurizadoras toman en cuenta este componente de la leche para fijar su precio así lo mencionan Federación Ganadera de Colombia (FEDEGAN, 2023).

Carbohidratos

Los carbohidratos son la fuente de energía del ser humano, la lactosa es el principal hidrato de carbono en la leche y su concentración es constante alrededor de 4,8 % a 5,2 %,

similar a la lechera de todas las razas y menor a la glucosa y galactosa con 14 mg y 12 mg por 100 g de leche respectivamente.

Pérez (2011) afirma que la fermentación es un proceso que disminuye la concentración de la lactosa en la leche y sus derivados como quesos, yogurt entre otras. La lactosa conforma el 52% de los sólidos no grasos en leche y el 70% de sólidos en suero, la principal función es proporcionar energía al lactante.

Sales

Las principales sales presentes en la leche corresponden a los citratos, fosfatos, cloruros, sulfatos carbonatos y bicarbonatos de sodio, magnesio, calcio, potasio y trazas de hierro, yodo, zinc, entre otros así lo menciona Nájera García y González Olivares (2015)

Análisis microbiológico

Conteo de células somáticas

Según Núñez (2020) las células somáticas son leucocitos sanguíneos; en cuartos sanos existen niveles bajos (60.000 – 80.000 por ml), la presencia de células somáticas no produce cambios en la calidad nutritiva de la leche cuando se encuentran dentro de los niveles óptimos, sin embargo, cuando su nivel es alto son indicadores de que existe una alteración en el funcionamiento del tejido mamario tal como las infecciones intramamarias por consiguiente disminuyen la producción de leche y alteran su composición. Si existe un conteo de células somáticas superior al medio millón por mililitro se sospecha de presencia de una posible mastitis en el animal.

Contaminantes de la leche

La leche al ser un producto de consumo diario se debe tener cuidado y tomar en cuenta algunos de los microorganismos contaminantes ya que pueden ser zoonóticos y transmitir una enfermedad del animal al ser humano tales como tuberculosis, brucelosis, leptospirosis, salmonelosis y listeriosis u otras como *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica*, *Bacillus cereus*, *Clostridium botulinum*, *Mycobacterium bovis*.

FAO (2020) menciona que los contaminantes químicos también se presentan como detergentes, desinfectantes, herbicidas, pesticidas, fungicidas, antibióticos, antiparasitarios ya sea de manera accidental como en la comida o agua que ingiere el animal, al omitir el periodo de retiro posterior a la administración de algún medicamento que lo requiera, falta de control en el equipo que se usa para el ordeño y las instalaciones de almacenamiento de la leche.

Mastitis

Fernández *et al.* (2012) sustenta que la mastitis bovina es una enfermedad inflamatoria contagiosa de la ubre del animal en respuesta a una infección microbiana causada por patógenos, su prevalencia es alta y tiene efectos adversos en la industria lechera tales como altos costos de tratamientos, atención veterinaria, descarte de animales, disminución de calidad y cantidad de producción de leche lo que provoca grandes pérdidas económicas dentro del predio.

Tipos de mastitis y diagnóstico

Mastitis subclínica

La mastitis subclínica se caracteriza por no presentar cambios evidentes en la glándula mamaria y leche del animal lo cual resulta riesgoso ya que al no detectar de manera rápida la presencia de mastitis en la ubre se vuelve aún más difícil su tratamiento. Para conocer si el animal presenta este caso de mastitis se requiere de un análisis previo de conteo de células somáticas (CCS), test de CMT o un análisis de pérdidas de producción a largo plazo.

Pilla *et al.* (2012) afirma que al no ser de pronta detección este tipo de mastitis puede causar una reducción del 1.2 hasta el 33% en la producción de leche de las vacas que se encuentran en lactancia lo que conlleva a tener pérdidas económicamente notorias, llegando alcanzar hasta un 70% de pérdidas producidas por mastitis.

Este tipo de mastitis por lo general se produce por la presencia de agentes patógenos con una alta resistencia a antibióticos y fácil transmisión entre animales durante

el ordeño tales como *Staphylococcus coagulasa*, *Streptococcus dysgalactiae* o *S. aureus* Gasque (2008).

Mastitis clínica

Este tipo de mastitis se caracteriza por presentar cambios evidentes en la glándula mamaria y en la leche, algunos de los síntomas son: presencia de grumos en la leche o esta suele tener un aspecto espeso, hinchazón de la ubre y pezones, enrojecimiento de la ubre, presencia de fluidos sanguinolentos, inflamación, fiebre, deshidratación y depresión del animal lo que puede provocar incluso la muerte.

Según Corbellini (2002) los patógenos presentes en animales con mastitis clínica se pueden transmitir muy rápidamente en el hato lechero y estos son *Staphylococcus agalactie*, *S. coagulasa* y *E. coli*.

La mastitis clínica se puede presentar de distintas formas como:

Mastitis contagiosa. Es transmisible de animal en animal, debido a que se realizó el ordeño a un animal enfermo y posteriormente no se realizó un buen lavado de manos, toallas o del equipo, por lo tanto, esto puede ser un reservorio de bacterias contagiosas así lo afirma García (2016).

Mastitis ambiental. Se da por el medio ambiente en el que se encuentra el animal (establo o potrero) y su manejo. Cuando la vaca permanece en un lugar sucio o cuando se salpica la ubre con agua contaminada, estas bacterias pueden colonizar la piel de la ubre y eventualmente penetrar a través del canal del pezón durante el ordeño como menciona García (2016).

Prevención, control y tratamiento

Hans (2001) recomienda que el ganadero debe mantener siempre buenas prácticas de ordeño (BPO) dentro del predio y manejar una correcta rutina de ordeño; de poseer animales enfermos ya sea con mastitis clínica o subclínica es necesario que sean ordeñados al final; respetar los tiempos de retiro de medicamentos usados y de acuerdo a sus etiquetas; mantener una higiene adecuada tanto para el lugar, el personal y el animal;

generar espacios adecuados para que los animales enfermos o heridos permanezcan allí de acuerdo a las recomendaciones de su médico veterinario hasta que se encuentren en perfecto estado; en lo posible es recomendable realizar periódicamente pruebas diagnósticas o test rápidos (CMT) tanto en la leche como para los animales todo esto con la finalidad de asegurarse que los animales en producción se encuentren en un buen estado sanitario y con ello prevenir la enfermedad.

Para realizar un tratamiento adecuado y sin riesgo alguno es primordial consultar con su médico veterinario, es preferible que se usen pruebas diagnósticas de laboratorio para determinar un tratamiento adecuado ya que la mastitis puede ser provocada por distintos tipos de microorganismos y por tanto es necesario saber con qué medicamento atacar a cada uno así lo menciona Hans (2001).

Test CMT

Mansilla *et al.* (2001) afirma que a prueba de California Mastitis Test (CMT) se trata de una prueba simple realizada al momento del ordeño que se realiza por cada cuarto con la finalidad de conocer si la vaca tiene mastitis especialmente mastitis subclínica ya que la reacción se dará si en la muestra existen más de 400.000 CS y se recomienda realizar el test cada 15 o 30 días a todas las vacas en ordeño.

La prueba CMT está basada en el incremento de leucocitos los cuales poseen un núcleo extenso con ADN; el reactivo del test contiene un detergente, ácido alquilaril, sulfonato, NaOH. Al homogeneizar la muestra con el reactivo, la membrana de los leucocitos se rompe lo que provoca la liberación de las moléculas de ADN, proceso que se presenta debido al detergente, el ADN reacciona con el NaOH provocando que la muestra se espese y como consecuencia a esto se presenta una formación de gel así lo asevera De la Cruz (2013), el resultado es calificado cualitativamente como se muestra en la tabla adjunta.

Tabla 2*Lectura e interpretación del test CMT*

Lectura de CMT	Interpretación	SCC/ml (en miles)	Reacción al CMT
Negativo	Cuarto sano	0 a 200	No se observa alteraciones en el contenido de la muestra
Trazas	Infección sospechosa	200 a 400	Se observa un ligero espesamiento de la mezcla
Positivo débil (+)	Infectado	400 a 1200	La mezcla se torna espesa, pero sin apariencia gelatinosa
Positivo evidente (++)	Evidente infectado	1200 a 5000	Se observa que la mezcla se espesa de forma inmediata con una ligera formación de gel.
Positivo fuerte (+++)	Seria infección	>5000	Se observa que la mezcla se vuelve gelatinosa y la superficie tiene una apariencia a clara de huevo.

Nota. Adaptado de Sánchez *et al.* (2018).

Descripción de la parroquia de Lloa

Ubicación

Lloa, es una parroquia rural que cuenta con 547.25 kilómetros cuadrados que pertenece al distrito metropolitano de Quito en la Provincia de Pichincha; está ubicado a las faldas del Guagua Pichincha y se levanta a una altura de 3100 m.s.n.m. Esta parroquia cuenta con diez asentamientos humanos reconocidos, compuestos por: Barrio 29 de mayo, Comunidad Oswaldo Guayasamín, Asociación Río Cristal, Chilcapamba–Palmira, San José del Cinto, San Luis, Urauco, La Victoria, Guarumal y Saloya así lo describe Chiguano *et al.* (2020).

Clima

Chiguano *et al.* (2020) informa que la pluviosidad de esta zona corresponde a una distribución de tipo Andino y cuenta con un promedio de días lluviosos de 177 entre los meses de enero a mayo, siendo abril el mes con el 20% total de lluvias, es decir, presenta mayores precipitaciones. La temperatura media es de 14°C hasta los 9.5°C, con mínimas entre 0°C y 4°C y máximas entre 24°C a 26° C. Considerando a los vientos dentro de la zona, estos son moderados (3 y 4 m/s) teniendo una dirección predominante hacia el norte. En general, Lloa cuenta con una gran variedad de climas que van desde frío del páramo, clima templado y hasta un clima subtropical en ciertas zonas.

Sectores productivos

La principal actividad económica de los pobladores de Lloa, aproximadamente el 67%, se dedican a la agricultura y ganadería; un menor porcentaje de la población se dedica a las actividades turísticas, el comercio al por mayor y menor, pecuaria, piscicultura y minería. Es importante mencionar que en esta parroquia se enfocan en la mejora de la calidad ambiental y de los recursos básicos ya que de estos depende la agricultura, con finalidad de mantener e incrementar la producción agrícola del sector en cantidades necesarias para satisfacer las necesidades del consumidor local y la ciudad de Quito sin causar daños irreparables en el ambiente así lo asevera Chiguano *et al.* (2020). Sus principales actividades que se desarrollan dentro del sector son:

- **Agricultura:** El 33% de la población de Lloa se dedica a la agricultura debido a la diversidad de microclimas y suelos sumamente fértiles y productivos principalmente en la planicie, lo que permite que la siembra y cosecha sea óptima para productos como trigo, quinua, trigo, papas, avena, hortalizas, cebada, y legumbres señalando que la producción está destinada en su mayoría para consumo local esto según Chiguano *et al.* (2020).
- **Ganadera y derivados:** En la parroquia el 34% de pobladores se dedican a la producción de leche para entrega a los receptores y acopiadores de leche, así como para el abastecimiento interno y local. Los derivados de la leche: quesos, yogurt y

manjar son producidos y comercializados artesanalmente en la parroquia así lo menciona Chiguano *et al.* (2020).

- **Producción piscícola y avícola:** La parroquia al contar con muchos recursos hídricos ha incursionado en la producción piscícola tal como la trucha. Además de micro emprendimientos destinados a la producción avícola, estos dos están destinados al consumo local y para turístico así lo menciona Chiguano *et al.* (2020).
- **Pecuaria:** Solo el 2% de los pobladores de Lloa se dedican a la crianza de animales como cerdos, borregos y cuyes, lo cuales generan pequeños ingresos; esto se logra con el apoyo de diferentes entidades públicas que brindan las facilidades como materiales de trabajo y asesoría para incrementar su productividad así lo menciona Chiguano *et al.* (2020).
- **Minería:** Esta actividad constituye una de las principales fuentes generadoras de empleo. Los materiales de minería que se extraen son ripio, lastre, arena y distintos tipos de piedra así lo menciona Chiguano *et al.* (2020).
- **Turismo:** Lloa es una parroquia que recibe una alta cantidad de visitantes nacionales y extranjeros ya que se encuentra a las faldas del Volcán Guagua Pichincha y gracias a ello se puede observar una gran diversidad de flora y fauna así lo menciona Chiguano *et al.* (2020).

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

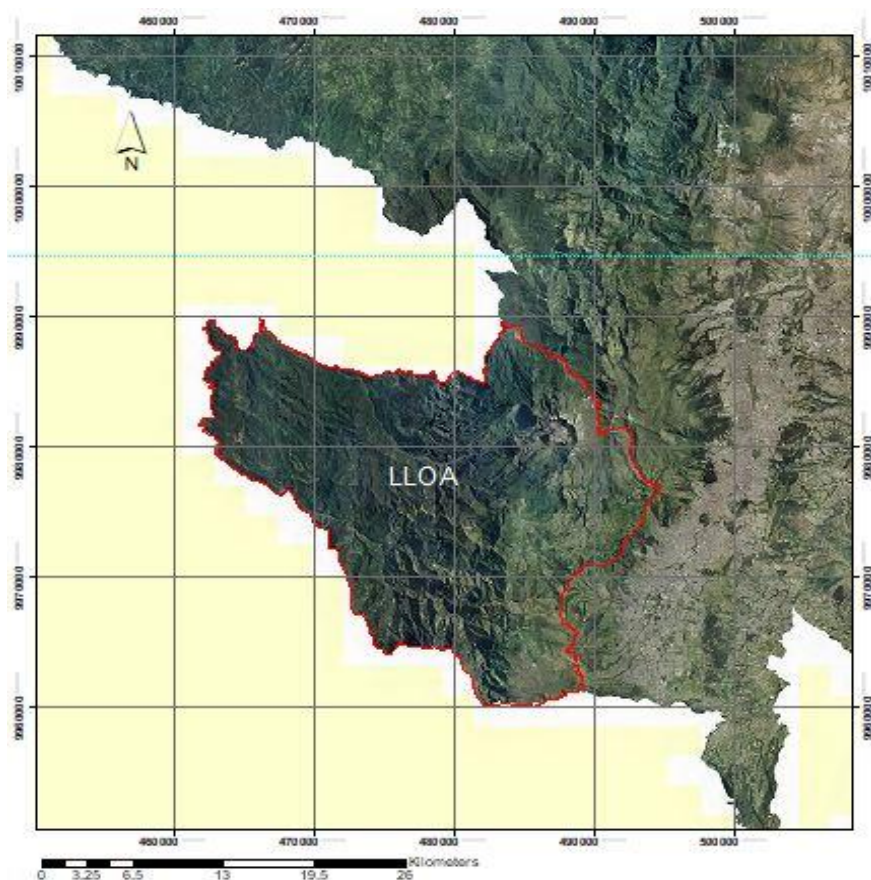
Ubicación

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la parroquia Lloa, cantón Quito, provincia de Pichincha (Figura 1), ubicada a 11.91 km de distancia del Distrito Metropolitano de Quito, se encuentra ubicada entre los 1.800 msnm hasta los 4675 msnm. Esta parroquia está conformada por los siguientes barrios: Barrio 29 de mayo, Comunidad Oswaldo Guayasamín, Asociación Río Cristal, Chilcapamba–Palmira, San José del Cinto, San Luis, Urauco, La Victoria, Guarumal y Saloya así lo recalca Chiguano *et al.* (2020).

Figura 1

Mapa satelital de la ubicación geográfica de Lloa



Nota. Tomado de Morales (2015)

Lugar del análisis

El análisis de muestras se realizó en el Laboratorio de Mejoramiento Genético y Sanidad Animal, en el campus de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA I, Hacienda El Prado, ubicado en la parroquia San Fernando, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha. Geográficamente se localiza a 78° 24' 44" LO, 0° 23' 20" LS y 2748 m de altitud.

Estadística para la toma de muestras

El proceso y la estadística del presente trabajo se basó en el Manual de procedimientos para la vigilancia y control de la inocuidad de la leche cruda presentado por la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (AGROCALIDAD, 2013).

Levantamiento de información

La información se recolectó mediante la socialización del proyecto de tesis con el personal del Gobierno Parroquial de Lloa, del cual se obtuvo la siguiente información:

- a) Número de predios de ganadería lechera
- b) Número de centros de acopio de leche y queseras
- c) Número de transportistas o carros recolectores

Unidad de muestreo

Se consideró a cada uno de los predios de ganadería, lechera teniendo en cuenta que estos corresponden a cada productor de leche y a los centros de acopio o queseras.

Población

Esto corresponde a lo siguiente:

- a) Total de predios de ganadería de leche en Lloa.
- b) Total de centros de acopio y queseras en Lloa.

Variables de estudio para calidad de leche

Las variables analizadas fueron: grasa, sólidos no grasos, densidad, proteína, punto de crioscopia, acidez titulable, temperatura, lactosa, conductividad eléctrica, agua añadida, número de células somáticas, presencia o ausencia de adulterantes y de antibióticos.

Además, se consideraron las siguientes variables:

- **Comunidades o barrios:** comunidad A, comunidad B y comunidad C

- **Lugar de muestreo:** Centros de acopio, queseras, carros recolectores

Variables de estudio para la calidad mastitis

- **Comunidades o barrios:** comunidad A, comunidad B y comunidad C
- **Número de partos:** 1 –2 partos, 3 – 4 partos, más de 5 partos
- **Periodo de lactancia:** 1er tercio, 2do tercio, 3cer tercio

Métodos de muestreo

Fase uno: Centros de acopio, queseras y carros recolectores (totalidad de bidones)

En base a una visita de campo a la zona de estudio, se determinó la existencia de 2 centros de acopio, 4 queseras y 3 carros recolectores en los barrios principales. La distribución de estos se encuentra en la Tabla 3.

Tabla 3

Distribución de centros de acopio, queseras y carros recolectores en los principales barrios de la parroquia Lloa

Barrio	Centros de acopio		Queseras		Carro recolector	
	Nº	Nº a	Nº	Nº a	Nº	N.º a
	existente	muestrear	existente	muestrear	existente	muestrear
Comunidad A	0	0	4	4	1	1
Comunidad B	1	1	0	0	1	1
Comunidad C	1	1	0	0	1	1

Nota. Esta tabla indica la distribución del trabajo en campo por barrios. Autoría propia

Para la selección del número a muestrear de centros de acopio, queseras y carros recolectores se consideró el mismo número existente en cada barrio para obtener una mayor significancia en el trabajo a realizar.

Fase dos: Predios (con animales positivos)

Luego del muestreo de los bidones en los centros de acopio, queseras y carros recolectores se determinó las fincas con resultados positivos a mastitis, adulterantes o

antibióticos y posteriormente se procedió a un muestreo individual de los animales. En esta fase el muestreo de los animales se caracterizó de acuerdo con el número de animales existentes en cada uno de los predios o fincas como se observa en la Tabla 4. Esto permitió también la categorización de los predios permitiendo identificar el porcentaje óptimo a muestrear.

Tabla 4

Distribución de predios de acuerdo con el número de animales.

Tamaño de UPA	# animales UPA	% de muestreo	# animales a muestrear
Pequeñas	0 a 7	50%	4
	8 a 14	45%	6
	15 a 20	40%	8
Medianas	21 a 33	30%	6 a 10
	34 a 47	30%	10 a 14
	48 a 60	25%	12 a 15
	61 a 70	25%	15 a 18
Grandes	71 a 135	25%	18 a 34
	136 a 200	20%	27 a 40
	Más de 200	20%	40

Nota: Esta tabla indica el número de animales a muestrear de acuerdo al tamaño de la UPA.

Adaptado de Paucar *et al.* (2021)

Determinación de la muestra de los predios positivos

Para estimar el número a muestrear de productores y/o animales en cada centro de acopio, queseras, carros recolectores y/o fincas se aplicaron las siguientes fórmulas:

$$n = \frac{NZ^2(p)(1-p)}{Nd^2 + Z^2(p)(1-p)}$$

Dónde:

n = número de animales a muestrear

N = número de animales totales

Z = nivel de confianza (95%)

p = porcentaje de prevalencia teórica (10%)

p = nivel de precisión absoluta (0,05)

$$n = \frac{Z^2 * p * (1 - p)}{d^2}$$

Dónde:

n = Número de muestras

Z = Valor del intervalo de confianza

p = Frecuencia esperada del factor a estudiar

d = Precisión absoluta del estudio

Para evitar obtener un número de muestras mayor al de la población, es necesario la corrección del tamaño de la muestra en función de productores y/o animales existentes en cada finca, centro de acopio, quesera o carro recolector.

$$n_o = \frac{N * n}{N + n}$$

Dónde:

n_o = Número de muestras corregido

N = Total de productores y/o animales en la finca, centro de acopio, quesera o carro recolector.

n = Número de muestras

Proceso de toma de muestras y análisis

Muestreo en centros de acopio, queseras, transporte de leche cruda y predios.

Se recolecto una muestra representativa de la leche directamente de los bidones que entregan cada uno de los productores del sector al carro recolector o directamente a los centros de acopio y queseras; para las muestras tomadas en los predios, están se obtuvieron directamente del animal. Cada muestra se identificó adecuadamente en la tapa del frasco; la etiqueta tuvo un código único para cada productor e indicar cuantos bidones le corresponden a cada uno, en el caso de predios se colocó el código del animal; este código también se anotó en la hoja de registro. Las muestras obtenidas se almacenaron en coolers para finalmente ser trasladados al laboratorio.

Las tomas de muestras se recolectaron a primeras horas de la mañana en cada sitio de cada barrio donde estaban los puntos clave.

Muestreo de los animales

Los animales que se tomaron en cuenta para el muestreo fueron todas las vacas en producción en el momento del ordeño. Previo al ordeño se procedió a realizar una evaluación visual y física de las ubres (cada uno de los cuartos) del animal con la finalidad de conocer si existe mastitis clínica.

Proceso de análisis de muestras en laboratorio

Una vez en el laboratorio se verificó el número total de muestras registradas y obtenidas. Posteriormente, cada muestra fue analizada en los equipos correspondientes para conocer la calidad de la leche y se realizaron los test necesarios para conocer la presencia o ausencia de antibióticos y adulterantes.

Ekomilk Bond

- 1) Se agregó la muestra de leche en los dos vasos recolectores, posteriormente se colocó en el soporte del equipo introduciendo el vaso en el tubo succionador y el otro en el electrodo.
- 2) Se oprimió el botón Mod del equipo y se buscó la opción leche de vaca. Se indicó la cantidad a analizar y el número de muestra.
- 3) El equipo absorbió una cantidad de leche para ser procesada y en intervalo de 40 a 45 segundos se observaron los resultados.

EkoScan

- 1) Se colocó 10 mL de leche y 5 mL de surfactante Ekoprim en el balón del equipo y se seleccionó Ok para que inicie el proceso.
- 2) Los resultados se obtuvieron en un periodo de tiempo de 3 a 4 minutos, en la pantalla del equipo se visualizó el tiempo y número de células somáticas.
- 3) Luego de cada muestra se procedió a lavar al balón con agua destilada.

Antibióticos

- 1) Se procedió a usar el test rápido para antibióticos (Beta-lactams, Tetracyclines and Sulfonamides Combo rapid test strip (milk)).
- 2) Se realizó un pool de las muestras y de ello se tomaron 200 µL los cuales fueron colocados en los micropocillos, se homogenizo la muestra y se colocó el reactivo.
- 3) Se procedió a incubar los micropocillos a 40°C durante 5 minutos. Luego de la incubación se colocó la tira del test y se esperará 5 minutos para proceder a la lectura.

Adulterantes

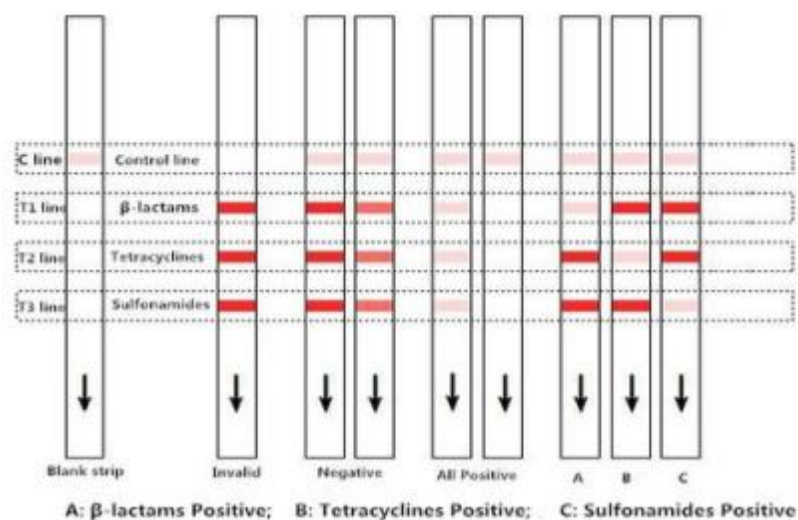
- 1) Se tomaron 500 µL de la muestra y se colocó en tubos de ensayo los cuales fueron rotulados adecuadamente.
- 2) Para peróxidos se utilizaron tiras reactivas Quantofix Peróxido, las cuales se introdujeron en los tubos por un segundo y se procedió a la lectura la que se basó en la escala de colores que incluye la prueba.
- 3) Para cloruros se utilizaron tiras reactivas Quantofix Cloruro; una tirilla fue introducida en la muestra por un segundo y transcurrido un minuto se procedió a la lectura de acuerdo con la escala de colores.
- 4) Para neutralizantes se usó el kit Lactopast biomedix neutralizars, para ello se procedió a colocar 400 µL de leche en los frascos y a continuación se colocó el reactivo; se esperaron alrededor de dos minutos para observar si hay cambios en la coloración de la muestra.

Interpretación de antibióticos y adulterantes

Para conocer la presencia o ausencia de antibióticos en las muestras de leche mediante el uso del test rápido para antibióticos (Beta-lactams, Tetracyclines and Sulfonamides Combo rapid test strip (milk)) es necesario realizar una interpretación adecuada de los resultados, esto se realizó con la ayuda de la figura adjunta.

Figura 2

Interpretación de los resultados de la prueba de antibióticos



Nota. Tomado de Meizheng (2017)

En cuanto a los adulterantes estos fueron interpretados de acuerdo con la escala de colores presente en el frasco de cada test o kit (Quantofix Peróxido, Quantofix Cloruro y Lactopast biomedix neutralizars).

Aplicación de encuestas y determinación de puntos críticos

Mediante la aplicación de encuestas epidemiológicas a cada uno de los productores se identificó los puntos críticos sobre la prevalencia de la enfermedad (mastitis) en los animales a muestrear.

Análisis de factores de riesgo

Para determinar los factores de riesgo individuales asociados a la enfermedad se utilizaron los registros de las encuestas epidemiológicas recolectadas de cada muestra obtenida. Una vez clasificados los datos obtenidos se empleó una comparación de medias para identificar los diferentes factores de riesgo mediante medidas como la razón de prevalencia, Odds ratio (OR), prueba de Chi cuadrado e intervalos de confianza para determinar si existe alguna relación significativa entre mastitis y las variables determinadas.

Determinación de Prevalencia de Mastitis

Para determinar la prevalencia de la enfermedad (mastitis) se realizó una selección semi cuantitativa utilizando el equipo EkoScan, el cual determino el número de células somáticas presentes en la leche. De acuerdo con Gómez-Quispe *et al.* (2015) las fórmulas son las siguientes:

a) Prevalencia por centros de acopio, queseras y carro recolector de leche

$$P = \frac{\text{número de bidones positivos por centro}}{\text{número total de bidones muestreados por centro}} \times 100$$

b) Prevalencia total por bidones

$$P = \frac{\text{número de bidones muestreados positivos}}{\text{número total de bidones muestreados}} \times 100$$

c) Prevalencia por finca

$$P = \frac{\text{número de animales positivos por finca}}{\text{número total de animales muestreados por finca}} \times 100$$

d) Prevalencia por número total de animales (tamaño de la explotación)

$$P = \frac{\text{número de animales o bidones positivos por explotación}}{\text{número total de animales o bidones muestreados}} \times 100$$

e) Prevalencia por cuartos

$$P = \frac{\text{número de cuartos positivos}}{\text{número total de cuartos muestreados}} \times 100$$

Odds ratio (OD) y riesgo relativo (RR)

Los Odds ratio permitieron medir la asociación entre la probabilidad de que ocurra una infección dada una exposición específica al factor de riesgo en comparación con la probabilidad de que ocurra la infección en ausencia del factor de riesgo determinado.

$$OR = \frac{a/c}{b/d} = \frac{ad}{bc}$$

Dónde:

p = prevalencia relativa de la ocurrencia del evento

a = Enfermos expuestos al factor de riesgo

b = Sanos expuestos al factor de riesgo

c = Enfermos no expuestos al factor de riesgo

d = Sanos no expuestos al factor de riesgo

En general, los OD son utilizados comúnmente en estudios transversales y cuando la enfermedad tiene una prevalencia menor al 10% así lo afirma Cerda *et al.* (2013). Sin embargo, Dagnino (2014) menciona que cuando la prevalencia es superior al 10% es recomendable usar la medida de Riesgo Relativo (RR), cuya finalidad es identificar la magnitud de asociación entre un factor de riesgo con la enfermedad, es decir, permitirá comparar la frecuencia con la que se presentará la enfermedad.

Para la interpretación de los resultados tanto de OD y RR se consideraron los siguientes parámetros:

- Si es = 1, no existe asociación entre la exposición y la enfermedad.
- Si es > 1, entonces existe una asociación positiva.
- Si es < 1, entonces existe una asociación negativa o un efecto protector

Georreferenciación de centros de acopio, queseras y fincas

Para conocer las coordenadas exactas de los lugares a muestrear tanto para centros de acopio, quesera y fincas se utilizó la aplicación de EpiCollect, herramienta que permitió generar las coordenadas exactas del lugar y guardarlas en una carpeta; la información obtenida fue útil para la ubicación de los lugares ya mencionados.

Transectos de los carros recolectores mediante GPS

Los transectos lineales son caracterizados por la toma de datos en determinados recorridos prefijados; en este caso, se recorrió la ruta establecida por los carros recolectores para abastecerse de leche en la parroquia de Lloa, con la finalidad de identificar las coordenadas GPS en cada uno de los puntos estratégicos de recolección, esto permitió la identificación de cada sección del transecto y el reconocimiento de la ruta.

Análisis estadístico

Con los datos así recolectados y a fin de poder presentarlos adecuadamente, en primer lugar, se empleó el programa epidemiológico Epi Info™ 7.2 con estos datos se

realizó un análisis exploratorio de datos (o estadística descriptiva) tanto numérico como tabular y gráfico; este análisis permitió obtener medidas numéricas de tendencia central, de posición o ubicación, de dispersión o variabilidad y de forma (asimetría o sesgo y apuntamiento o curtosis). Posteriormente, y a fin de establecer si existen diferencias estadísticas significativas entre los parámetros fisicoquímico observados de calidad respecto a la normativa técnica ecuatoriana NTE INEN 9-2015 (sobre los requisitos para la leche cruda) establecida por el Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN), se realizó con ayuda del mismo paquete estadístico un análisis inferencial de datos mediante la construcción de intervalos de confianza y la realización de pruebas de hipótesis.

Socialización y asesoramiento de los resultados a los productores

Previo a la entrega de resultados se convocó a una reunión a los productores, en donde, se entregaron las hojas de resultados obtenidos de forma personal, cada productor firmo el registro de recepción de resultados como constancia. De existir algún tipo de alteración o la calidad de la leche no fuese la adecuada se brindó un asesoramiento en donde se indicaron las posibles soluciones al problema.

Fase tres: Elaboración del manual y socialización

Se realizó un manual con el objetivo de guiar y garantizar que el productor adopte y mejore el manejo de sus animales (salud y entorno) y por consiguiente incrementar la calidad y producción de materia prima y derivados de la parroquia de Lloa, esta entrega se realizó mediante una charla final sobre la calidad de leche en cada una de las comunidades participantes.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados

Georreferenciación de las rutas de muestreo

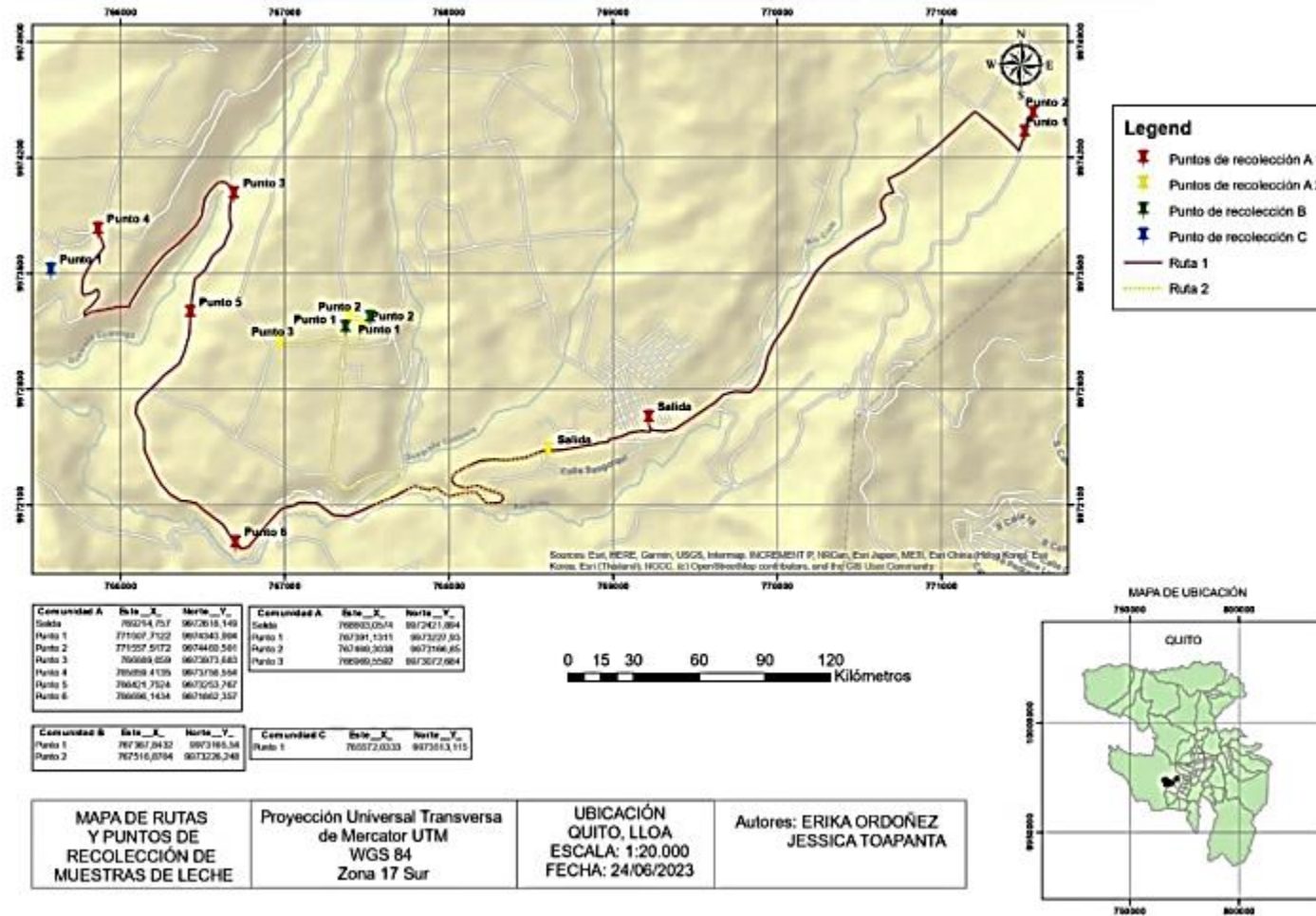
Para el análisis de calidad de leche y conteo de células somáticas por bidón se muestrearon un total de 4 rutas de carros recolectores de leche cruda distribuidos en tres barrios: dos rutas corresponden a la Comunidad A, las cuales están identificadas como A 1 cuyo producto tenía como destino a la quesera 1 y A 2 para el carro recolector cuyo destino era la quesera 2, ambas ubicadas en esta comunidad; una ruta en la Comunidad B y una ruta en Comunidad C, ambos carros recolectores llevaban la leche a distintas queseras en la ciudad de Quito. Solo las rutas de la comunidad A retiraban la leche en distintos puntos, teniendo así la ruta más larga y con mayor número de muestras; la comunidad B y C solo receptaban la leche de un solo lugar, o sea, cada productor llegaba con su respectivo bidón al lugar establecido para luego ser transportada por el transportista a su destino final.

A través del programa Epicollect 5 se tomaron las coordenadas geográficas de cada uno de los puntos de recolección de leche y con dichos puntos se realizó un mapa de ruta de las tres comunidades de la parroquia de Lloa en el software SIG (Sistema de información geográfica) Arc-Gis.

En la figura 3 se observa el mapa obtenido en dicho programa, el cual resume con el color rojo la ruta de recolección de leche de la quesera 1 de la comunidad A correspondiente a la quesera 1, con el color amarillo se distingue la ruta 2 de la misma comunidad correspondiente a la quesera 2, en color verde los puntos de recolección de leche de la comunidad B y de color azul el punto de recolección de leche de la comunidad C.

Figura 3

Georreferenciación de las rutas y puntos de recolección de leche



Nota. Autoría propia

Fase uno de la investigación

De las tres comunidades se evaluaron un total de 145 bidones y un total de 108 animales. En la tabla 5 se puede observar que en la comunidad A se obtuvieron un mayor número de muestras de bidones debido a la existencia de más queseras en la zona, sin embargo, no se obtuvo una mayor colaboración por parte de la totalidad de las queseras teniendo así un total de 78 muestras lo que representa el 53.79%.

Para la segunda fase correspondiente a un muestreo directo en animales, se contó con un total de 299 animales de las distintas zonas considerando todo tamaño de explotación, pero el número real a muestrear se realizó de acuerdo a la tabla 4.

Finalmente, con el número real a muestrear se observa que hubo una mayor cantidad de animales muestreados en la comunidad C, teniendo así muestras de leche de 74 animales lo que corresponde al 69.16%

Tabla 5

Número de bidones y vacas muestreados por comunidad

Comunidades	Bidones		Vacas	
	N° de muestras	%	N° de muestras	%
Comunidad A	78	53.79	8	7.48
Comunidad B	35	24.14	25	23.36
Comunidad C	32	22.07	74	69.16
Total	145	100	108	100

Nota. %: porcentaje. Autoría propia

Análisis de calidad de leche (físicos, químicos y microbiológicos)

Los análisis correspondientes a la calidad de leche fueron realizados con ayuda de los equipos Ekomilk bond y EkoScan para los parámetros físico químicos y el conteo de células somáticas, respectivamente.

En los datos obtenidos se distinguieron valores atípicos y para evitar una distorsión de los resultados se optó por la eliminación de muestras que seguían una tendencia repetitiva en la anomalía de datos de las 10 variables evaluadas mediante el criterio de cuartiles según lo indicado por Álvarez Cáceres (2007), el cual toma en cuenta el rango intercuartílico; en específico, se usó la fórmula del valor atípico extremo. En total se analizaron 141 de los 145 datos para las variables obtenidas del equipo Ekomilk Bond (físico químicas). Sin embargo, para comparar los resultados obtenidos respecto a conteo de células somáticas y obtener porcentajes de positividad a mastitis se consideraron la totalidad de datos (145 muestras).

Una vez con los datos necesarios para el análisis estadístico, se obtuvieron medidas de tendencia central tales como: medias, desviación estándar e intervalo de confianza para cada una de las variables analizadas por cada una de las comunidades de la parroquia. Además, se realizó una prueba de comparación de medias de LSD Fisher para establecer diferencias entre las tres comunidades.

Con los datos ubicados ordenadamente en la tabla 6 se observa que la comunidad A presentó mayores valores en sus medias para sólidos no grasos, densidad, proteína y lactosa en comparación a las demás comunidades; los valores altos en estas variables pueden ser debido a varios factores propios de la zona y al manejo de los animales en cada predio, lo cual dependerá netamente de cada propietario. Respecto al punto de crioscopia, la comunidad A presenta un valor menor en comparación a la comunidad B y comunidad C, aclarando que estos valores no están dentro de los límites permitidos por la norma INEN. Para el pH, este fue mayor en la comunidad A respecto a la comunidad C, pero es importante señalar que a pesar de ello los valores si están dentro de lo estipulado por la normativa. Además, se resalta que no hubo diferencias significativas entre las distintas comunidades para las siguientes variables: grasa, acidez titulable, conductividad eléctrica y agua añadida.

Tabla 6*Medidas de tendencia central y dispersión de las variables físico químicas de las muestras de leche*

Variable	Comunidad/Barrio									
	Comunidad A			Comunidad B			Comunidad C			Promedio
	Prom/DesVest	IC 95%		Prom/DesVest	IC 95%		Prom/DesVest	IC 95%		
Grasa	3.56±0.76	a	3.38-3.73	3.58±1.02	a	3.22-3.93	3.48±0.70	a	3.22-3.74	3.54±0.05
SNG	8.95±0.86	a	8.76-9.15	8.27±0.87	b	7.97-8.57	8.06±0.57	b	7.85-8.28	8.43±0.47
Densidad	1.030±0.004	a	1.029-1.030	1.027±0.004	b	1.026-1.028	1.027±0.002	b	1.026-1.028	1.030±0.00
Proteína	3.38±0.31	a	3.31-3.46	3.15±0.32	b	3.04-3.26	3.06±0.21	b	2.98-3.14	3.20±0.17
PC	-0.586±0.055	a	-0.599; -0.573	-0.542±0.061	b	-0.563; -0.521	-0.531±0.037	b	-0.545; -0.517	-0.55±0.03
AT	13.37±1.49	a	13.03-13.71	13.67±1.67	a	13.10-14.25	13.91±1.43	a	13.38-14.44	13.65±0.27
Lactosa	4.89±0.48	a	4.78-5.00	4.53±0.48	b	4.37-4.70	4.42±0.31	b	4.30-4.53	4.61±0.25
CE	4.80±0.33	a	4.73-4.88	4.82±0.29	a	4.72-4.92	4.82±0.22	a	4.73-4.90	4.81±0.01
pH	6.77±0.06	a	6.75-6.78	6.75±0.08	ab	6.72-6.78	6.73±0.08	b	6.70-6.76	6.75±0.02
AA	2.16±6.48	a	0.68-3.64	4.81±9.14	a	1.67-7.95	4.82±6.93	a	2.23-7.40	3.93±1.53

Nota. CV: coeficiente de variación; SNG: sólidos no grasos; PC: punto de crioscopía; AT: acidez titulable; CE: conductividad eléctrica; AA: agua añadida; Prom: promedio; DesVest: desviación estándar; IC95%: intervalo de confianza al 95%; letras diferentes indican diferencias significativas entre las comunidades ($p < 0.05$). Autoría propia

De un total de 145 bidones pertenecientes a distintos productores lecheros, el 12.41% cumple con lo establecido por las normas vigentes en el país, mientras que el 87.59% tienen valores que se encuentran fuera de los límites establecidos por la normativa ecuatoriana en al menos uno de los parámetros evaluados. No obstante, a estos resultados, las medias señaladas en la tabla 6 indican que los parámetros de grasa, proteína, acidez titulable, lactosa, CE y pH de las tres comunidades de la parroquia de Lloa se encuentran dentro de los lineamientos establecidos por las normas NTE INEN 9:2015.

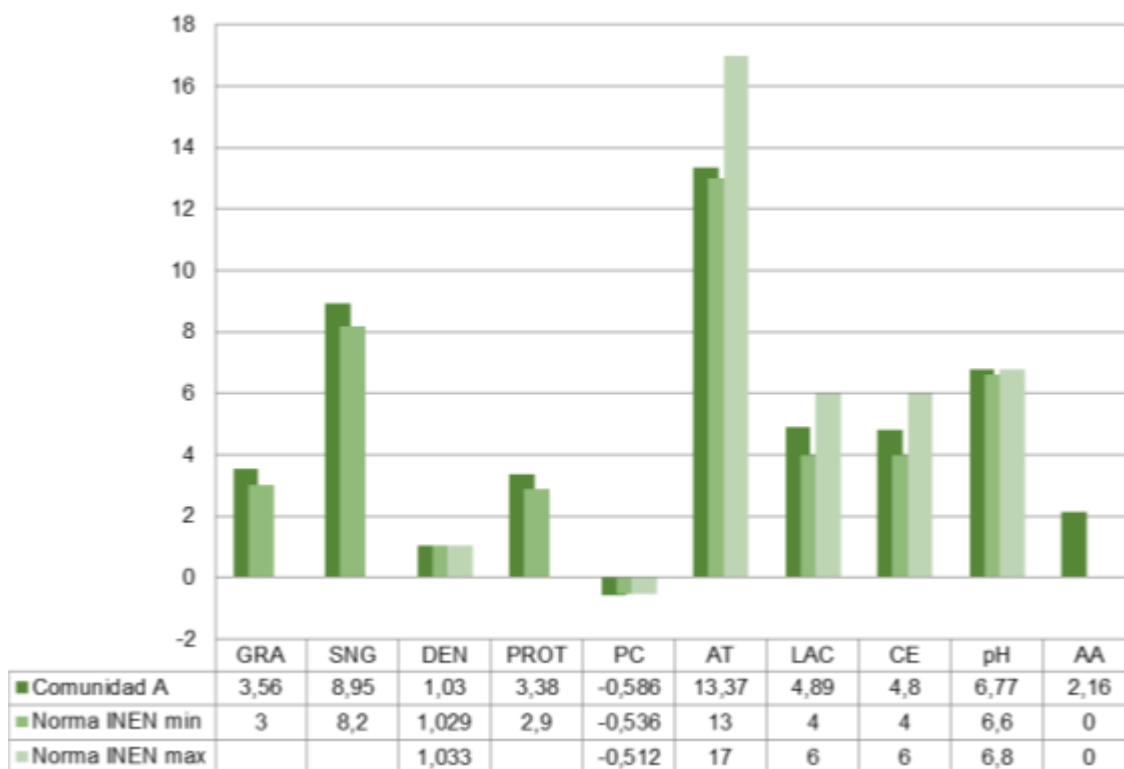
El parámetro de sólidos no grasos para la comunidad C, densidad y punto de crioscopía para la comunidad A, B y C presentan medias que están por debajo del límite mínimo establecido por la norma; finalmente para agua añadida, el 45,52% de las muestras tuvieron adición de agua ya sea accidental o intencional, también se resalta que el valor máximo encontrado de manera general es de 35.67%.

Comunidad A

En la comunidad A se registraron un total de 78 bidones de los cuales solo el 5.13% cumplían con todos los parámetros establecidos. Los resultados en general se presentan en la figura 8 cuya comparación gráfica de medias entre la norma NTE INEN 9-2015 y la comunidad A indican que no hay diferencias notorias entre ambas medias para las variables: densidad, lactosa, CE y pH; para el caso de la acidez titulable se observan diferencias entre medias, a pesar de ello este valor entra en el rango (13-15) establecido por la norma NTE INEN 9:2015. Las variables de grasa (3.56%), sólidos no grasos (8.95%) y proteínas (3.38%) se encuentran superior al valor mínimo revelando que son valores buenos en leche cruda según lo establecido por la norma NTE INEN 9:2015. Respecto al punto de crioscopía este valor está fuera del rango mínimo (-0.536) teniendo una diferencia notoria entre medias y finalmente para el agua añadida se tiene un porcentaje de 21.79% de muestras adulteradas con una media de 2.16 que al ser comparado con la norma este supera el mínimo.

Figura 4

Comparación de las variables físico químicas de leche cruda en la comunidad A en relación a los parámetros estandarizados por la normativa técnica ecuatoriana (NTE INEN 9-2015).



Nota. GRA: grasa; SNG: sólidos no grasos; DEN: densidad; PROT: proteína; PC: punto de crioscopia; AT: acidez titulable; LAT: lactosa; CE: conductividad eléctrica; AA: agua añadida.

Autoría propia

Comunidad B

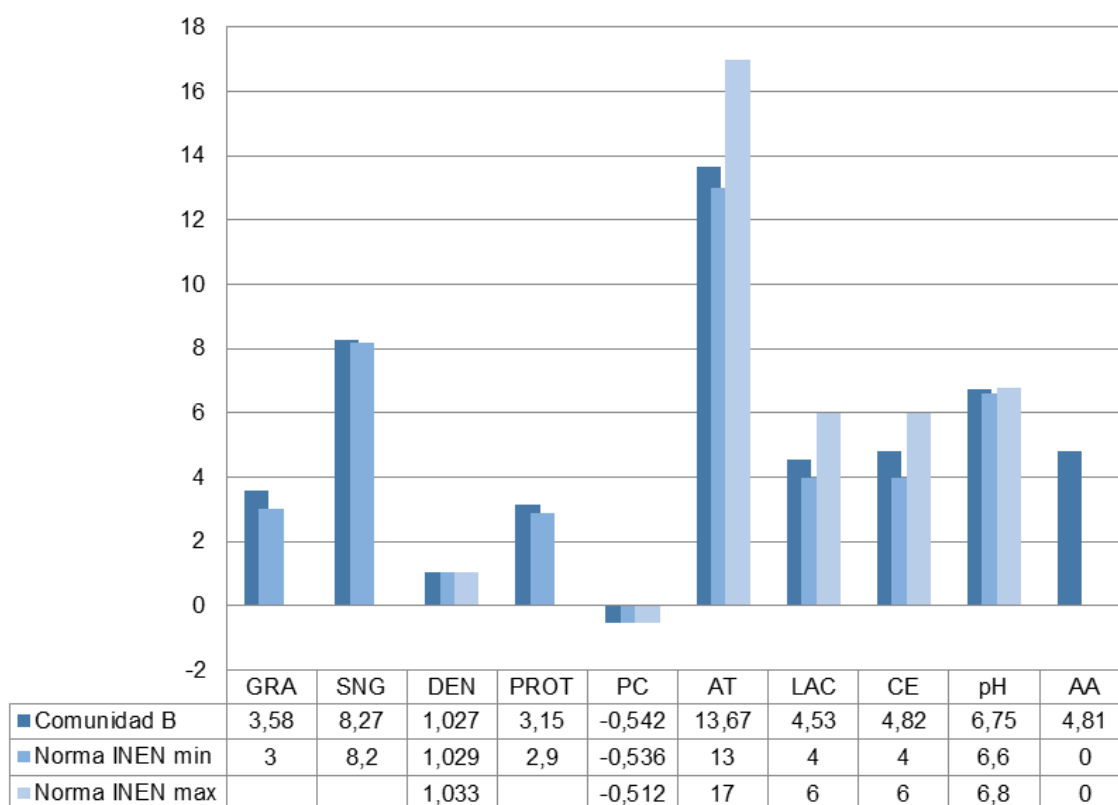
Se registraron un total de 35 bidones de los cuales solo el 17.14 % cumplían con todos los valores establecidos por el Servicio Ecuatoriano de Normalización. Al establecer comparaciones con lo señalado por la norma NTE INEN 9-2015 y la comunidad (figura 5) se deduce que no hay diferencias significativas para las variables: sólidos no grasos, acidez titulable, lactosa, CE y pH. Los valores de grasa y proteína siguen la misma tendencia que la comunidad A, o sea los valores fueron mayores a 3 y a 2.9, respectivamente.

La comparación gráfica y cuantitativa de la densidad de esta comunidad con los valores estandarizados por la normativa NTE INEN 9-2015 muestra que la media obtenida de 1.027 es menor, indicando que la leche se adulteró con agua.

El punto de crioscopía en esta zona, igual que la anterior, está fuera del rango mínimo establecido (-0.542) y para finalizar el porcentaje de muestras con adición de agua fue de 57.14%, siendo mayor que la zona A; así que la media sobrepasa el mínimo de cero.

Figura 5

Comparación de las variables físico químicas de leche cruda en la comunidad B en relación a los parámetros estandarizados por la normativa técnica ecuatoriana (NTE INEN 9-2015)



Nota. GRA: grasa; SNG: sólidos no grasos; DEN: densidad; PROT: proteína; PC: punto de crioscopía; AT: acidez titulable; LAT: lactosa; CE: conductividad eléctrica; AA: agua añadida.

Autoría propia

Comunidad C

Para esta zona se contó con un total de 32 bidones muestreados teniendo que el 25% cumplían con todos los valores establecidos por el Servicio Ecuatoriano de Normalización, si comparamos este porcentaje con los anteriores, este valor es más alto pudiendo destacar que las personas encargadas de la recepción de la leche en el centro de acopio realizan periódicamente pruebas de calidad de leche tales como pruebas de alcohol mastitis mediante el uso del test de California Mastitis Test (CMT).

La comparación entre la norma y la comunidad C muestran que las variables acidez titulable, lactosa, CE y pH no presentan diferencias y están dentro de los rangos establecidos descritos por la normativa como se observa en la figura 6.

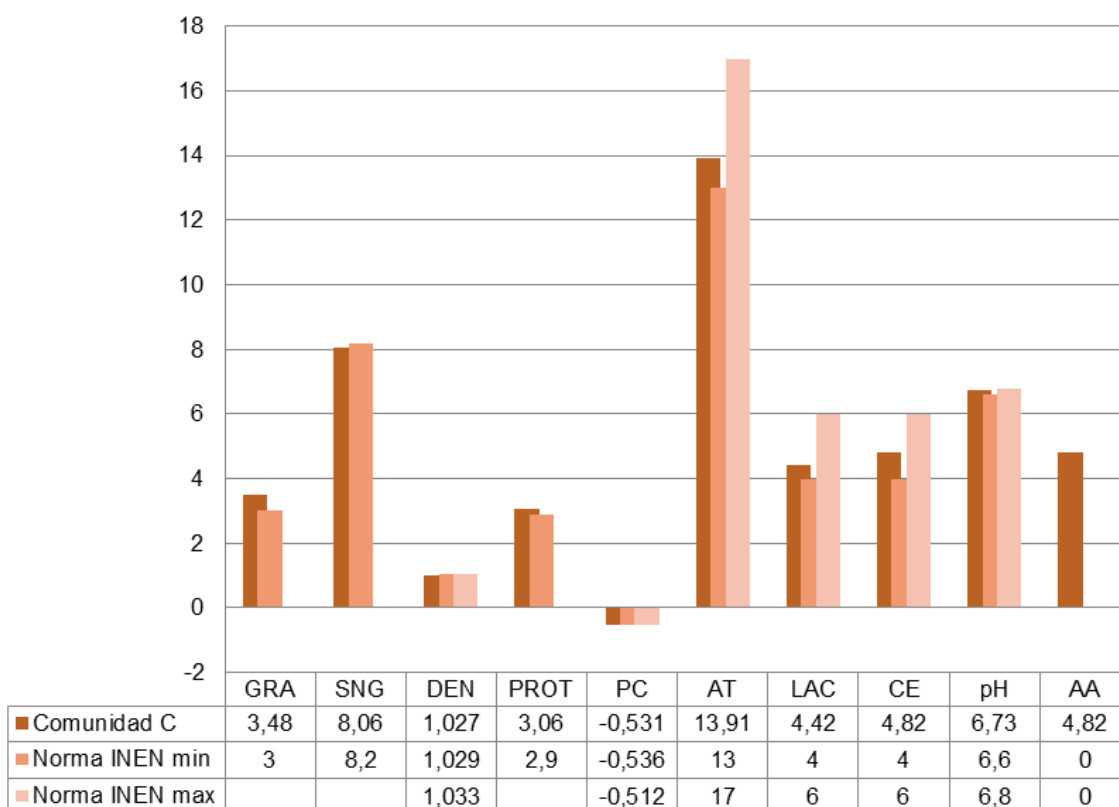
Para los parámetros de grasa y proteína los valores se encuentran sobre el valor mínimo establecido, así como en la comunidad A y B en donde se realizó el mismo muestreo.

En esta zona la media obtenida de sólidos no grasos fue menor a lo estipulado por la norma INEN, en donde el requisito mínimo es de 8.2%; el valor obtenido fue de 8.06%. Así también, se obtuvo un valor menor al límite mínimo para el parámetro de densidad con un valor de 1.027 g/cm³; el rango establecido por la norma es de 1.029 g/cm³ a 1.033 g/cm³.

Para el parámetro de agua añadida también se obtuvieron valores mayores de cero, así como en la comunidad A y comunidad B. Sin embargo, esta comunidad obtuvo el porcentaje más alto de agua añadida en las muestras con un valor de 87.5% y en promedio presenta los valores más altos en comparación a las demás comunidades.

Figura 6

Comparación de las variables físico químicas de leche cruda en la comunidad C en relación a los parámetros estandarizados por la normativa técnica ecuatoriana (NTE INEN 9-2015)



Nota. GRA: grasa; SNG: sólidos no grasos; DEN: densidad; PROT: proteína; PC: punto de crioscopia; AT: acidez titulable; LAT: lactosa; CE: conductividad eléctrica; AA: agua añadida.

Autoría propia

Número de células somáticas en las comunidades de la parroquia de Lloa

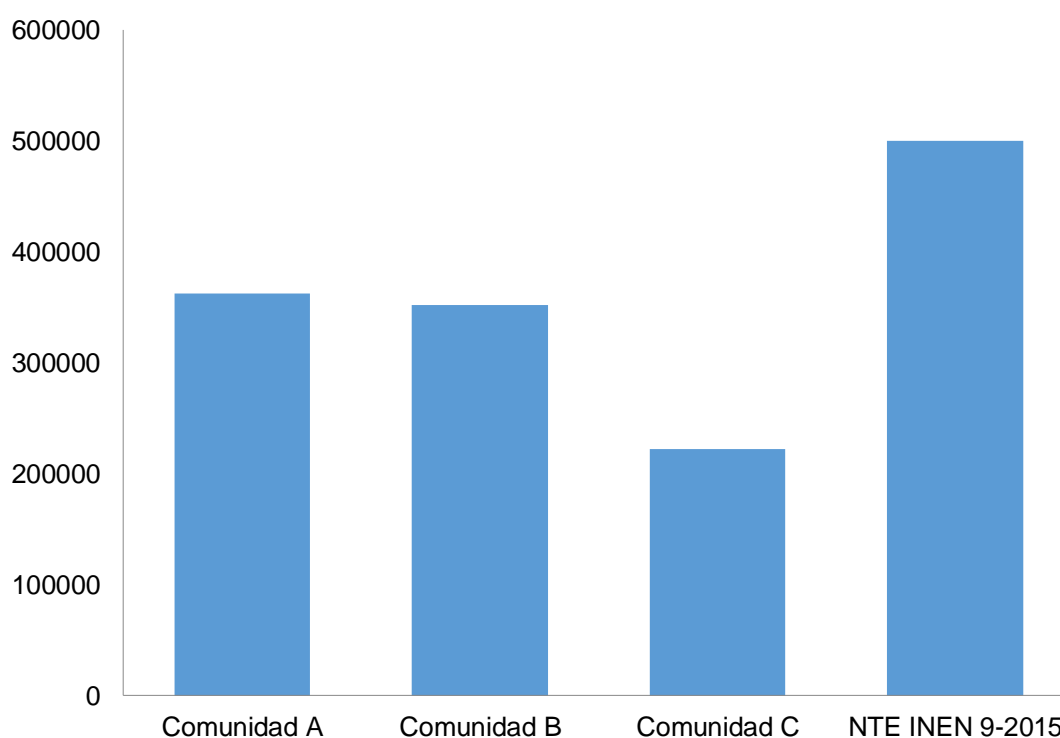
La normativa técnica ecuatoriana (NTE INEN 9-2015) dentro de los requisitos microbiológicos para la leche cruda establece que el recuento de células somáticas por mL debe ser menor a 500.000 para poder ser considerada como una leche de calidad.

Los resultados para las tres comunidades señalan que la media para esta variable es de 362120, 351686 y 222406 para la comunidad A, B y C respectivamente,

con lo cual concluimos que los tres barrios cumplen con lo establecido por la norma. Además, no se encontraron diferencias significativas, pero se destaca que la comunidad C presenta diferencias notorias respecto al resto; puede ser el resultado de la realización de estrictos controles de calidad al recibir la leche de los productores que entregan al centro de acopio ubicado en esta zona; si alguna de las pruebas era positiva no se receptaba la leche, lo que representaba una pérdida económica para el productor y por ende trataban de manejar adecuadamente sus animales y la leche cruda.

Figura 7

Comparación del número de células somáticas de la leche cruda de muestras de bidones en las tres comunidades en relación a los parámetros estandarizados por la normativa técnica ecuatoriana (NTE INEN 9-2015)



Nota. Autoría propia

Presencia de agentes antibióticos y adulterantes

Con ayuda del kit Beta-lactams, Tetracyclines and Sulfonamides Combo rapid test strip (milk) para antibióticos, las tiras reactivas Quantofix Peróxido, Quantofix Cloruro y el kit Lactopast biomedix neutralizars para adulterantes se conoció si los productores de las parroquias de Lloa adulteran o no respetan tiempos de retiro de medicamentos.

Durante el análisis de laboratorio los resultados finales fueron favorables, es decir, no se encontraron muestras positivas para ambas variables en la comunidad A y C. A pesar de ello, en la comunidad B se obtuvo un porcentaje de positividad de 2.85 (1/35) para antibióticos, específicamente para beta-lactamas. Se recalca que de 145 bidones que se obtuvieron muestras, tan solo el 0.70% (1/145) dio positivo, revelando que en las tres comunidades principales de la parroquia de Lloa no existe altos porcentajes de adulteración de leche cruda.

Prevalencia de mastitis subclínica en muestras de bidones

Las muestras de leche por bidón se obtuvieron según la forma de recolección como centro de acopio, quesera y carro recolector. En la comunidad A tan solo se receptaron muestras de dos queseras y dos carros recolectores, teniendo como resultado valores de 40.54% y 60.98% respectivamente, indicando que la mayor prevalencia se presenta en las muestras obtenidas por los carros recolectores. En la comunidad B se receptaron muestras de un centro de acopio con un porcentaje de prevalencia del 59.38% y un carro recolector con un porcentaje de 33.33%, siendo este menor en comparación al centro de acopio; finalmente en la comunidad C se obtuvieron muestras de un centro de acopio con un porcentaje de prevalencia del 23.53% y un carro recolector con una prevalencia del 60%. De manera global se obtuvo una prevalencia de 50.34% (73/145) y en comparación de las tres comunidades, la prevalencia de mastitis fue mayor en la comunidad B con un valor de 57.14%, seguida por la comunidad A con 51.28% y la comunidad C con 40.63%.

Tabla 7

Prevalencia de mastitis subclínica en leche cruda obtenida de bidones de acuerdo a la forma de recolección

Variable	Categoría	Bidones muestreados	Positivos	Prevalencia mastitis
Comunidad A				
Forma de recolección	Centro de acopio	0	0	00.00
	Quesera	37	15	40.54
	Carro recolector	41	25	60.98
	Total	78	40	51.28
Comunidad B				
Forma de recolección	Centro de acopio	32	19	59.38
	Quesera	0	0	00.00
	Carro recolector	3	1	33.33
	Total	35	20	57.14
Comunidad C				
Forma de recolección	Centro de acopio	17	4	23.53
	Quesera	0	0	00.00
	Carro recolector	15	9	60.00
	Total	32	13	40.63
Total		145	73	50.34

Nota. n: número de bidones muestreados; +: casos positivos; %: prevalencia de mastitis.

Autoría propia

Los datos presentados en la tabla 7 muestra que en la comunidad A y C hay un mayor porcentaje de prevalencia de mastitis en carros recolectores, esto puede ser debido a que no existe ningún tipo de control al momento de la recolección ni al llegar la leche al lugar de destino. Tanto queseras como centros de acopio tienen porcentajes menores de prevalencia de mastitis; durante la fase de muestreo se observó que las personas encargadas realizaban diariamente pruebas de calidad, específicamente el test de CMT, razón por la cual el porcentaje de mastitis es menor en el centro de acopio de la comunidad C (23.53%) en relación a la quesera de la comunidad A (40.54%), en donde las pruebas que se realizaban eran mensualmente. Para la

comunidad B se observó todo lo contrario a lo descrito para la comunidad A y C, pues se realizaban pruebas de calidad omitiendo pruebas para mastitis.

Fase dos de la investigación

Luego del análisis de calidad de leche realizado en centros de acopios, queseras y carros recolectores por bidones de las tres comunidades de la parroquia de Lloa se detectaron los casos positivos para mastitis con el objetivo de realizar el muestreo directamente en animales de acuerdo al predio que dio positivo.

Posterior a la socialización de resultados con los propietarios se pidió la autorización respectiva para la realización del muestreo en los animales; de una total de 20 predios positivos a mastitis solo 15 de ellos aceptaron el muestreo.

En el predio, los casos positivos para mastitis fueron confirmados con la prueba rápida de CMT. En total se muestrearon 108 animales de las 15 fincas. En la tabla 8 se indican el número muestreado de animales por predio y su respectivo porcentaje.

Tabla 8

Número de animales muestreados por finca

Finca	N° de animales en producción	Vacas	
		N° de animales muestreados	%
LO1	10	2	1.85
LO2	4	6	5.56
LO3	8	21	19.44
LO4	84	4	3.7
LO5	14	11	10.18
LO6	6	8	7.41
LO7	14	6	5.56
LO8	14	8	7.41
LO9	6	6	5.56
LO10	44	5	4.63
LO11	16	6	5.56
LO12	17	13	12.04
LO13	37	3	2.78
LO14	11	3	2.78
LO15	14	6	5.56
Total	299	108	

Nota. LO: código único de finca; n: número de bidones muestreados; %: porcentaje.

Autoría propia

Prevalencia de mastitis subclínica

Para la clasificación de casos positivos y negativos a mastitis, se toma en cuenta que un recuento de 200.000 células somáticas es considerado como positivo y generalmente es un indicador de una infección bacteriana causante de la inflamación mamaria y recuentos menores a 200.000 es un indicativo que la leche de los animales es fisiológicamente normal, por lo tanto, serán negativos. Además, se considera que el número de células somáticas en leche no es estático debido al proceso dinámico que se da en cualquier grado de infección según lo descrito por Smith (1996). Tras lo mencionado y de acuerdo con el grado de clasificación de mastitis señalado en la tabla 2, los casos positivos son considerados desde trazas (200.000 cel./mL) con una interpretación de infección sospechosa.

Con lo explicado anteriormente, se muestran los datos en la tabla 9 que muestran que en la comunidad A se obtuvo un porcentaje global de 50% de prevalencia de mastitis y si ponemos en consideración el tamaño de las UPA's de donde proceden las muestras, estas en su totalidad son pequeñas, teniendo así el mismo 50% de prevalencia. En la comunidad B las muestras obtenidas proceden de fincas pequeñas y grandes cuyos valores obtenidos de prevalencia de mastitis fueron de 75% y 61.90%, respectivamente; en general el porcentaje de prevalencia en la comunidad fue del 64%. Finalmente, para la comunidad C se observa que las muestras proceden de fincas pequeñas con una prevalencia de 41.18% y para las fincas medianas la prevalencia fue de 45.83%; el valor global de prevalencia en esta zona fue 42.67%.

De acuerdo al tipo de ordeño, en Lloa la mayoría de personas realizan el ordeño de forma manual; en la comunidad A ninguna de las personas tenían ordeño mecánico, teniendo así una prevalencia de 50% para el ordeño manual; en la comunidad B, el mayor porcentaje fue para el ordeño manual (75%), sin embargo, el ordeño mecánico presentó una prevalencia mayor al 50%, señalando que al momento de colocar las pezoneras no existía una desafección de las mismas razón por la cual la

prevalencia es elevada. Con respecto a la comunidad C, la mayor prevalencia se presentó para el ordeño mecánico (66.67 %) con la misma observación, falta de desinfección de pezoneras, además, es importante señalar que este sistema no estaba tan tecnificado, otra razón del alto porcentaje de mastitis.

Al comparar los valores de prevalencia entre las tres comunidades se observó que en la comunidad B con un valor de 64% tuvo mayor prevalencia de mastitis respecto a las comunidades A (50%) y C (42,67%). Para comparar por tamaño de UPA en las tres comunidades, las muestras se obtuvieron de fincas pequeñas, por lo que se señala que la comunidad B presentó un mayor porcentaje de prevalencia de mastitis en comparación con la comunidad A y C.

Tabla 9

Prevalencia de mastitis subclínica en leche cruda obtenida directamente de animales

Variable		N° de animales en producción	N° de animales muestreados	Positivos	Prevalencia mastitis (%)
Comunidad A					
Tamaño de la explotación	Pequeña	14	8	4	50.00
	Mediana	0	0	0	00.00
	Grande	0	0	0	00.00
Finca/predio	LO1	10	6	3	50.00
	LO2	4	2	1	50.00
Tipo de ordeño	Manual	14	8	4	50.00
	Mecánico	0	0	0	00.00
	Total	14	8	4	50.00
Comunidad B					
Tamaño de la explotación	Pequeña	8	4	3	75.00
	Mediana	0	0	0	0.00
	Grande	84	21	12	61.90
Finca/predio	LO3	8	4	3	75.00
	LO4	84	21	12	61.90
Tipo de ordeño	Manual	8	4	3	75.00
	Mecánico	84	21	12	61.90
	Total	92	25	15	64.00
Comunidad C					
Tamaño de la explotación	Pequeña	112	51	21	41.18
	Mediana	81	24	11	45.83
	Grande	0	0	0	0.00
Finca/predio	LO5	14	6	4	66.67

Variable	N° de animales en producción	N° de animales muestreados	Positivos	Prevalencia mastitis (%)	
LO6	6	3	1	33.33	
LO7	14	6	5	83.33	
LO8	14	6	3	50.00	
LO9	6	3	2	66.67	
LO10	44	13	6	46.15	
LO11	16	8	2	25.00	
LO12	17	8	2	25.00	
LO13	37	11	5	45.45	
LO14	11	5	1	20.00	
LO15	14	6	1	16.67	
Tipo de ordeño	Manual	187	72	30	41.67
	Mecánico	6	3	2	66.67
	Total	193	75	32	42.67
Total	299	108	51	47.22	

Nota. LO: código único de finca; +: casos positivos. Autoría propia

Prevalencia de mastitis por cuartos

A través de las pruebas de CMT se detectaron un total de 108 animales positivos lo que corresponde a un total de 432 cuartos muestreados, sin embargo, al realizar el análisis en el equipo EkoScan para conteo de células somáticas, se confirmaron un total de 51 animales positivos a mastitis. De toda la población se obtuvieron los siguientes resultados: casos negativos (329/432) 76.16%, trazas (55/432) 12.73%, positivo débil (31/432) 7.18% y positivo evidente (17/432) 3.93%.

En el análisis de los cuartos individuales se obtuvo una prevalencia de 20.37%, 23.15%, 23.15%, 28.70% para los cuartos D1, D2, I1 e I2, respectivamente; finalmente estos resultados indican que existe un mayor porcentaje de prevalencia de mastitis en los cuartos posteriores tanto para el cuarto derecho (25/108) como para el izquierdo (31/108) sin presentar diferencias significativas entre ellos; el cuarto izquierdo delantero presento el mismo porcentaje con un total de 25 casos positivos y finalmente el pezón derecho delantero presentó el menor porcentaje con un total de 20 casos positivos.

Tabla 10

Prevalencia de mastitis subclínica en leche cruda obtenida de cada cuarto de los animales

Grado de infección		D1	D2	I1	I2
Negativo	Sin trazas	86	83	83	77
Positivo	Trazas	9	14	14	18
	+	8	7	6	10
	++	5	4	5	3
Total		22	25	25	31
Prevalencia de mastitis (%)		20.37	23.15	23.15	28.70

Nota. +: Positivo débil; ++: Positivo evidente; D1: Cuarto derecho delantero; D2: Cuarto derecho posterior; I1: Cuarto izquierdo delantero; I2: Cuarto izquierdo Posterior.

Prevalencia de mastitis en relación con el periodo de lactancia

Los animales muestreados fueron distribuidos en cuatro grupos respecto a periodos de lactancia, distribuidos de la siguiente manera: P1: 1-3 meses (Producción alta), P2: 4-6 meses (Producción media), P3: 7-9 meses (Producción baja y fin del periodo) y P4: >10 meses (Periodo seco). De esta forma, se obtuvieron los datos presentados en la tabla 11, en donde se muestran que el mayor porcentaje de prevalencia se dio en animales que se encuentran en su cuarto periodo de lactancia, con un valor de 53.33%, seguido de animales que se encuentran en su segundo periodo de lactancia con el 52.78%, los animales del tercer periodo de lactancia tienen un 50% y en último lugar se encuentran los animales que están dentro del primer periodo de lactancia. Estos datos nos dan a conocer que las vacas que se encuentran en el periodo de secado tienden a padecer de esta enfermedad, se debe destacar que en este periodo no debería ser ordeñada la vaca con la finalidad de generar un descanso adecuado al animal para el siguiente periodo. Otro factor para destacar es que la enfermedad puede diseminarse ya sea por descuido del dueño o del ordeñador respecto a la higiene y el mal manejo de animales con mastitis.

Tabla 11*Prevalencia de mastitis en relación al periodo de lactancia del animal*

Periodo (meses)	Periodo de lactancia		
	n	+	%
P1: 1-3	45	18	40.00
P2: 4-6	36	19	52.78
P3: 7-9	12	6	50.00
P4: >10	15	8	53.33
Total	108	51	47.22

Nota. n: número de animales muestreados; +: Casos positivos; %: prevalencia.

Autoría propia

Prevalencia de mastitis en relación con el número de partos

De acuerdo con los datos recopilados por cada animal respecto al número de partos se conformaron los siguientes grupos: G1: 1-2, G2: 3-4 y G3: >5 partos. Una vez establecidos los grupos se obtuvo que los animales que tiene entre 3 y 4 partos presentaron el mayor porcentaje de prevalencia (53.19%); entre el grupo 1 y el grupo 3 no se encontró mayor diferencia entre porcentajes, teniendo que las vacas con 5 o mayor número de partos fue de 42.86% y finalmente el menor porcentaje obtenido fue para los animales con 1 o 2 partos con el 42.42%.

Tabla 12*Prevalencia de mastitis en relación al número de partos del animal*

Partos	N° de partos		
	n	+	%
G1: 1-2	33	14	42.42
G2: 3-4	47	25	53.19
G3: >5	28	12	42.86
Total	108	51	47.22

Nota. n: número de animales muestreados; +: Casos positivos; %: prevalencia.

Autoría propia

Características de producción prácticas de ordeño en la parroquia de Lloa

Según la información proporcionada por los propietarios de los predios a través de encuestas sobre las características de producción lechera y prácticas de ordeño, la mayoría de las personas en las tres comunidades ordeñan de forma manual con un porcentaje de 86.66% y el número de personas que lo realizan va de 1 a 2, teniendo así que el 20% una sola persona y en que la mayoría de los predios el ordeño se realiza entre dos personas con un porcentaje de 80%. Respecto a las actividades consideradas dentro de las Buenas Prácticas de Ordeño, en todas las fincas se realiza el lavado de la ubre, despunte, secado y desinfección de las manos antes del ordeño, sin embargo, solo el 20% de los finqueros realizan el sellado de pezones pre ordeño y post ordeño. Así también, se destaca que la leche obtenida del ordeño es almacenada en bidones de aluminio y todos los productores realizan el filtrado de la leche ya sea con franelas, cedazos o ambos. También es importante destacar que el destino de la leche que se encuentra con residuos se destina en su mayoría para la alimentación de sus terneros y tan solo el 13.33% descarta la leche. Finalmente, el 60% de propietarios de las distintas comunidades indican que disponen de abundante agua potable que no deteriora o altera la leche

Considerando el aspecto sanitario del predio, los animales de reemplazo dentro de las fincas en su mayoría son pie de cría con un porcentaje de 73.33% o son de otra propiedad (13.3%) y el sistema reproductivo empleado es en su mayoría por monta natural con un porcentaje de 93.33%; el porcentaje restante señala que los productores tienen una reproducción mixta, es decir, algunas veces realiza monta natural y otras realiza inseminación.

Teniendo en cuenta la procedencia del agua que beben los animales, en su mayoría proceden de una vertiente o acequia, pero no realizan tratamiento al agua y solo el 6,66% indican que beben agua potable.

Tabla 13

Características de la producción lechera y prácticas de ordeño en tres comunidades de la parroquia de Lloa

Prácticas de manejo	Comunidad A		Comunidad B		Comunidad C		Total
	n	%	n	%	n	%	%
# de personas que realizan el ordeño.							
1 persona	1	50.00	0	0.00	2	18.18	20.00
2 personas	1	50.00	2	100.00	9	81.81	80.00
Procedencia de animales de reemplazo.							
Propio (pie de cría)	0	0.00	2	100.00	9	81.81	73.33
De otra propiedad	1	50.00	0	0.00	1	9.09	13.33
Feria nacional	1	50.00	0	0.00	0	0.00	6.66
No reemplaza	0	0.00	0	0.00	1	9.09	6.66
Destino de la leche medicada							
Terneros	2	100.00	1	50.00	10	90.90	86.66
Elimina	0	0.00	1	50.00	1	9.09	13.33
Procedencia del agua bebida para los animales.							
Vertiente o acequia	1	50.00	2	100.00	11	100.00	93.33
Agua potable	1	50.00	0	0.00	0	0.00	6.66
Sistema reproductivo utilizado							
Monta natural	2	100.00	1	50.00	11	100	93.33
Inseminación artificial	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.00
Mixta	0	0.00	1	50.00	0	0.00	6.66
Tipo de ordeño utilizado para el almacenamiento de la leche.							
Manual	2	100.00	1	50.00	10	90.90	86.66
Mecánico	0	0.00	1	50.00	1	9.09	13.33
Tipos de recipientes							
Bidón de aluminio	2	100.00	1	50.00	11	100.00	93.33
Plástico	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.00
Tanque de enfriamiento	0	0.00	1	50.00	0	0.00	6.66
Disponibilidad de agua							

Prácticas de manejo	Comunidad A		Comunidad B		Comunidad C		Total
	n	%	n	%	n	%	%
abundante potable que no deteriore o altere la leche.							
Si	1	50.00	2	100	6	54.54	60.00
No	1	50.00	0	0.00	5	45.45	40.00
Prácticas durante el ordeño							
Lavado de la ubre antes el ordeño	2	100.00	2	100.00	11	100.00	100.00
Despunte	2	100.00	2	100.00	11	100.00	100.00
Secado de la ubre antes del ordeño	2	100.00	2	100.00	11	100.00	100.00
Desinfección de manos antes del ordeño	1	100.00	2	100.00	11	100.00	100.00
Sellado de pezones post-ordeño	0	0.00	1	50.00	2	18.18	20.00
Filtrado de leche	2	100.00	2	100.00	11	100	100.00

Nota. n: número de fincas muestreadas. Autoría propia

Análisis de factores de riesgo

Los factores de riesgo asociados a la presencia de mastitis en bovinos se determinaron mediante encuestas epidemiológicas realizadas en cada finca visitada durante el trabajo y se aplicó en variables con diferencias significativas. Los factores analizados fueron: capacitación continua sobre BPO, implementación de una secuencia de ordeño adecuada, número de partos, periodo de lactancia, realización de pruebas CMT y de control de calidad de leche, separación de animales enfermos y medicados, tamaño de explotación y tipo de ordeño (tabla 14).

Para determinar si existe alguna relación significativa entre mastitis y los factores de riesgo determinadas se realizó una prueba de Chi cuadrado con ayuda de tablas dinámicas y al tener porcentajes de prevalencia mayores al 10% se utilizó la medida de Riesgo Relativo (RR) con la finalidad de identificar la magnitud de asociación.

Tabla 14

Factores de riesgo asociados a la positividad de mastitis en fincas de producción lechera en la parroquia de Lloa

Factores epidemiológicos	Categoría	Chi-cuadrado		Riesgo Relativo		Diferencia de RR (%)
		x ²	p	Valor	IC 95%	
Capacitación continua sobre BPO	Si	0.0634	0.8011 ^{ns}	0.9731	0.8458	-1.9358
	No				1.1194	
Implementa una secuencia de ordeño correcta	Si	0.4826	0.4872 ^{ns}	0.9392	0.8120	-4.3084
	No				1.0864	
Número de partos	G1	15.842	0.4529 ^{ns}	-	-	-
	G2				-	
	G3				-	
Periodo de lactancia	P1	10.899	0.0123*	-	-	-
	P2				-	
	P3				-	
	P4				-	
Prueba de CMT	Si	0.0028	0.9581 ^{ns}	1.0355	0.7091	0.8971
	No				1.5124	
Pruebas de control de calidad de la leche	Si	0.0731	0.7869 ^{ns}	1.0313	0.8814	2.0657
	No				1.2067	
Separación de animales enfermos y medicados	Si	3.8133	0.0508 ^{ns}	0.7444	0.5689	-11.166
	No				0.9710	
Tamaño de la explotación	Pequeña	3.6287	0.1629 ^{ns}	-	-	-
	Mediana				-	
	Grande				-	
Tipos de ordeño	Manual	4.2727	0.0387*	1.1479	1.0004	10.3402
	Mecánico				1.3173	

Nota. x²: valor de chi cuadrado; p: probabilidad al 95%; IC 95%: intervalos de confianza al 95%; RR: riesgo relativo; ns: no significativo; *: significativo (p<0,05). Autoría propia.

Mediante el análisis de chi cuadrado (tabla 14) se identificó que la positividad de mastitis está relacionada con el periodo de lactancia (x²=10.89; p=0.0123) y el tipo de ordeño (x²=4.27; p=0.0387). Además, el análisis de riesgo relativo señala que a al realizar un ordeño manual existirá una probabilidad de aumentar la prevalencia de

mastitis en 1.15 (RR); si se lograra mantener capacitaciones continuas sobre las buenas prácticas de ordeño manual el porcentaje de mastitis se reducirá en 10.34% (DRR%).

Finalmente se encontró un factor protector al separar animales enfermos y medicados de los sanos, es decir, si las personas detectan al animal con mastitis y lo separan al momento de ordeño o a estos animales los dejan para el final no existirá riesgo de contaminación.

Fase tres: Elaboración del manual

Los temas establecidos en el manual se centraron en las buenas prácticas de ordeño y se seleccionaron según las deficiencias observadas durante las salidas de campo para guiar a los pequeños productores sobre el manejo y cuidado de los animales al ordeño y mejorar la calidad de la leche y sus derivados. Los temas centrales fueron: Bienestar animal, buenas prácticas de ordeño (antes, durante y después), tipos de ordeño, calidad de leche (requisitos, factores que alteran la leche y medidas de control) y sanidad de los animales en donde se destaca la mastitis, su diagnóstico, prevención, control y pasos a seguir para la realización de pruebas de CMT con su debida interpretación.

Por último, se realizó la charla explicativa del manual en las casas barriales de las tres comunidades de la parroquia de Lloa en donde también se expuso lo realizado durante esta investigación y se procedió a la entrega de los manuales a cada uno de los productores.

Discusión

La calidad de la leche cruda depende netamente de su composición física, química y microbiológica por lo que es necesaria la realización de estrictos controles de calidad en donde los resultados deben estar dentro de los rangos establecidos por el Servicio Ecuatoriano de Normalización (NTE INEN 9:2015). En este contexto y dentro de este trabajo de investigación se observó que tanto las variables: grasa, sólidos no grasos y proteína presentan valores un tanto más altos que los establecido

por la norma, lo cual no representa ningún tipo de inconveniente más bien indica que la calidad de la leche puede ser buena y la variación de valores respecto a su composición química dependerá de la genética, nutrición, tipo de forraje, tipo de suplementos, edad, estado sanitario y etapa de lactancia del animal, así como se señalan en la investigación realizada por Acosta *et al.* (2020) sobre la composición de la leche de acuerdo a la raza y el periodo de lactancia en donde obtuvo valores de grasa y proteína de 4.02% y 3.33% respectivamente para la raza Jersey y para las raza Holstein fueron de 3.33% y 2.92% concluyendo que las vacas de raza Jersey tiene una mejor composición de leche; se debe considerar que la mayoría de animales de los cuales se obtuvieron muestras en las tres comunidades eran de raza, por lo que los resultados obtenidos en este estudio tienen relación.

En la investigación de Calderón *et al.* (2007) donde se evaluó la leche en distintas procesadoras de queso los promedios obtenidos fueron similares entre las cuatro procesadoras evaluadas; las procesadoras presentaron un porcentaje de 3.6% para proteína y 3.70% para grasa, valores parecidos a las medias obtenidas en este estudio (tabla 6). Fernández y Tarazona (2015) en su trabajo de investigación evaluó varios factores sobre la composición de la leche señalando que el mestizaje influye en el contenido de proteína; el periodo de lactancia influye sobre el contenido de grasa y los suplementos alimenticios influyen en el contenido de grasa sin producir variaciones significativas en la proteína.

Los valores de sólidos no grasos en la comunidad A y B fueron mayores (tabla 6), estos al igual que el porcentaje de grasa y proteína pueden variar dependiendo de la forma de alimentación, raza del animal entre otros factores como se señala en el estudio realizado por Acosta *et al.* (2020) en donde vacas de raza Holstein presentaron valores de 8.50% asemejándose a los valores presentados en este estudio. No obstante, para la comunidad C la media obtenida de sólidos no grasos fue menor a lo estipulado por la norma INEN, resultado similar a Buñay (2022) en su estudio de suplementación de distintos niveles de enzimas a vacas en el primer tercio de

lactancia para la posterior evaluación de la calidad de leche en donde obtuvo una media de 8.08 sugiriendo que posiblemente el valor es bajo debido al proceso de transición del periodo de lactancia, ya que en las primeras etapas existe una gran disminución de niveles energéticos. Así mismo, De los Reyes *et al.* (2010) indica que el valor de SNG decrece progresivamente con la edad del animal, así como durante el ciclo de lactación explicando que durante el primer mes y al finalizar el periodo de lactancia los valores aumentan y durante el periodo de mayor producción este valor disminuye.

El punto de crioscopía en las tres comunidades no entra en el rango establecido por la normativa ecuatoriana, la media obtenida en el estudio es de -0.550, sobrepasando el valor mínimo. En un estudio realizado por Chimborazo (2020) señala que aquel valor que está fuera del rango mínimo son el resultado de la adulteración de la leche; por otro lado, en la investigación de Jurado-Gómez *et al.* (2019) indica que los valores que se encuentran por debajo del mínimo están relacionados con la acidificación en procesos de fermentación.

La comparación cuantitativa de la densidad en la comunidad B y C respecto a los valores estandarizados por la normativa NTE INEN 9-2015 muestra que la media obtenida para ambas zonas de 1.027 g/mL es menor (tabla 6). Según la literatura citada, puede indicar que la leche se adulteró con agua. Así también lo señala Chimborazo (2020) en su trabajo de investigación al evaluar la calidad de leche en un centro de acopio de la provincia de Chimborazo obteniendo valores por debajo de la norma. Este criterio también lo explica De los Reyes *et al.* (2010) en su escrito sobre la calidad de leche cruda, recalcando que al añadir agua existe una dilución de la leche y por ende la densidad baja. Así también, en el estudio realizado por Defaz y Pérez (2013) en donde se determina la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda de los centros de acopio se obtuvo un valor de 1.018 señalando que la densidad de la leche está relacionada proporcionalmente con el porcentaje de agua añadida.

El agua añadida es una de las formas más comunes de adulterar la leche cruda y lo realizan para aumentar el volumen. El 52,48 % de muestras analizadas no presentaron ningún porcentaje de adición, pero el porcentaje restante señala que hubo adición de agua de manera intencional o accidental. De los Reyes *et al.* (2010) indica que la adición de agua de manera accidental puede deberse a residuos de agua en baldes u cualquier otro instrumento en donde se almacena la leche, también menciona que cierto porcentaje de agua puede permanecer en el sistema de ordeño o en el tanque de enfriamiento. Defaz y Pérez (2013) al analizar muestras de leche en distintas asociaciones obtuvo un porcentaje de 72% negativas ante la adición de agua, siendo este un valor favorable y significativo.

Otros adulterantes analizados durante el trabajo fueron cloruros, peróxidos y neutralizantes cuyo resultado fue negativo, resultados similares fueron obtenidos por Vera y Zambrano (2022) al analizar muestras de leche en el cantón Sucre, en donde los resultados fueron negativos. De igual manera Salguero *et al.* (2023) obtuvo resultados negativos para los tres parámetros en el análisis realizado en leche cruda en pequeños productores de Cayambe y Pedro Moncayo. A pesar de existir resultados favorables en los tres parámetros existen estudios en donde al menos uno de ellos fue positivo, pero en bajos porcentajes, tal es el caso de Salguero Cisneros (2019) que dio positivo tan solo para neutralizantes (1/132) en un muy bajo porcentaje. Ortíz *et al.* (2017) en su estudio exploratorio sobre la presencia de contaminantes en leche cruda proveniente de la cuenca lechera del Tarqui de la Sierra Sur Ecuatoriana obtuvo como resultados un 17% de leche adulterada con peróxido de hidrógeno y un 60% adulterada con neutralizantes, concluyendo que en esta zona la leche en su mayoría no podría ser consumida.

La positividad de antibióticos en este trabajo fue para el grupo de betalactámicos procedente de una muestra de un centro de acopio lo que equivale al 2.85%. Este valor es bajo en relación a otras investigaciones realizadas; Carrasco (2017) obtuvo un mayor porcentaje de positivos para betalactamas (80%) en

comparación a sulfonamidas (20%) valores promedio para las distintas zonas en donde se realizó el análisis. En el estudio realizado por Paguay y Coronel (2015) en un centro de acopio se encontró el 13.3% de positividad para betalactamas, siendo este valor menor al estudio anterior pero aún sigue superando el valor obtenido en esta investigación. En el estudio de Vera y Zambrano (2022) los resultados fueron positivos para betalactamas, sulfonamidas y tetraciclinas concluyendo que la cantidad de residuos se da por el mal uso de medicamentos, así como no respetar tiempos de retiro.

Se resalta que dentro de las betalactamas encontramos a las penicilinas las cuales representan un riesgo en la salud debido a las reacciones alérgicas y el desarrollo de patógenos con resistencia a dichos antibióticos; en relación a la industria láctea en la fabricación de queso estos inhiben los cultivos iniciadores lácteos los cuales son usados para el desarrollo del ácido láctico provocando pérdidas de producto y leche como lo afirman Vera y Zambrano (2022).

La composición de la leche también se ve afectada cuando el animal está enfermo con mastitis. Valle Sánchez (2021) en su trabajo donde evaluó la calidad de la leche de animales con y sin mastitis afirma que altos niveles de células somáticas en la leche son indicativos de una leche anormal y de baja calidad, así mismo, menciona que en la industria láctea al usar leche de animales enfermos se reduce su estabilidad a la pasteurización lo que disminuye la vida útil del producto final.

El mayor porcentaje de prevalencia de mastitis obtenido durante la investigación fue mayor en pequeñas explotaciones (predios con menos de 20 animales) para la comunidad A y B, sin embargo, para la comunidad C se encontró un porcentaje de prevalencia mayor en medianas explotaciones (predios con menos de 70 animales). Resultados similares se indican en un estudio realizado por Ramírez Sánchez (2016) en la provincia de Trujillo, Perú que considera al tamaño de la explotación como factor de riesgo señalando que las unidades productivas con menos de 50 animales presentan mayor prevalencia a mastitis debido a las condiciones de

manejo. Mera (2013) en su estudio realizado en la parroquia de Machachi presenta resultados parecidos, es decir, haciendas pequeñas y medianas tienen un mayor riesgo de que la enfermedad se presente. Por otro lado, Acuña Molina y Rivadeneira Espinosa (2008) en su investigación en la provincia de Pichincha obtuvo un mayor porcentaje de prevalencia en fincas medianas y grandes (de acuerdo a la clasificación de fincas en la tabla 4 del presente trabajo), resultados que difieren a lo indicado en esta investigación.

Bonifaz y Colango (2016) en su investigación sobre prevalencia e incidencia de mastitis en el cantón Cayambe presentaron un porcentaje mayor de prevalencia de mastitis (60%) de animales con al menos un cuarto infectado en algún grado de mastitis; así también Espinoza Salazar y Mier Jiménez (2013) encontraron el 49.98% de cuartos afectados, en la provincia de Napo, valor que se asemeja a lo obtenido en este trabajo; en contraste a Avellán Vélez *et al.* (2019) que en su trabajo de investigación en la provincia de Manabí reporta un porcentaje de 15.76%, valor que es mucho menor a lo obtenido en esta investigación. A nivel de Latinoamérica, Gómez-Quispe *et al.* (2015) en su investigación realizada en Tamburco, Perú obtuvo una prevalencia de 48.7%. La diferencia de mastitis en algunas provincias del país y en otros puede ser por varios factores propios de cada zona.

Los cuartos más afectados durante la investigación fueron los cuartos traseros tanto derecho como izquierdo seguido del cuarto izquierdo delantero y del cuarto derecho delantero (tabla 10), resultados que son similares a lo descrito por Bonifaz y Colango (2016) pero varían en el porcentaje ya que en su estudio la prevalencia los cuartos posterior presentan un valor menor del 55% y para los cuartos delanteros el porcentaje es menor del 45%; Chasi Rodríguez (2015) al analizar la prevalencia de mastitis en Cayambe señala también que los cuartos posteriores presentan mayor prevalencia de mastitis; de igual manera en la investigación realizada por Alvarado *et al.* (2019), en Perú obtuvo como resultado que cuartos posteriores presentan mayor presencia de la afección. No obstante, Farinango Navas (2015) obtuvo como resultado

que los cuartos delanteros tanto izquierdo como derecho presentaron mayor prevalencia de mastitis con valores de 45.45% y 50%, respectivamente. La incidencia de mastitis en cuartos posteriores puede deberse al mayor contacto de la ubre con las patas traseras, golpes al caminar con los corvejones, mayor riesgo de contaminación debido a la orina y las heces y también la falta de higiene al momento del ordeño como lo afirma Pomaquero Guzñay (2016) en su estudio integral de la mastitis para controlar su incidencia en donde señala que la enfermedad también se presentó en los cuartos traseros.

Durante la investigación el periodo de lactancia se relacionó con la presencia de la enfermedad siendo este uno de los factores de riesgo asociados a mastitis, esta variable presentó una asociación positiva respecto a la enfermedad ($\chi^2=10.89$; $p=0.0123$) y se obtuvo un mayor porcentaje de prevalencia en el periodo 4 (tabla 11), refiriéndonos a animales que se tenían de 10 o más meses en producción, es decir, estos animales debieron haber estado en el periodo seco y de acuerdo a lo establecido por Carrión, 2001 citado por Hernández Reyes y Bedolla Cedeño (2008) el recuento de células somáticas durante el periodo seco aumenta mientras que la producción de leche disminuye lo que provoca que el número de células se concentre y por ende el recuento aumenta. Mora *et al.* (2015) señala también que durante el periodo seco puede existir una mayor susceptibilidad a la mastitis específicamente clínica. Según la tabla 11 el siguiente valor más alto de prevalencia está en el segundo periodo con una producción media, resultados similares obtuvieron Ramírez Vásquez *et al.* (2011) en Colombia donde la prevalencia fue mayor en vacas que tienen un periodo de lactancia de más de 6 meses (45.8%), así también en su estudio se reveló un aumento en el riesgo de desarrollar mastitis a medida que se aumentaban los meses de lactancia. Por otro lado, los resultados hallados por Biffa *et al.* (2005) señalan que los animales tienen una mayor prevalencia de mastitis en un periodo medio de lactancia lo que es similar a este estudio, pero según el análisis estadístico

realizado para determinar factores de riesgo no se encontró diferencias significativas, es decir, no se encontró una asociación significativa entre esta variable y la mastitis.

El número de partos del animal no se presentó como una variable de riesgo, pero aun así se señala en la tabla 12 que la mayor prevalencia se dio en animales de 3 a 4 partos, lo cual tiene relación con lo expuesto por Chasi Rodríguez (2015) en Cayambe, en donde tuvo como resultados que los animales de 3 partos tienen una alta prevalencia (35.30%). A diferencia de esto, Conlago Farinango (2013) y Bonifaz y Colango (2016) señalan que animales con un parto tienen mayor prevalencia a la enfermedad. Entonces, se puede decir que mientras el animal tiene mayor número de partos este tendrá mayor posibilidad de tener mastitis, así lo afirma Mora *et al.* (2015) reportando que las vacas más viejas (con más partos) presentan valores mayores a 200000 células somáticas en la leche debido a que estas vacas han tenido una mayor exposición a infecciones intramamarias, mientras que vacas de primer parto tienden a presentar recuentos bajos de células somáticas.

En relación con los factores de riesgo se identificó como riesgo al tipo de ordeño; en este estudio se señala que el ordeño manual está asociado a la mastitis resumiendo que existe una probabilidad de aumento de 1.15 (RR) al ordeñar manualmente al animal; sin embargo, Conlago Farinango (2013) señala que ambos sistemas de extracción de leche pueden provocar problemas sanitarios en las ubres si no hay un adecuado manejo higiénico dentro del predio. Por lo contrario, Ormaza Montenegro *et al.* (2022) señala que el ordeño mecánico representa mayor riesgo a mastitis ya que este sistema requiere de más atención a lo que respecta la limpieza, mantenimiento y el tiempo de ordeño entre animales. Además, esta información se relaciona con los resultados de Ramírez Vásquez *et al.* (2011) donde se concluyó que entre la mastitis y el ordeño manual hay un efecto protector, resultado totalmente diferente a lo obtenido durante este trabajo.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- En el análisis fisicoquímico de la calidad de leche en la parroquia de Lloa comparados con la Norma INEN (NTE INEN 9:2015) se encontró que los parámetros de grasa, densidad, proteína, AT, lactosa, CE y pH se encuentran dentro de los límites permisibles; en cambio para el parámetro de SNG se obtuvo medias de 8.95%, 8.27% y 8.06% (fracción de masa) para la comunidad A, B y C respectivamente, con estos valores se indica que la comunidad A se encuentra dentro de los límites permisibles, sin embargo, la comunidad B y C están por debajo del límite establecido (8.2%). RINSTITUTOcto al punto de crioscopía se obtuvieron medias de -0.586°C , -0.542°C y -0.531°C para la comunidad A, B y C respectivamente, donde la comunidad A y B se encuentran por debajo de los límites permisibles lo cual estipula que debe existir un PC de -0.536°C hasta -0.512°C ; por último, para el parámetro de AA se obtuvieron medias de 2.16%, 4.81% y 4.82% para las comunidades A, B y C respectivamente, siendo estos valores que se encuentran sobre los límites permisibles, se recalca que no debe existir agua añadida (0%) en la leche cruda. Con respecto al conteo de células somáticas por comunidad se obtuvo una mayor prevalencia de mastitis en la comunidad B con un valor de 57.14% seguida por la comunidad A con 51.28% y la comunidad C con 40.63% y a nivel global la parroquia de Lloa cuenta con el 50.34% de prevalencia a mastitis.
- Mediante las pruebas colorimétricas y de flujo lateral no se encontró presencia de adulterantes en la leche cruda de la parroquia de Lloa. A pesar de ello, al realizar el test de antibióticos se obtuvo positividad para betalactamas con un porcentaje de 2.85% (1/35) correspondiente a la comunidad B y de manera global representa el 0.8%; para tetraciclinas y sulfonamidas no se encontró positividad en ninguna de las tres comunidades.

- Debido a la falta de asesoramiento o conocimiento de los productores sobre la importancia de conocer e implementar las BPO en su producción láctea se elaboró un manual, se socializó y se distribuyó con la finalidad de promover el buen manejo del animal y elevar la calidad de la materia prima láctea de la parroquia de Lloa. Dicho manual se encuentra disponible en el siguiente enlace:

<https://drive.google.com/file/d/1HPZt7gaps1BIUwtyUzSQcnbkonjpLoZ/view?usp=sharing>

Recomendaciones

- Realizar con más frecuencia controles de calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda en queseras, centros de acopio y de que cada productor pueda mantener una industria láctea de calidad.
- Mejorar las infraestructuras y manejo de ordeño que permitan al productor mantener la cadena de inocuidad, trazabilidad implementando registros de sus animales y producción para esto se debería establecer pagos diferenciados que incentiven al productor a mejorar la calidad física, química y microbiológica de la leche.
- Se sugiere a las autoridades del GAD parroquial de Lloa implementar proyectos de capacitación a los pequeños y medianos productores en temas como bienestar y sanidad animal, manejo zootécnico, Buenas Prácticas de Ordeño (BPO), prevención de mastitis, medio ambiente y bioseguridad, seguridad y bienestar personal, tecnificación y métodos alternativos de detección de calidad le leche que permitan al productor conocer, implementar y mejorar la calidad de leche.
- Considerar los factores de riesgo analizados en esta investigación para mejorar la calidad de leche y que estos no representen una amenaza para el consumidor además de tomar en cuenta los factores de protección identificados para evitar la proliferación de mastitis contagiosa en el hato ganadero.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, Y., La O-Michel, A., y La O-Cantalapiedra, L. (2020). La composición de la leche, su variación según raza y la lactancia. *Hombre, Ciencia y Tecnología*, 24, 93–97. <http://portal.amelica.org/ameli/journal/441/4411976012/4411976012.pdf>
- Acuña Molina, V., y Rivadeneira Espinosa, A. (2008). *Aislamiento, identificación y antibiograma de patógenos presentes en leche con mastitis en ganaderías bovinas de la provincia de Pichincha* [Proyecto de Grado, Escuela Politécnica del Ejercito]. <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/2553/T-ESPE-IASA%20I-003435.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro. (2013). *Manual de procedimientos para la vigilancia y control de la inocuidad de la leche cruda*. <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/leche1.pdf>
- Agudelo, D., y Bedoya, O. (2005). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *Revista Lasallista de Investigación*, 2(1), 38–42. <https://www.redalyc.org/pdf/695/69520107.pdf>
- Alvarado C., W., González M., J., Quilcate P., C., Saucedo U., J., y Bardales D., J. (2019). Factores de prevalencia de mastitis subclínica en vacas lecheras del distrito de Florida, Región Amazonas, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(2), 923–931. <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i2.16088>
- Álvarez Cáceres, R. (2007). Estadística descriptiva en Díaz de Santos (Ed.), *Estadística aplicada a las ciencias de la salud* (Vol. 1, pp. 57-58). <https://books.google.com.ec/books?id=V2ZosgPYI0kC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Asamblea Nacional de la República del Ecuador. (junio 2, 2022). Artículo 24. Ley Orgánica para Fomentar la Producción, Comercialización, Industrialización, Consumo y Fijación de Precio de la Leche y sus Derivados. R.O. No. 128, Segundo Suplemento. http://esacc.corteconstitucional.gob.ec/storage/api/v1/10_DWL_FL/eyJjYXJwZXR

hljoicm8iLCJ1dWlkljoiNTJIOGJkYmYtM2FmZS00NmM1LWE3MjYtZGYwNWVjND
hmN2Q0LnBkZiJ9

- Avellán Vélez, R. H., Zambrano Aguayo, M. D., De La Cruz Veliz, L. M., Cedeño Palacios, C. A., Delgado Demera, M. H., Rezabala Zambrano, P. F., y Macías Moreira, Y. A. (2019). Prevalencia de mastitis subclínica en el ganado bovino, mediante la prueba California Mastitis Test, en el cantón Rocafuerte de la provincia Manabí, Ecuador. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 8(1), 62–70. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7177567>
- Benites, R. (2018). *Temperatura, humedad ambiental y algunas características ganaderas en la producción, pH y densidad de la leche del vacuno holstein (Bos taurus) en Tamburco, Apurímac* [Tesis, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac]. https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/701/T_0420.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Biffa, D., Debela, E., y Beyene, F. (2005). Prevalence and risk factors of mastitis in lactating dairy cows in Southern Ethiopia. *International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine*, 3(3), 189–198. <http://jarvm.com/articles/Vol3Iss3/BIFFA.pdf>
- Bonifaz García, N., y Requelme, N. de J. (2011). Buenas prácticas de ordeño y la calidad higiénica de la leche en el Ecuador. *La Granja*, 14(2), 45. <https://doi.org/10.17163/lgr.n14.2011.04>
- Bonifaz, N., y Colango, F. (2016). Prevalencia e incidencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico en Paquiestancia, Ecuador. *La Granja*, 24(2), 43–52. <https://doi.org/https://doi.org/10.17163/lgr.n24.2016.04>
- Buñay, E. (2022). *Efectos de diferentes niveles de enzimas en la producción de vacas Holstein mestizas en el primer tercio de lactancia* [Trabajo Experimental, Escuela

- Superior Politécnica de Chimborazo].
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17842/1/17T01793.pdf>
- Calderón, A., Rodríguez, V. C., y Martínez, N. (2013). Determinación de adulterantes en leches crudas acopiadas en procesadoras de quesos en Montería (Córdoba). *Orinoquia*, 17(2), 202–206. <https://doi.org/10.22579/20112629.9>
- Calderón R, A., Rodríguez R, V., y Vélez R, S. (2007). Evaluación de la calidad de leches en cuatro procesadoras de quesos en el Municipio de Montería, Colombia. *Revista MVZ Córdoba*, 12(1), 912–920.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682007000100006&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Campaña, J., y Aguilar, P. (2021). *Estudio de mercado N° SCPM-IGT-INAC-002-2019*. https://www.scpm.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2021/04/estudio_de_mercado_sector_lacteo_SCPM-IGT-INAC-002-2019.pdf
- Carrasco, F. (2017). *Gestión del riesgo por presencia de residuos de antibióticos en leche cruda* [Trabajo de Graduación, Universidad del Azuay].
<https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/7845/1/13639.pdf>
- Cerda, J., Vera, C., y Rada, G. (2013). Odds ratio: aspectos teóricos y prácticos. *Revista médica de Chile*, 141(10), 1329–1335. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872013001000014>
- Chasi Rodríguez, E. S. (2015). *Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad de Muyurco, Cayambe – Ecuador* [Tesis, Universidad Politécnica Salesiana].
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/9839/1/UPS-YT00309.pdf>
- Chiguano, M., Chiguano, S., y Chicaiza, S. (2020). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Rural de Lloa 2020 - 2023*. <http://gadlloa.gob.ec/PDOT-GAD-LLOA-2020-2023.pdf>

- Chimborazo, D. (2020). *Control de calidad de un centro de acopio de leche cruda CA1. en la Provincia de Chimborazo* [Proyecto de Investigación, Escuela Politécnica Superior de Chimborazo].
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/14244/1/56T00927.pdf>
- Conlago Farinango, L. F. (2013). *Prevalencia e incidencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en la comunidad Paquiestancia, Cayambe – Ecuador* [Tesis, Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6045/1/UPS-YT00277.pdf>
- Contero, R., Requelme, N., Cachipuendo, C., y Acurio, D. (2021). Calidad de la leche cruda y sistema de pago por calidad en el Ecuador. *La Granja*, 33(1), 31–43.
<https://doi.org/10.17163/lgr.n33.2021.03>
- Corbellini, C. (2002). *La mastitis bovina y su impacto sobre la calidad de la leche*.
<https://www.agro.uba.ar/sites/default/files/agronomia/la-mastitis-bovina-y-su-impacto-sobre-calidad-de-leche.pdf>
- Dagnino, J. (2014). Riesgo Relativo y Razón de Ventajas. Bioestadística y Epidemiología. *Revista Chilena de Anestesia.*, 43(4), 317–321.
<https://revistachilenadeanestesia.cl/riesgo-relativo-y-razon-de-ventajas/>
- De la Cruz, E. G. (2013). *Correlación de los métodos California Mastitis Test (CMT), Conductividad Eléctrica (CE) y Conteo de Células Somáticas (CCS) en el laboratorio de calidad de leche de la UPS*. [Tesis, Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/10852>
- De los Reyes, G., Molina, B., y Coca, R. (2010). *Calidad de la leche cruda*.
https://www.uv.mx/apps/agronomia/foro_lechero/Bienvenida_files/CALIDADDELA-LECHECRUDA.pdf
- Defaz, E., y Pérez, O. (2013). *Determinación de la calidad físico-química y microbiológica de la leche cruda de los centros de acopio de las 10 asociaciones*

- del CONLAC-T [Trabajo de Grado, Universidad Central del Ecuador].
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/4251/1/T-UCE-0014-60.pdf>
- Elizalde, E. F., Signorini, M. L., Canavesio, V. R., Cuatrin, A., Tarabla, H. D., y Calvinho, L. F. (2009). Medición de la Conductividad Eléctrica en Leche como Método Diagnóstico de Mastitis Subclínica Bovina. *FAVE Sección Ciencias Veterinarias*, 8(1), 15–28. <https://doi.org/10.14409/favecv.v8i1.1476>
- Espinoza Salazar, M. G., y Mier Jiménez, J. patricia. (2013). *Determinación de la prevalencia de mastitis mediante la prueba california mastitis test e identificación y antibiograma del agente causal en ganaderías lecheras del cantón el Chaco, provincia del Napo* [Trabajo de Grado, Universidad Central del Ecuador].
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1281/1/T-UCE-0014-33.pdf>
- Farinango Navas, A. H. (2015). *Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad de Puliza, Cayambe – Ecuador* [Tesis, Universidad Politécnica Salesiana].
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/9826/1/UPS-YT00250.pdf>
- Federación Ganadera de Colombia. (2023). *¿Qué factores inciden en el total de sólidos totales en la leche?* <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/que-factores-inciden-en-el-total-de-solidos-totales-en-la-leche>
- Feijóo, J. (2012). *Estudio de la calidad de leche fresca que se comercializa en la ciudad de Piñas* [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Loja].
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5411/1/TESIS%20UNIDA%2017%20JULIO%20ESTUDIO%20DE%20LA%20CALIDAD%20DE%20LECHE%20FRESCA%20QUE.pdf>
- Fernández, J., y Tarazona, G. (2015). Factores que Influyen en la composición de la leche en el sector el Retorno, Parroquia Sabanilla, Cantón Zamora, Provincia de Zamora Chinchipe – Ecuador. *Reviste Politécnica*, 36(2), 34.

https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/644

Fernández, O., Trujillo, J., Peña, J., Cerquera, J., y Granja, J. (2012). *Mastitis bovina: Generalidades y métodos de diagnóstico*. https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/infecciosas/bovinos_leche/78-mastitis.pdf

Food and Agriculture Organization. (2010). *Manejo sanitario eficiente del ganado bovino: principales enfermedades*. <https://www.fao.org/3/as497s/as497s.pdf>

Food and Agriculture Organization. (2011). *Buenas Prácticas de Ordeño*. <https://www.fao.org/3/bo952s/bo952s.pdf>

Food and Agriculture Organization. (2020). *Portal lácteo*. <https://www.fao.org/dairy-production-products/es/>

Fuentes, R. (2021). *Calidad de la leche de ganado bovino del distrito de Oyón* [Tesis, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/5537/RAFAEL%20CARLOS%20FUENTES%20RIVERA%20UGARTE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

García, Á. (2016). *Mastitis contagiosa vs. ambiental*. https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/infecciosas/bovinos_leche/121-Mastitis_Contagiosa.pdf

Gasque, R. (2008). Enfermedades de los bovinos en E. Basurto & G. Valdivieso, (Eds.), *Enciclopedia bovina* (Vol. 1, pp. 176–181). https://www.academia.edu/8275187/Enciclopedia_Bovina_UNAM

Gómez-Quispe, O. E., Santivañez-Ballón, C. S., Arauco Villar, F., Espezua Flores, O. H., y Manrique Meza, J. (2015). Criterios de Interpretación para California Mastitis Test en el Diagnóstico de Mastitis Subclínica en Bovinos. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 26(1), 86-95. <https://doi.org/10.15381/rivep.v26i1.10912>

- Guerrero, J., y Rodríguez, P. (2010). *Características físico – química de la leche y sus variaciones. Estudio de caso, Empresa de lácteos El Colonial, León, Nicaragua*. [Trabajo de Graduación, Universidad Nacional Agraria].
<https://repositorio.una.edu.ni/1399/1/tnq04g934.pdf>
- Hans, A. (2001). Mastitis: prevención y control. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 12(2), 55–64.
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172001000200010#:~:text=La%20mastitis%20es%20una%20enfermedad,tejido%20glandular%20y%20la%20leche.
- Hernández Reyes, J. M., y Bedolla Cedeño, J. L. C. (2008). Importancia del conteo de células somáticas en la calidad de la leche. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 9(9), 1–34. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63617329004.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2015). *Leche cruda. Requisitos*.
https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_009_6r.pdf
- Jiménez, W. (2005). *Evaluación de la calidad física-química y microbiológica de la leche bovina de tres principales pequeños productores de Santa Ana Mixtan del Parcelamiento Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala* [Tesis, Universidad de San Carlos de Guatemala]. http://www.biblioteca.usac.edu.gt/tesis/10/10_0965.pdf
- Juárez, J. M., Rodríguez, J., Martínez, C., Hernández, B., Paz, E., Gómez, C., Díaz, P., y Herman, E. (2015). Evaluación y clasificación de calidad de leches comerciales consumidas en Tuxtepec, Oaxaca, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 2(6), 327–337.
<https://www.redalyc.org/pdf/3586/358640694008.pdf>
- Jurado-Gámez, H., Muñoz-Domínguez, L., Quitiaquez-Montenegro, D., Fajardo-Argoti, C., y Insuasty-Santacruz, E. (2019). Evaluación de la calidad composicional, microbiológica y sanitaria de la leche cruda en el segundo tercio de lactancia en vacas lecheras. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 66(1), 53–66. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v66n1.79402>

- Lasso, R. (2015). Historia de la leche en el mundo en Efecto Studio (Ed.), *La leche del Ecuador* (Vol. 1, pp. 13–28).
http://sitp.pichincha.gob.ec/repositorio/disenio_paginas/archivos/La%20Leche%20del%20Ecuador.pdf
- López, Á., Barriga, D., Jara, J., y Ruz, J. (2015). *Determinaciones analíticas en leche*.
<https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/servifapa/registro-servifapa/f4c126b0-f732-480d-930e-2bb9b406f553/download>
- Mansilla M., A., Pedraza G., C., Fajardo R., P., y Agüero E., H. (2001). Métodos de estimación del nivel de mastitis en vacas lecheras a partir de la determinación del test de california para mastitis (CMT) de sus cuartos individuales. *Agricultura Técnica*, 61(2), 162–170. <https://doi.org/10.4067/S0365-28072001000200006>
- Mera, P. (2013). *Evaluación de la calidad de la leche mediante citometría de flujo, proveniente de bovinos de la parroquia Machachi, provincia de Pichincha*. [Proyecto de Grado, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE].
<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/7465/T-ESPE-047485.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Meizheng. (2017). *Beta-lactams, Tetracyclines and Sulfamides Combo rapid test strip (milk)*. <https://mzfoodtest.com/product/beta-lactams-tetracyclines-and-sulfonamides-milk-comb-rapid-test-kit/>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2020). *Resumen Ejecutivo de los Diagnósticos Territoriales del Sector Agrario*. https://www.agricultura.gob.ec/wp-content/uploads/2020/08/Resumen-Ejecutivo-Diagn%C3%B3sticos-Territoriales-del-Sector-Agrario_14-08-2020-1_compressed.pdf
- Mora, M. G., Vargas, B., Romero, J. J., y Camacho, J. (2015). Factores de riesgo para la incidencia de mastitis clínica en ganado lechero de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 39(2), 77–90.
https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0377-94242015000200077

- Morales, C. (2015). *Plan De Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Rural de Lloa 2015-2019*. <http://www.gadlloa.gob.ec/PDOT-LLOA-2015-20019.pdf>
- Nájera García, A. I., y González Olivares, L. G. (2015). Sales presentes en la leche. *PÄDI Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 3(5).
<https://doi.org/10.29057/icbi.v3i5.556>
- Negri, L. (2005). *El pH y la acidez de la leche*. <https://www.aprocal.com.ar/wp-content/uploads/pH-y-acidez-en-leche2.pdf>
- Núñez, A. (2020). *Parámetros a considerar en la calidad de la leche*.
<https://bmeditores.mx/ganaderia/parametros-a-considerar-en-la-calidad-de-la-leche/>
- Ormaza Montenegro, D. J., Rueda Abad, R. J., Huera Ordoñez, D. S., e Ibarra Rosero, E. M. (2022). Mastitis bovina en el cantón Montufar – Carchi. Prevalencia, agente causal y factores de riesgo. *AXIOMA*, 1(26), 5–10.
<https://doi.org/10.26621/ra.v1i26.735>
- Ortíz, M., Rosales, C., Aguilar, Y., Murillo, Y., Serpa, G., Paguay, T., y Coronel, Á. (2017). Estudio exploratorio sobre la presencia de contaminantes en leche cruda proveniente de la cuenca lechera del Tarqui de la Sierra Sur Ecuatoriana. *MASKANA*, 8(1), 121–127. <https://doi.org/10.18537/mskn.08.01.11>
- Paguay, T., y Coronel, Á. (2015). *Determinación de la incidencia de adulterantes e inhibidores de leche cruda almacenada en diez centros de acopio de la provincia del Azuay* [Tesis, Universidad de Cuenca].
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23504/1/tesis.pdf>
- Paucar, V., Ron-Román, J., Benítez-Ortiz, W., Celi, M., Berkvens, D., Saegerman, C., y Ron-Garrido, L. (2021). Bayesian Estimation of the Prevalence and Test Characteristics (Sensitivity and Specificity) of Two Serological Tests (RB and SAT-EDTA) for the Diagnosis of Bovine Brucellosis in Small and Medium Cattle Holders in Ecuador. *Microorganisms*, 9(9), 1815.
<https://doi.org/10.3390/microorganisms9091815>

- Pérez, M. (2011). La producción de leche. El Libro Blanco de la leche y sus productos lacteos (pp. 15-18). CANILEC.
https://www.uv.mx/personal/pcervantes/files/2012/05/libro_blanco_de_la_leche.pdf
- Pilla, R., Schwarz, D., König, S., y Piccinini, R. (2012). Microscopic differential cell counting to identify inflammatory reactions in dairy cow quarter milk samples. *Journal of Dairy Science*, 95(8), 4410–4420. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5331>
- Pomaquero Guzñay, M. (2016). *Estudio integral de la mastitis bovina para controlar su incidencia en la comunidad San Pedro de Iguazo* [Trabajo de Titulación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7075/1/17T1450.pdf>
- Ramírez Sánchez, J. M. (2016). Prevalencia y factores predisponentes a mastitis subclínica en establos lecheros de la provincia de Trujillo. *CEDAMAZ*, 5(1), 12–22. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/41/39>
- Ramírez Vásquez, N., Arroyave Henao, O., Cerón-Muñoz, M., Jaramillo, M., Cerón, J., y Palacio, L. G. (2011). Factores asociados a mastitis en vacas de la microcuenca lechera del altiplano norte de Antioquia, Colombia. *Revista de Medicina Veterinaria*, 1(22), 31-42. <https://doi.org/10.19052/mv.562>
- Salguero, A., De la Torre, D., y 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), 1-10.
<https://doi.org/10.15381/rivep.v34i1.24611>
- Salguero Cisneros, J. A. (2019). *Calidad de leche cruda de pequeños productores del Cantón Cayambe, por análisis físico químicos y ensayos cualitativos* [Trabajo de Titulación, Universidad Central del Ecuador].
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/20256>

- Sánchez, M. del P., Gutiérrez, N. P., y Posada, I. J. (2018). Prevalencia de mastitis bovina en el Cañón de Anaime, región lechera de Colombia, incluyendo etiología y resistencia antimicrobiana. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 29(1), 226–239. <https://doi.org/10.15381/rivep.v29i1.14084>
- Smith, K. (1996). Standards for somatic cells in milk: physiological and regulatory. *Newsletter-International Dairy Federation*, 21, 7–9. http://www.aprocal.com.ar/wp-content/uploads/estandares_para_celulas_somaticas.htm.pdf
- Valle Sánchez, K. E. (2021). *Mastitis y calidad de leche en bovinos lecheros* [Proyecto de Investigación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/16278/1/17T01693.pdf>
- Vásquez, K. (2018). *Caracterización fisicoquímica y organoléptica de leche entera ultra pasteurizada (UHT) procesadas en las empresas lácteas establecidas en Nicaragua* [Monografía, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua]. <https://repositorio.unan.edu.ni/10759/1/99979.pdf>
- Vera, B., y Zambrano, G. (2022). *Evaluación de la calidad e inocuidad de la leche en el centro de acopio lácteos San Isidro del Cantón Sucre* [Trabajo de Integración Curricular, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. https://repositorio.esPAM.edu.ec/bitstream/42000/1886/1/TIC_MV12D.pdf
- Zamorán, D. (2014). *Manual de procesamiento lácteo*. https://www.jica.go.jp/nicaragua/espanol/office/others/c8h0vm000001q4bc-att/14_agriculture01.pdf