



Determinación de la prevalencia y factores de riesgo de mastitis, calidad de leche y presencia de adulterantes en explotaciones ganaderas (grandes, medianas y pequeñas) de la provincia de Orellana

Cajas León, Diana Milena

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria

Dr. Ron Román, Jorge Washington Mgtr.

24 de febrero del 2023



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Certificación:

Certifico que el trabajo de integración curricular: **Determinación de la prevalencia y factores de riesgo de mastitis, calidad de leche y presencia de adulterantes en explotaciones ganaderas (grandes, medianas y pequeñas) de la provincia de Orellana**, fue realizado por la señorita: **Cajas León, Diana Milena**; 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, 24 de febrero del 2023



Dr. Ron Román, Jorge Washington Mgtr.

C. C.:1709505125

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

Informe de originalidad

NOMBRE DEL CURSO

Documentos tesis 202250 y 202251

NOMBRE DEL ALUMNO

DIANA CAJAS LEON

NOMBRE DEL ARCHIVO

DIANA CAJAS LEON - Documento sin título

SE HA CREADO EL INFORME

24 feb 2023

Resumen

Fragmentos marcados	8	2 %
Fragmentos citados o entrecomillados	21	4 %
Coincidencias de la Web		
passidireto.com	4	0,8 %
csaconsultores.com	3	0,7 %
docplayer.es	3	0,6 %
bmeditores.mx	1	0,6 %
microlabindustrial.com	3	0,6 %
udea.edu.co	2	0,5 %
redalyc.org	1	0,3 %
veterinariadigital.com	2	0,3 %
goraymi.com	1	0,3 %
restauracioncolectiva.com	1	0,2 %
ecuadorencifras.gob.ec	2	0,2 %
umss.edu.bo	1	0,2 %
1library.co	1	0,2 %
wikipedia.org	1	0,2 %
apocal.com.ar	1	0,1 %
doccity.com	1	0,1 %



Dr. Ron Román, Jorge Washington, Mgtr.

C. C. 1709505125



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Responsabilidad de Autoría:

Yo, **Cajas León, Diana Milena**, con cédula de ciudadanía No. 1726228917, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **Determinación de la prevalencia y factores de riesgo de mastitis, calidad de leche y presencia de adulterantes en explotaciones ganaderas (grandes, medianas y pequeñas) de la provincia de Orellana**, es de mi 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, 24 de febrero del 2023


Cajas León, Diana Milena.

C. C.:1726228917



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Autorización de Publicación:

Yo, **Cajas León, Diana Milena**, con cédula de ciudadanía No. 1726228917 autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **Determinación de la prevalencia y factores de riesgo de mastitis, calidad de leche y presencia de adulterantes en explotaciones ganaderas (grandes, medianas y pequeñas) de la provincia de Orellana** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios es de mi responsabilidad.

Sangolquí, 24 de febrero del 2023

Cajas León, Diana Milena.

C. C.:1726228917

Dedicatoria

Este gran logro académico va dedicado a mi familia quienes cada uno de ellos me apoyaron durante estos cuatro años de arduo esfuerzo, con énfasis a mis padres (Oscar y Germania) y mis abuelitos (Cesar y Rogelia) ya que nunca me dejaron sola y siguieron confiando en mí y lo que mi corazón quería ser hasta terminar mis estudios, por último a todas mis tías, primas y primo que me dan siempre palabras de aliento para seguir adelante.

También, este logro va dirigido a todos los profesores que gentilmente me brindaron espacios de aprendizajes extra, en los cuales pude superarme y crecer profesionalmente.

Y, por último, gracias a todos mis amigos que me han acompañado desde el primer semestre y también a los cuales conocí durante este hermoso camino con la satisfacción de tenerlos presentes hasta el final de esta meta, sé que sin ellos no lo habría logrado.

Agradecimientos

En primer lugar agradezco a Dios por poner en mi camino esta hermosa Carrera que me dio tantas alegrías. Además de agradecer a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, que por medio de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA 1, me han dado la base para ser una gran ingeniera agropecuaria, y un campus que ha permitido que gane experiencia mediante el dicho “Aprender Haciendo” junto con el profesionalismo de distintos profesores que han formado parte de este camino, a quienes agradezco por su tiempo y dedicación al momento de enseñar. También agradezco a la Academia de Investigación y Enseñanza Superior ARES de Bélgica por el apoyo brindado para esta investigación. Mi más sincero agradecimiento a mi tutor, Dr. Jorge Ron Román, quien ha confiado en mí para formar parte del proyecto Bru-Tryp y para compartir sus conocimientos y vivencias que han permitido enriquecer mi experiencia profesional.

Un agradecimiento a todos mis amigos Paula R, Juan H., Edgar A, Karen L, Juanita S, Mario Q, Stefy C, quienes estuvieron conmigo bríndame apoyo desde el primer día y me regalaron los mejores momentos.

Además, el agradecimiento más especial a todos los del equipo del Proyecto Bru-tryp, en especial a Gaby M, Mishu A, Bryan C y Brat A; que pesar de ser las personas que conocí al final del camino, me brindaron miles de alegrías y un apoyo incondicional en los momentos más difíciles. Y por último pero no menos importante a mis dos compañeros de tesis Marlon M y Mishel A, ya que fueron las mejores personas para formar este equipo.

Índice de Contenidos

Carátula.....	1
Certificación	2
Resultados 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
Justificación	16
Objetivos.....	17
Objetivo general	17
Objetivos específicos	18
Hipótesis	18
Prevalencia	18
Parámetros de calidad	18
Factores de riesgo.....	19
CAPÍTULO II.....	20

REVISIÓN DE LITERATURA	20
La producción lechera en Ecuador	20
Distribución del ganado bovino en Ecuador	21
Producción de leche a nivel nacional y regional.....	22
Limitaciones y problemática del sector lechero.....	23
Industrias lecheras en Ecuador.....	23
Información general.....	23
Producción de leche en el Amazonia.....	24
Producción en la provincia de Orellana	25
La leche: parámetros de calidad y normativa	26
Generalidades sobre la fisiología de la lactancia	27
Parámetros de calidad física y nutricional	28
Adulterantes	28
Conservantes	28
Neutralizantes.....	29
Antibióticos	29
Normativas Internacionales.....	30
Normativa Ecuatoriana.....	31
Mastitis como principal problema del sector lechero.....	32
Agentes Causales	32
Mastitis Clínica y Subclínica.....	34
Sintomatología.....	34
Pruebas Diagnosticas	35
Mastitis Subclínica.....	35
Mastitis Clínica	36

Prevalencia en Ecuador	36
CAPÍTULO III.....	38
METODOLOGÍA.....	38
Ubicación geográfica y ecológica.....	38
Trabajo de campo.....	38
Determinación del tamaño de muestra	39
Determinación de tamaño de muestras por vaca y fincas	39
Determinación de tamaño de la muestra en industrias lácteas.	40
Caracterización de los predios.....	41
Toma de muestras de leche.....	41
Proceso para la toma de muestras de leche	42
Aplicación de la encuesta epidemiológica	43
Georreferenciación de los predios.	44
Determinación de células somáticas.	44
Determinación de calidad de leche	45
Determinación de adulterantes	46
Determinación de Cloruros	46
Determinación de Neutralizantes.....	46
Peróxidos.....	46
Determinación de Antibióticos.....	47
Análisis estadístico	47
Datos de prevalencia.....	47
Factores de riesgo.....	48
CAPÍTULO IV	50
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50

Descripción de la muestra.....	50
Descripción de las muestras por vacas en fincas	50
Descripción de la muestra por bidones	51
Prevalencia de mastitis	53
Prevalencia de mastitis por vaca y por finca muestreada	53
Prevalencia de mastitis por bidón	54
Calidad de leche.....	55
Calidad de leche a nivel de fincas	55
Calidad de leche en muestras de bidones.....	58
Presencia de adulterantes y antibióticos.	60
Presencia de adulterantes y antibióticos en muestras de vacas por finca	60
Presencia de adulterantes y antibióticos en muestras de bidones	61
Factores de riesgo para la presencia de mastitis en fincas	62
Georreferenciación	64
Capacitación a productores	69
CAPÍTULO V	70
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
Conclusiones	70
Recomendaciones.....	70
Bibliografía	72

Índice de tablas

Tabla 1	Producción diaria de leche por provincia en el Ecuador continental.....	21
Tabla 2	Miles de cabezas de ganado de acuerdo con las provincias más importantes	22
Tabla 3	Miles de cabezas de ganado por raza	22
Tabla 4	Ganado vacuno, vacas ordeñadas y producción de leche por región	22
Tabla 5	Producción de leche (L/día) de las empresas más grandes del país	24
Tabla 6	Requisitos fisicoquímicos para leche cruda según normas INEN (2015)	31
Tabla 7	Agentes causales más importantes y su forma de acción	33
Tabla 8	Prevalencia de mastitis en Ecuador en diferentes provincias	36
Tabla 9	Caracterización de fincas	41
Tabla 10	Tabla de evaluación para factores de riesgo	48
Tabla 11	Número de muestras por vacas en los dos cantones de estudio	50
Tabla 12	Número de animales totales, fincas y animales positivos	51
Tabla 13	Número y porcentaje de industrias lácteas muestreadas por cantón	52
Tabla 14	Número y porcentaje de muestras por quesera muestreada	52
Tabla 15	Prevalencia en vacas por cantones	53
Tabla 16	Prevalencia de mastitis por ruta e industria láctea muestreada	55
Tabla 17	Número de muestras óptimas de vacas en comparación a la norma INEN	56
Tabla 18	Valores de las medias de muestras de leche tomadas a vacas.....	57
Tabla 19	Número de muestras optimas de bidones en comparación la norma INEN	58
Tabla 20	Valores de las medias de las muestras de leche tomadas a bidones.....	59
Tabla 21	Muestras positivas a conservantes, neutralizantes o antibiótico.....	61
Tabla 22	Muestras positivas a conservantes, neutralizantes o antibiótico.....	62
Tabla 23	Factores de riesgo asociados a la presencia de mastitis en fincas.....	63

Índice de figuras

Figura 1	Toma de muestras de leche en vaca.....	42
Figura 2	Toma de muestra de leche de bidón	43
Figura 3	Equipo Ecomilk Scan para Conteo de Células Somáticas.....	45
Figura 4	Gráfica comparativa de los valores de las medias entre los dos cantones	57
Figura 5	Gráfica comparativa de los valores de las medias entre las dos queseras	60
Figura 6	Georreferenciación de la ruta 1 de la quesera “QEG”	65
Figura 7	Georreferenciación de la ruta 2 de la quesera “QEG”	66
Figura 8	Georreferenciación de la ruta 1 de la quesera “QD”	67
Figura 9	Georreferenciación de la ruta 2 de la quesera “QD”	68
Figura 10	Capacitación a productores de Orellana	69

Resumen

Con la finalidad de determinar la prevalencia de mastitis bovina (por animales y fincas), los factores de riesgo asociados a esta; así como la calidad de la leche; un estudio transversal fue realizado en los meses de septiembre 2022 y enero 2023, en los cantones Francisco de Orellana y Joya de los Sachas de la provincia de Orellana. Mediante la utilización de equipo Ecomilk Scan, se determinó el número de células somáticas como indicador de mastitis subclínica, en tanto que la calidad de leche fue valorada mediante el análisis de 11 parámetros a través del equipo Ecomilk Bond. La presencia de adulterantes (peróxidos, cloruros, neutralizantes) y antibióticos (β -lactámicos, tetraciclinas, y sulfonamidas) fueron analizados mediante los kits de Quantofix y Green Spring respectivamente. Una encuesta epidemiológica fue aplicada, con la finalidad de identificar posibles factores de riesgo a través del Riesgo Relativo (RR).

De las muestras recolectadas (n=84 - bovinos) recolectadas de fincas (n=24) del cantón Francisco de Orellana, el 33.33% (28/84) arrojaron resultados positivos a mastitis subclínica. En el cantón La Joya de los Sachas de las muestras (n=13 - bovinos) recolectadas de fincas (n=2) el 69.23% tuvieron resultados positivo; en tanto que las muestra (n=77 – bidones) recolectadas en queseras (n= 2), el 38.96% (30/77) fueron positivas. El estudio no evidenció la presencia de adulterantes; por el contrario se evidenció la presencia de β -lactámicos en el 16.67% (14/84 bovinos) en Francisco de Orellana; y el 23.08% (3/13 bovinos) y 6,49% (5/77 bidones) en La Joya de los Sachas. Los factores de riesgo identificados en el estudio fueron: capacitación (RR= 2.708), disponibilidad de agua potables (RR= 2.881).

Dada la elevada prevalencia de mastitis subclínica, presencia de antibióticos y actores de riesgo identificados, una campaña de capacitación sobre la enfermedad y las buenas prácticas de ordeño es necesario implementar en la zona.

Palabras clave: prevalencia, mastitis, calidad de leche, factores de riesgo

Abstract

In order to determine the prevalence of bovine mastitis (by animals and farms), the risk factors associated with it; as well as the quality of the milk; A cross-sectional study was carried out in the months of September 2022 and January 2023, in the Francisco de Orellana and Joya de los Sachas cantons of the Orellana province.

Using the Ecomilk Scan equipment, the number of somatic cells was determined as an indicator of subclinical mastitis, while milk quality was assessed by analyzing 11 parameters (fat, non-fat solids, density, added water, protein, cryoscopic point, temperature, titratable acidity, lactose, conductivity, pH) through the Ecomilk Bond equipment. The presence of adulterants (peroxides, chlorides, neutralizers) and antibiotics (β -lactams, tetracyclines, and sulfonamides) were analyzed using the Quantofix and Green Spring kits, respectively. An epidemiological survey was applied, with the purpose of identifying possible risk factors through the Relative Risk (RR).

Of the collected samples (n=84 - bovines) collected from farms (n=24) of the Francisco de Orellana canton, 33.33% (28/84) yielded positive results for subclinical mastitis. In the La Joya de los Sachas canton of the samples (n=13 - bovines) collected from farms (n=2), 69.23% had positive results; while of the samples (n=77 - drums) collected in cheese shops (n= 2), 38.96% (30/77) were positive. The study did not show the presence of adulterants; on the contrary, the presence of β -lactams was evidenced in 16.67% (14/84 cattle) in Francisco de Orellana; and 23.08% (3/13 cattle) and 6.49% (5/77 drums) in La Joya de los Sachas.

The risk factors identified in the studies were: training (RR= 2,708), availability of drinking water (RR= 2,881).

Given the high prevalence of subclinical mastitis, the presence of antibiotics and identified risk actors, a training campaign on the disease and good milking practices is necessary to implement in the area.

Keywords: prevalence, mastitis, milk quality, risk factors

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Justificación

En nuestro país, una de las actividades de mayor importancia para la economía nacional es la ganadería, ya que junto con la agricultura, silvicultura y pesca aportan con el 8,2% del PIB, además que estos sectores juntos ocupan el primer lugar en la generación de empleos con un 29,5% del total, Maldonado (2021). Dentro del subsector ganadero, el ganado vacuno predomina con un total de 4,34 millones de cabezas para el 2020, distribuyéndose en la región Sierra con el 41,24 % del total, seguido de la Costa con 41,24% y por último la Amazonia con 9,65%. Del total de bovinos existentes en este año, el 69,73% son hembras y de ellas el 57,61% son vacas en producción Ecuador en cifras (2021).

La producción de leche, en los últimos años ha presentado una relación social y económica para el Ecuador, por la importancia que esta conlleva además que, la producción de está distribuida en las tres provincias del país continental; en donde la región andina representa el 76,46 % de toda la producción, posteriormente seguido de la Costa con un porcentaje de 19,24 y por último la región Oriental o Amazonia con 3,08% Ecuador en cifras (2021).

Como se evidencia anteriormente la producción de leche cruda en la región Amazónica no es significativa con respecto a las otras provincias a pesar de que esta ocupa el 34% del territorio ecuatoriano, esto se debe a varias razones como el ambiente, la temperatura y la altitud, ya que estas tienen valores de 24.25°C y desde 100-800 msnm respectivamente, dependiendo de la provincia; por otro lado tenemos las razas presentes en sitio ya que la mayoría son de la especie *Bos Indicus* los cuales son utilizados en su gran mayoría a la producción de carne; y por último a que según datos de uso de suelo la mayoría parte de la región cuenta con cultivos transitorios y barbecho lo que significa que no está especializado en

la producción de pastos de buena calidad nutricional, necesarios para una buena y alta producción de leche.

La provincia de Orellana está distribuida en cuatro cantones los cuales son: La Joya de los Sachas, Francisco de Orellana, Loreto y Aguarico; de los cuales solo el primero tiene una producción relevante ya que dentro esta existe industrias lácteas que se encargan del procesamiento de la conversión a productos elaborados; el resto de los cantones utiliza la poca de leche obtenida para el autoconsumo.

La mastitis es una enfermedad que afecta significativamente a la producción de leche, ya que existe un daño directo al animal, por ende a la calidad de leche; además que perjudica directamente al productor ya que los costos de producción se incrementan, creando que esta actividad económica no se mantenga rentable. El estudiar y enfrentar este problema sanitario, es de suma importancia ya que la solución en su mayoría dependerá de realizar unas buenas prácticas de ordeño dentro del hato.

Dentro de la región Amazónica se han reportado un solo estudio sobre la prevalencia de mastitis clínica y subclínica en la provincia del Napo en el Cantón del Chaco, en el cual como resultados se obtuvo que la prevalencia por cuartos mamarios es de 49,98%; mientras que animal afectado es de 79,66% Espinosa & Mier (2013).

Objetivos

Objetivo general

Determinar la prevalencia y factores de riesgo de mastitis, calidad de leche y presencia de adulterantes en explotaciones ganaderas (grandes, medianas y pequeñas) de la provincia de Orellana.

Objetivos específicos

Determinar la prevalencia de mastitis en la leche cruda bovina a nivel de fincas, camiones recolectores, y centros de acopio de la provincia de Orellana, a través de la utilización del equipo Ecomilk Scan para detección de células somáticas.

Determinar la calidad de leche, agentes conservantes (cloruros, peróxidos), neutralizantes y antibióticos (β -lactamas, tetraciclinas y sulfonamidas), en fincas productoras de leche, mediante la aplicación de pruebas colorimétricas y el equipo Ekomilk Bond en la provincia de Orellana.

Determinar los factores de riesgo a la presencia de mastitis y utilización de adulterantes dentro de fincas e industrias lácteas, a través de la interpretación de resultados de laboratorio y análisis de encuestas epidemiológicas.

Capacitar a los ganaderos de la zona de estudio, en base a los resultados obtenidos en la investigación.

Hipótesis

Prevalencia

H0: La prevalencia de mastitis por el método de conteo de células somáticas es nula en las muestras analizadas en la presente investigación.

Hi: La prevalencia de mastitis por el método de conteo de células somáticas es representativa en las muestras analizadas en la presente investigación.

Parámetros de calidad

H0: No se cumplen parcial o totalmente con los parámetros de la norma INEN 9, que determinan una adecuada calidad de leche.

Hi: Se cumplen totalmente con los parámetros de la norma INEN 9, que determinan una adecuada calidad de leche.

Factores de riesgo

H0: El análisis de resultados de laboratorio y encuestas epidemiológicas, no permite identificar y valorar factores de riesgo sobre mastitis bovina, calidad de leche y presencia de adulterantes en la provincia de Orellana.

Hi: El análisis de resultados de laboratorio y encuestas epidemiológicas, permiten identificar y valorar factores de riesgo sobre mastitis bovina, calidad de leche y presencia de adulterantes en la provincia de Orellana.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

La producción lechera en Ecuador

La leche es un alimento que posee un gran valor nutricional ya que contiene vitaminas A, B12, D y algunos minerales esenciales como: fósforo, potasio, calcio, magnesio, selenio, yodo, zinc; por lo tanto tiene gran relevancia para la alimentación humana de todas las edades Contero (2008).

El sector lácteo tiene como actividad principal la producción de leche y sus derivados son: queso, yogur, mantequilla, entre otros.

En Ecuador, de acuerdo con las cifras arrojadas por el censo agropecuario realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) en el año 2000, la disponibilidad de leche cruda es de 3,5 a 4,5 millones de litros/día; mientras que según datos del 2020 se producían aproximadamente 6,15 millones de litros de leche cruda es por ello que la producción lechera representa una fuente de ingresos para casi 1,2 millones de personas.

Se estima que aproximadamente se dedican 3,5 millones de hectáreas a la producción de leche; donde la mayor concentración está en la Sierra con un 75%, seguido de la Amazonía con 11% y la diferencia del 14% en la Costa. Por lo mencionado anteriormente es importante señalar que en la Sierra, la leche es el único producto de venta permanente para el campesino, en las zonas con altitudes elevadas las opciones de siembra son muy escasas y es por ello que la leche se convierte en lo que llamamos “el sueldo del campo”, recibiendo los ingresos de forma quincenal Requielme & Bonifaz (2012).

Hoy en día, el mercado ha incrementado la exigencia a la hora de la adquisición de productos, esto de debido al alto desarrollo tecnológico presente en las industrias manufactureras. En este sentido, se requiere que los productos posean un alto valor nutricional

y sean amigables con el ambiente, ya que lo que se busca es que cada alimento represente una adquisición segura para sus consumidores.

De acuerdo con lo mencionado por Requielme & Bonifaz (2012) en su estudio de “Caracterización de sistemas de producción lechera de Ecuador” en resumen se encontró que en la región Costa el promedio de leche esta entre 3,1 a 3,71 litros/vaca/día mientras que en la Sierra el promedio esta entre 7,9 a 8,61 litros/vaca/día, arrojando un promedio nacional de 5,9 litros/vaca/día superior al 4,41 reportado en el censo agropecuario en el año 2000-2001.

Tabla 1

Producción diaria de leche por provincia en el Ecuador continental

Provincia	Litros/día	Provincia	Litros/día
Esmeraldas	100.418	Chimborazo	533.818
Manabí	617.624	Bolívar	162.633
Santo Domingo	186.818	Cañar	290.535
Santa Elena	294	Azuay	777.142
Guayas	118.912	Loja	117.612
Los Ríos	36.542	Sucumbíos	36.293
El Oro	59.540	Napo	58.363
Carchi	273.029	Orellana	25.930
Imbabura	159.667	Pastaza	12.091
Pichincha	1'025.458	Morona Santiago	52.128
Cotopaxi	599.506	Zamora Chinchipe	45.677
Tungurahua	409.027		

Nota. El punto representa la separación por miles. Recuperado de: Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (2021)

Distribución del ganado bovino en Ecuador

Dentro del sector ganadero el que predomina es el ganado vacuno con un total de 4.07 millones de cabezas en Ecuador, seguido del ganado porcino con 1.05 millones Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (2021).

Tabla 2

Miles de cabezas de ganado de acuerdo con las provincias más importantes

	Manabí	Chimborazo	Azuay	Cotopaxi	Pichincha
2019	930	315	330	309	286
2020	952	320	312	293	252
2021	862	282	350	268	280

Nota: Provincias con mayor número de animales a nivel nacional. Recuperado de: Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (2021)

Tabla 3

Miles de cabezas de ganado por raza

	Mestizo	Criollos	Brahman o Cebú	Holstein Friesian	Brown Swiss	Jersey	Otra raza
2019	1.282	1.042	734	512	374	152	210
2020	1.419	942	782	461	306	171	255
2021	1.491	949	607	388	259	122	251

Nota. Mestizo: Animal proveniente de la cruce de un animal mestizo y una raza pura Criollo: Que es propio de una zona sin llegar a ser autóctono. Recuperado de Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (2021)

Producción de leche a nivel nacional y regional

Se estima que el consumo de leche por habitante es de 110 litros por año en nuestro país.

Según datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el sector industrial lácteo genera aproximadamente 1.400 millones de dólares al año lonita (2022).

Tabla 4

Ganado vacuno, vacas ordeñadas y producción de leche por región

Región	Número de cabezas	Número de vacas ordeñadas	Producción de leche (L/día)
Nacional	4'066.930	846.715	5'699.046
Sierra	2'110.73	564.166	4'535.235
Costa	1'591.390	236.336	933.330
Amazonia	364.567	46.213	230.481

Nota. La comilla representa la separación de millones y el punto los miles.

Limitaciones y problemática del sector lechero.

La Asociación de Ganaderos de la Sierra y el Oriente (AGSO) a lo largo del tiempo se ha preocupado por la realidad del campo y de la producción de leche, es por ello que de acuerdo a su estudio observacional concluyen que la venta de leche es la única actividad de sustento de las familias y que, cuando las comunidades están desorganizadas, caen fácilmente en manos de intermediarios inescrupulosos que no les pagan lo justo y tampoco les dan el reconociendo del esfuerzo y los costos reales de producción, Grijalva (2011).

Si bien es cierto en el Ecuador, existe un precio fijado por el Estado el cual es de 0,42 USD por litro más un valor adicional por calidad a los ganaderos para el año 2022; este aumento irá de acuerdo tanto en la composición física como en las condiciones higiénicas y sanitarias de la leche. Pero esto no siempre se cumple ya que de la producción diaria, el 39% del volumen total se le llevan las industrias formales, mientras el 61% restante va al mercado informal que no paga el precio regulado ni tampoco cumple con las normas de inocuidad Orozco (2022)

Industrias lecheras en Ecuador

Información general

La reserva de leche cruda en el nuestro país como se mencionaba anteriormente es alrededor de 5 a 6,5 millones de litros/día, de este total aproximadamente el 75% es para consumo humano e industrial, el 25% restante principalmente es destinado para el consumo de terneros en las fincas Contero et al., (2021).

Dentro de la región Sierra se encuentran ubicadas el 90% de las industrias procesadoras de lácteos, las cuales se dedican, principalmente a la producción de leche pasteurizada, quesos y crema de leche.

En Ecuador son seis las empresas más grandes de lácteos, las cuales podemos clasificarlas por región, y estas son:

Tabla 5

Producción de leche (L/día) de las empresas más grandes del país

Región	Empresa	Producción (Litros/día)
Sierra	Nestlé	300.000
	Andina	110.000
	Nutrileche	140.000-160.000
Costa	Pasteurizadora Quito	160.000-180.000
	Rey leche	160.000
	Tony	180.000

Nota: El punto representa la separación por miles. Contero (2008)

Producción de leche en el Amazonia

Como se conoce el ganado bovino fue traído al mismo tiempo que los colonizadores llegaron a territorio americano, pero cabe recalcar que no fue hasta un buen tiempo después que la región amazónica fue explorada Ionita (2022).

Las provincias que pertenecen a la región amazónicas debido a su sensibilidad ambiental merecen un trato especial con respecto al manejo de las actividades agropecuarias. No obstante, existen algunos criterios al respecto de la ganadería como que está representa la actividad que produce un daño menor a los delicados suelos amazónicos, dada la cobertura de pastos que la protege de lluvias y erosión. Sin embargo no podemos evitar decir que existe un alto riesgo en la actividad ganadera, primero por los suelos sedimentarios con baja absorción de minerales útiles, deslaves de tierra, altísima pluviosidad y humedad; todos estos factores, lo hacen sensibles al pisoteo de los bovinos. Por tales razones pretender emplear algún tipo de proyecto ganadero en estas zonas, va a requerir un análisis serio del impacto ambiental Ionita (2022).

La región amazónica, fue de las últimas en incorporarse a la producción lechera nacional debido a las múltiples dificultades en el transporte por los caminos y precipitaciones de la cordillera oriental, ya que por décadas se mantuvo aislada a la región Amazónica. Si bien en unos inicios existió una producción de autoconsumo, sin embargo, con el transcurso del tiempo se han ido incorporando zonas productivas que día a día crecen y adquieren mayor importancia.

En las provincias de Sucumbíos y Orellana, existe la baja producción de leche, en su mayoría sirve para auto consumo de los pocos habitantes de esa región, mientras que en las provincias amazónicas del sur (Zamora Chinchipe y Morona Santiago), donde existe mayor fomento de la producción lechera (Tabla 1).

La producción lechera en esta región está íntimamente vinculada a su capacidad de ser transportada, a los lugares de consumo y en la medida que se mejora la vialidad, crece la producción y mejora la productividad Ionita (2022).

En la actualidad, los recursos Estatales y de los gobiernos locales ha dado prioridad en invertir en actividades ciudadinas, que en la producción agropecuaria. No cabe duda de que importantes áreas de la Amazonía ya están en actividad ganadera, por tanto, se vuelve indispensable el desarrollo de programas de “ganadería sustentable” que protejan al sector ganadero y sus medios naturales con un trato más sensible.

Producción en la provincia de Orellana

La provincia de Orellana es la más baja altitudinalmente de entre todas las provincias amazónicas, además que cuenta con un gran porcentaje de pluviosidad y grandes áreas de humedales y pantanos; asimismo que está cubierta de grandes áreas naturales y es la de menor espacio de pastizales, es por estos motivos que presenta una baja producción lechera del Ecuador Ionita (2022).

Es evidente pensar que la provincia de Orellana, por las razones antes indicadas, no es el ambiente para una producción importante, aun así existe ganadería y producción lechera. La provincia aporta con un promedio de 25.000 litros diarios este valor representa el 0.5% de la producción nacional; donde el número de vacas ordeñadas son alrededor de 5000 vacas. Contero (2008)

En cuanto a los sistemas de producción, se mantiene la producción en fincas que utilizan métodos básicos en cuanto al manejo, aunque se ha mejorado en aspectos como: la desparasitación y vacunación del ganado. Con relación a la producción lechera, esta proviene de razas criollas y mestizas, las cuales están especializadas en producción de leche lonita (2022).

La leche: parámetros de calidad y normativa

Podemos definir a la leche como el fluido de color blanquecino que es producido gracias a un minucioso filtrado de la sangre, este líquido contiene los nutrientes necesarios para garantizar las demandas nutricionales del neonato principalmente Agudelo & Bedoya (2005).

Ya hace algunos años atrás el hombre ha invertido grandes esfuerzos para la lograr una selección de razas y animales genéticamente especializados en la producción de altos volúmenes de leche, ya que desde hace aproximadamente mil años, esta ha convertido en un alimento alto valor nutricional para el ser humano.

Cuando hablamos de normalización, se determina que es una actividad necesaria de elevada importancia y en aumento en la actualidad, ya que como lo define lengua castellana como: “toda actividad que aporta soluciones para aplicaciones repetitivas que se desarrollan, especialmente, en el ámbito de la tecnología, la ciencia y la economía, con el fin de lograr ordenación óptima en un determinado contexto” además que tiene como objetivo la “regulación o puesta en buen orden de aquello que no lo estaba” Real Academia Española [RAE] (2014).

Es por esta razón, que es importante comprender las normas que se rigen dentro de nuestro país, así como las establecidas alrededor del mundo, para un alimento tan necesario como es la leche.

Generalidades sobre la fisiología de la lactancia

La glándula mamaria es la característica principal de los mamíferos, ya que les atribuye la capacidad de producir leche para alimentar y garantizar la supervivencia de sus crías.

La producción y eyección de leche en la vaca, depende de múltiples factores como la genética, la nutrición, el manejo, el clima, entre otros Lenis (2014).

Cuando se habla de la lactancia de una forma fisiológica, el comienzo de ésta se relaciona con el inicio de la pubertad en la hembra; en donde se da activación del eje hipotalámico hipofisis gónada, constituyéndose en un evento vital para continuar el desarrollo de la glándula mamaria.

En el concepto anatómico la glándula mamaria, éstos están formados por un tejido cutáneo modificado, el cual en los mamíferos es más avanzado, en donde sus características son de tipo túbulo-alveolar que se deriva del ectodermo. Ésta estructura está compuesta por cuatro compartimientos, denominados cuartos mamarios, cada uno de estos, es una unidad que funciona de forma independiente con su propio tejido secretor. Sin embargo, a pesar de la independencia funcional entre estos, se encuentran íntimamente ligados y congregados bajo la piel de la glándula mamaria Broster & Swan (1979).

Al conjunto de estructuras que conforman la glándula mamaria se lo denomina ubre, éste es un órgano complejo compuesto por una gran variedad de sistemas. En primer lugar está el sistema de soporte de la glándula mamaria, que se encuentra conformado principalmente por ligamentos y tejido conectivo; el segundo sistema es el secretor, el cual está compuesto por las células epiteliales y mioepiteliales; posteriormente está el sistema de ductos,

que está constituido por un conjunto de conductos y compartimientos para el almacenamiento y transporte de la leche; y por último los sistemas sanguíneos, linfáticos y nerviosos, que le aportan a la glándula mamaria irrigación, drenaje, e inervación.

También es importante señalar que anatómicamente los cuartos posteriores mamarios son ligeramente más grandes por lo cual producirán, aproximadamente el 60% de la leche total.

Es importante recordar, que para la producción de leche, es necesario el filtrado entre 400 a 500 litros de sangre, lo cual implica una alta actividad fisiológica e inmunológica para la ubre

Parámetros de calidad física y nutricional

Según la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE), establecida por el Instituto de Normalización (INEN), en el capítulo 9 establecido en el 2008, establece que los requisitos para leche cruda se establecen que: “La leche cruda se considera no apta para consumo humano cuando contiene sustancias extrañas o ajenas a la naturaleza del producto como adulterantes, conservantes, neutralizantes, colorantes y antibióticos.

Adulterantes

Se pueden considerar como adulterantes a: harinas, almidones, sacarosa, cloruros, suero de leche, grasa vegetal. En el caso de la adición de sólidos como féculas (almidones), sacarosa y cloruros, es una práctica para restablecer parámetros fisicoquímicos y enmascarar la adición de agua.

Conservantes

Se define a los conservantes como sustancias que permiten prolongar en el tiempo del producto en este caso leche. Dentro de los conservantes se les considera a: formaldehído, peróxido de hidrógeno, hipocloritos, cloraminas, dicromato de potasio, lactoperoxidasa. En el caso del peróxido de hidrógeno, es utilizado para enmascarar la acidez de leche contaminada

con bacterias, dentro de los grupos de los conservantes es el más utilizados por su bajo costo y fácil obtención en el mercado.

Neutralizantes

Los neutralizantes dentro de la industria láctea se utilizan para cubrir la acidez presente en la misma. El uso de estos hace que se saponifiquen la grasa, hidrolizen proteínas y alteren el punto crioscópico.

En condiciones normales, la leche presenta una acidez inmediatamente después del ordeño por la presencia de fosfatos, caseinatos y dióxido de carbono, a su vez el aumento de la acidez es un indicativo de una inadecuada calidad tanto higiénica como sanitaria, y un inadecuado almacenamiento de la leche.

Dentro de los neutralizantes se utiliza el bicarbonato de sodio, el cual es de amplio uso por su bajo costo. Sin embargo, altas concentraciones de carbonatos o bicarbonatos en el cuerpo humano pueden interrumpir las señales hormonales que regulan el desarrollo y la reproducción, es por ello que está prohibida su adición en el caos de la leche.

Antibióticos

Dentro de los antibióticos que se mencionan en la norma INEN están: β -Lactámicos, Tetraciclinas y Sulfas; por ser los más utilizados para el control de enfermedades bacterianas dentro los hatos lecheros dentro de las cuales se encuentran la mastitis clínica y subclínica.

Debido al aumento de enfermedades como la mastitis, los residuos de antibióticos se han incrementado dentro de la producción lechera, lo cual representa un serio problema para la salud pública y la industria láctea. Algunos daños en la salud del consumidor pueden verse reflejados en procesos alérgicos, el origen de microorganismo patógenos resistentes y cambios en la flora gastrointestinal; así como efectos tóxicos directos.

La problemática de los residuos en leche se debe a que generalmente los productores no respetan el tiempo de retiro de leche contaminada con fármacos; y debido de la creencia que el uso de elevadas dosis reduce el tiempo de recuperación de los animales. Por otro lado la cantidad de residuos que encontremos va a depender de diferentes factores tales como la dosis, vía de aplicación, nivel de producción de leche; y tipo y grado de afección.

Normativas Internacionales

Codex Alimentarius: también llamado como código alimentario, este es un conjunto de normas, código de prácticas y directrices creado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la FAO; que tiene como objetivo proteger la salud de los consumidores y promover prácticas leales en el comercio alimentario. Estas normas garantizan que los alimentos sean saludables y puedan comercializarse de forma inocua y con calidad.

La norma IFS: las International Food Standard, también llamadas IFS por su acrónimo en inglés, son un conjunto de normas, desarrolladas y abaladas por las asociaciones de distribuidores alemanes, italianos y franceses. De esta normativa la norma más sobresaliente es la queda a conocer sobre la manipulación y procesamiento de los alimentos, la cual regula las auditorías que se aplican a los negocios que procesan y tratan alimentos a granel. Está reconocida por la Iniciativa Mundial de Seguridad Alimentaria o Global Food Safety Initiative (GFSI), la cual es una colaboración impulsada por la industria que promueve la seguridad alimentaria.

La norma ISO: esta norma fuera desarrollada en 1946 por la Organización Internacional de Normalización (ISO), una organización no gubernamental que se encuentra presente en 164 países. Estas normas son también son un conjunto de estándares aproximadamente como 23 mil, en donde se define los requisitos sobre la seguridad necesarios

para la inocuidad de los alimentos. Afecta a todas las empresas que participan en cualquier fase de la cadena alimentaria.

La norma BRC: la norma BRC del British Retail Consortium, tiene como objetivo certificar el cumplimiento de los requisitos en cuanto al APPCC (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control) o HACCP (sus siglas en inglés), higiene, seguridad alimentaria y sistemas de calidad en la producción de alimentos y sus materiales de envase y embalaje.

Normativa Ecuatoriana

El Instituto de Normalización (INEN), es el organismo nacional competente en temas de reglamentación, normalización y metrología; y es el creador de las normas llamadas INEN, que fueron oficializadas por el Ministerio de Industrias y productividad que tienen como objetivo proporcionar una base fiable sobre la que se pueden compartir las expectativas comunes respecto a las características específicas de un producto, servicio o proceso.

En el 2008 salieron las normas NTE-INEN para requisitos con respecto a Leche Cruda.

Tabla 6

Requisitos fisicoquímicos para leche cruda según normas INEN (2015)

Requisito	Unidad	Valor min	Valor máx
Densidad relativa	g/ ml		
a 15° C		1,029	1,032
a 20° C		1,028	1,033
Materia grasa	%	3	-
Acidez titulable como ácido láctico	%	0,13	0,17
Sólidos totales	%	11,2	-
Sólidos no grasos	%	8,2	-
Cenizas	%	0,65	-
Punto crioscópico	°C	-0,536	-0,512
Proteínas	%	2,9	
Conservantes	-	Negativo	-
Neutralizantes	-	Negativo	-
Adulterantes	-	Negativo	-

Requisito	Unidad	Valor min	Valor máx
Contaje de células somáticas	#celulas/mL	-	750.00
Antibióticos:			
β-Lactamicos	µg/L	-	5
Tetracíclicos	µg/L	-	100
Sulfas	µg/L	-	100

Nota. Recuperado de INEN (2015)

Mastitis como principal problema del sector lechero

La salud y la higiene de la glándula mamaria son factores limitantes para obtener el mejor rendimiento en las vacas de producción lechera Lenis (2014).

La mastitis se puede definir como una inflamación de la glándula mamaria, la cual es la reacción del organismo ante los elementos desencadenantes del proceso como: bacterias, parásitos, productos químicos, acciones mecánicas como golpes, choques, presiones, calor, frío. Y como se conoce es mediante la inflamación del área afectada o del todo el organismo, que el cuerpo intenta eliminar las influencias patógenas Kleinschroth et al., (1991).

La mastitis de la vaca, junto con los trastornos de la fertilidad, constituye la causa más importante de la falta de rentabilidad de una explotación. Amplios estudios realizados en los principales países productores de leche han demostrado que un 50% de todas las vacas padecen mastitis y que generalmente es de tipo subclínica.

Agentes Causales

La causa más común de la formación de una mastitis es la infección de la ubre por microorganismo patógenos específicos. El riesgo de infección se acrecienta con la intensa proliferación del germen y su virulencia.

Las bacterias más importantes y comunes de la inflamación de la ubre son: los estreptococos que poseen forma redondeada en cadena, los coliformes cuyas formas son bastoncitos. A demás, se tiene a las pseudomonas y levaduras Kleinschroth et al., (1991).

Tabla 7*Agentes causales más importantes y su forma de acción*

Microorganismo	Forma o curso de la inflamación	Observaciones
Estreptococos (<i>Streptococo agaláctico</i>) más frecuente	Preferente subclínica o crónica. También aguda	De fácil propagación que es muy frecuente en los establos. Siempre sensible a penicilina. Buenos resultados terapéuticos con el proceder adecuado.
Otros estreptococos Muy frecuentes	Subclínica o crónica. También aguda	A menudo, a causa de mastitis por succión y de inflamaciones de la ubre tras lesiones del pezón. Sensibles a la penicilina.
Estafilococos (<i>Estafilococo áureo</i>) Coliformes <i>E. coli</i> , el más frecuente Enterobacter y Klebsiella, más raro	Preferente subclínica o crónica. También aguda Generalmente agudo. Con frecuencia, con fiebre y alteración del estado general; sin tratamiento, posible curso letal.	En parte, solo sensibles frente a penicilinas semisintéticas. Resistente a la penicilina. Sensibilidad a diversos antibióticos. Es preciso tratamiento veterinario. Vaciado frecuente de la ubre.
Pseudomonas (<i>Pseudomona aeruginosa</i>)	Curso agudo, con gran alteración general y, también, curso leve o crónico.	Resistencia frente a numerosos antibióticos. Resultado terapéutico limitado.
Levaduras (poco frecuentes como causantes de mastitis)	Aguda, con alteración general (fiebre) y tumefacción local; en otros casos, curso leve (tendencia a la curación espontánea)	No hay que realizar tratamiento antibiótico. Vaciado de las ubres. En algunos casos se debe realizar terapia antimicótica.

Nota. Recuperado de Kleinschroth et al., (1991)

Mastitis Clínica y Subclínica

Sintomatología

La mastitis subclínica se desarrolla sin presentar signos inflamatorios externos; los signos más importantes es el aumento del contenido celular que serán transmitidos a otras vacas sanas a través de los útiles del ordeño Broster & Swan (1979).

La mastitis subclínica puede llegar a convertirse en mastitis clínica (agudas o crónicas). En ello radica su importancia, junto al peligro que representa para el hato lechero y pérdida de producción. Es posible que la mastitis subclínica se cure espontáneamente, pero no siempre es previsible tal eventualidad.

Por otro lado tenemos la mastitis clínica puede ser reconocida por la existencia de signos visibles de la inflamación. Los síntomas van desde una discreta disminución de la cantidad de leche del cuarto afectado, hasta la completa desaparición de las características propias de la leche, perdida de la producción de ésta y trastornos graves del estado general, por lo que es rara la curación espontánea Ionita (2022).

A la mastitis clínica se la puede subclasificar en:

- Subaguda: Este término describe una alteración en la ubre de la vaca, son poco intensas y consiste generalmente en una disminución de la calidad de leche producida bajando sus propiedades fisicoquímicas.
- Aguda: Las mastitis agudas evolucionan con acusada sintomatología inflamatoria. En la ubre se aprecian dependiendo de la intensidad de la enfermedad, con mayor o menor hinchazón, enrojecimiento y temperatura superior a la normal, dolor a la palpación y endurecimiento de los tejidos. La extracción de la leche tendrá mayor dificultad, además se presentará pequeñas cantidades solo por pequeñas cantidades; además de

presentar alteraciones visibles en su composición; puede ser acuosa, serosa, sanguinolenta, mucosa purulenta, pastosa, etc.

- Crónica: Se denomina como crónica la inflamación de la ubre que tiene una larga evolución, a menudo disimulado ya que no existe una alteración del estado general del animal. La leche no siempre se ve alterada visiblemente, pero en ciertas ocasiones si presenta pequeños grumos, además de que puede tener aspecto mucoso o una coloración amarillenta, parda o grisácea. El contenido celular siempre está aumentado y la producción es variable. Por último las alteraciones del tejido glandular son más o menos apreciables y consisten en nódulos cicatriciales, formación de abscesos o encapsulación de las zonas inflamadas Kleinschroth et al., (1991).

Pruebas Diagnosticas

Mastitis Subclínica

1. **Conteo de Células Somáticas:** Las células somáticas están constituidas en su mayoría por leucocitos. En vacas sanas el conteo celular siempre es menor a 200.00 células/mL, valores más altos indicarían una posible infección y disminución de la producción Reyes & Bedolla (2008).
2. **California Mastitis Test (CMT):** Este examen predice el conteo de células somáticas a partir de cualquier tipo de muestra. La prueba contiene un reactivo tensoactivo que reacciona con el ADN de las células somáticas y un indicador de pH, de acuerdo con el número de células somáticas contenidas en la muestra de leche, al ser aplicado este reactivo en una proporción de 1:1 se formará un precipitado cuya densidad es proporcional a la intensidad de la inflamación Gómez et al., (2015).
3. **Conductividad Eléctrica:** Cuando una vaca tiene una infección en la glándula mamaria la conductividad eléctrica de la leche aumenta, por lo que conocer este parámetro fisicoquímico de la leche permite saber el estado de mastitis en vacas. Hasta valores de

< de 6,2 (mS/cm) se considera como leche normal, valores superiores a este ya se considera como mastitis Elizalde et al., (2009).

Mastitis Clínica

1. Método Visual: Una infección puede provocar inflamación de uno, varios cuartos o toda la glándula, aumento de la temperatura en la zona afectada, así como enrojecimiento y dolor en la zona, estos fenómenos hacen que el sistema inmunitario del animal actúe en un intento de mitigar el problema. Cuando se detecta alguno de los síntomas descritos, se puede interpretar como un caso de mastitis clínica, además si se encuentran cambios importantes en la leche producida por el tejido afectado, estos cambios pueden consistir en un cambio de color, la aparición de bultos, coágulos de sangre, coágulos con pus o leche más acuosa.
2. Fondo Oscuro: Esta prueba consiste en dejar caer un chorro de la leche directo de la vaca, en una taza plástica con fondo negro, este fondo negro nos permitirá observar los cambios físicos causados por la mastitis clínica.

Prevalencia en Ecuador

Tabla 8

Prevalencia de mastitis en Ecuador en diferentes provincias

Provincia	Sector	Prevalencia	Autor
Pichincha	Cantón Cayambe-El Chaupi (Centro de acopio)	8,3%	Fonseca (2015)
Napo	Cantón El Chaco	49,98%	Espinosa & Mier (2013)
Azuay	Cantones: Gualaceo, El Pan, Sígsig, Paute, Sevilla de Oro, Chordeleg, Oña, Guachapala y Nabon	40,7±1,8%	Rosario & Pezantes (2016)

Provincia	Sector	Prevalencia	Autor
Pichincha	Cantón Cayambe-San Pablo Urco	45%	(Almeida, 2015)
Azuay	Cantones: Girón, San Fernando, Santa Isabel y Pucara	42,1 %	Coronel & Espinosa (2017)
Tungurahua	Cantón Patate-Sucre	55 %	(Díaz, 2022)
Azuay	Cantón Cuenca	36,1±0,7%	(Álvarez & Chuqui, 2017)
Pichincha	Cantón Cayambe-Paquiastancia	65%	Bonifaz & Conlago (2016)

Nota. Autoría propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

Ubicación geográfica y ecológica

Trabajo de campo

El presente estudio se realizó en dos cantones de la provincia de Orellana; los cuales fueron: Francisco de Orellana en donde se obtuvieron 82 muestras de leche todas estas de directamente de fincas. Mientras que en la segunda salida la toma de muestras fue en el cantón Joya de los Sachas en el cual se tomaron muestras de dos industrias lácteas (queseras) con un total de 92 muestras.

El cantón Francisco de Orellana cuenta con una superficie de 6955km^2 , distribuido en las siguientes parroquias: San José de Guayusa, Nuevo Paraíso, San Luis de Armenia, Pto Francisco de Orellana, García Moreno, El Dorado, Taracoa, Dayuma, Inés Arango, Alejandro Labaka y El Edén. Este cantón se ubica a una altura media de 514 m.s.n.m.; entre las latitudes $0^{\circ} 28' 00''$ S y $76^{\circ} 58' 00''$, su clima es cálido húmedo por lo cual tiene temperaturas que van desde los 20 hasta los 35°C y una humedad relativa anual de 89% y precipitaciones 3870 mm anuales. Su economía se basa en el petróleo, el comercio, el turismo, el transporte y la agricultura. De un total de 16.322 habitantes, 6.493 se dedican a las actividades agricultura, ganadería, caza, pesca y silvicultura.

El cantón Joya de los Sachas cuenta con una superficie aproximada de 1.197km^2 y cuenta con 9 parroquias de las cuales 8 son rurales, estas son: San Sebastián del Coca, Pompeya, Enokanqui, San Carlos, Unión Milagreña, Lago San Pedro, Rumipamba y Tres de Noviembre. Dicho cantón se encuentra entre 250 a 300 m.s.n.m; su clima es cálido húmedo con una temperatura media de 29°C . Se encuentra ubicado en las coordenadas $0^{\circ} 18' 00''$ S y $76^{\circ} 51' 00''$. Posee una población aproximada de 40.512 habitantes, la estructura poblacional

se encuentra formada tanto por colonos de varias provincias, como de indígenas destacándose la nacional Kichwa. Por ser un lugar con gran diversidad en flora y fauna la gran mayoría de la población se dedica al turismo ecológico, agroturismo y turismo cultural.

Determinación del tamaño de muestra

Determinación de tamaño de muestras por vaca y fincas

Para conocer la cantidad de vacas en producción y el número de fincas existente en la provincia, se tomó como referencia la base de datos proporcionada por la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (Agrocalidad), en la cual indico que en la provincia de Orellana existen aproximadamente 18.307 vacas en producción y 176 fincas entre mixtas y de producción lechera.

Para el cálculo del tamaño de muestras por vaca se utilizó la fórmula de proporción poblacional para muestras finitas. Pues como lo menciona López & Fachelli (2015), es considerada una población finita aquella que está conformada por menos de 100.000 individuos o elementos.

$$n = \frac{Z^2 \times N \times p \times (1 - p)}{Z^2 \times p \times (1 - p) + (N - 1) \times E^2}$$

En donde:

n : tamaño o numero de la muestra

N : tamaño de la población,

Z : nivel de confianza, 95%=1.96

p : dato referencial para la prevalencia a la enfermedad

E : error máximo tolerable, 5%.

El valor de prevalencia (p) se tomó del único estudio realizado en la región Oriente en la provincia del Napo que es 49,98% Espinosa & Mier (2013).

Posteriormente se aplicó un factor de corrección por finitud lo que nos ayuda para ajustar la muestra a la población, de esta manera tenemos:

$$N_{ajustado} = \frac{N * n}{N + n}$$

En donde:

Najustado: Número de muestras corregidas

n: Número de animales/fincas muestreadas

N: Número total de muestras/fincas

Al reemplazar los valores en las fórmulas anteriores obtenemos que se obtuvieron 97 muestras de vacas en 25 fincas distribuidas entre pequeñas, medianas y grande como se muestra en la tabla 8.

Determinación de tamaño de la muestra en industrias lácteas.

En el caso de las industrias lácteas (queseras), de igual manera, se obtuvo una base de datos proporcionada por Agrocalidad, en la cual muestra que son 9 las queseras presentes en el cantón Joya de los Sachas, de las cuales solo en dos tuvimos una respuesta positiva para realizar el muestreo. La quesera “QEG” cuenta con un total de 33 proveedores y la quesera “QD” con 29.

Al igual que en la determinación de la muestra para vacas y fincas se realizó el cálculo mediante la fórmula de poblaciones finitas, la cual nos indicó que para que el muestreo sea representativo, en el caso de la quesera “QEG” se muestrearon 31 proveedores y para “QD” serán 27, las cuales están repartidos en 4 rutas diferentes 2 por cada industria.

Caracterización de los predios

El contacto directo con los dueños de las fincas se realizó con la ayuda de miembros locales de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (Agrocalidad), los cuales nos favorecieron con el cronograma de visita a realizar tanto de sector, como de predio. Los predios fueron divididos en grandes, medianos y pequeños de acuerdo con el número del hato bovino que poseían, según la base de datos proporcionada por esta misma entidad, se detalla cómo están distribuidas en la tabla 9.

Tabla 9

Caracterización de fincas

Tamaño	Número de Bovinos
Pequeño	1 – 20
Mediano	21 – 70
Grande	> 71

Nota. Recuperado de Paucar et al., (2021)

Toma de muestras de leche

En de la primera salida al cantón Francisco de Orellana realizada entre el 19 y 23 de septiembre del 2022, se tomaron 82 muestras de leche, obtenidas directamente en fincas. Dichas muestras se las obtuvo de 4 parroquias las cuales fueron: Dayuma, La Belleza, Inés Arango y San José de Guayusa. Mientras que en la segunda salida de campo comprendida entre el 19 al 23 de enero 2023, en el cantón la Joya de los Sachas se efectuaron la toma de muestras por bidón; esto mediante un recorrido conjunto con el transporte que va por cada finca recogiendo la leche.

Para la recolección de las muestras se utilizaron frascos plásticos con volumen de 100 mL, estos fueron etiquetados tanto con la identificación de la vaca junto con el nombre de su propietario.

Posteriormente se llevaron las muestras al laboratorio instalado en campo, donde se registraron, verificaron y procesaron. Es importante señalar que el lapso entre la obtención de la muestra y su procesamiento tanto para la prueba de mastitis como calidad de leche no debe ser mayor a las 4-5 horas, ya que la composición de esta cambiará dando valores erróneos, razón por la cual se instaló temporalmente laboratorios en los dos cantones de trabajo.

Proceso para la toma de muestras de leche

El proceso de toma de muestras de leche se realizó lo más aséptico posible, lo cual nos ayudó posteriormente a obtener valores reales en los resultados.

Para la toma de muestras por finca; como primer paso fue importante la limpieza de los pezones y glándula mamaria, para ello se lavaron con agua, posteriormente fueron secados uno por uno con papel absorbente limpio. Antes de recolectar la muestra en el recipiente se realizó el despunte, esta actividad consistió en eliminar el primer chorro de leche, recolectando al menos hasta la mitad del recipiente Figura 1. Por último se etiquetaron y se conservaron las muestras en un ambiente fresco.

Figura 1

Toma de muestras de leche en vaca



Nota. Autoría propia

Para la recolección de leche por bidón se tomó una muestra por cada bidón presente en la finca, de igual manera como en el anterior caso se realizó de forma aséptica y se los etiquetó

Figura 2

Toma de muestra de leche de bidón



Nota. Autoría propia

Aplicación de la encuesta epidemiológica

Durante la visita, con la finalidad de establecer los posibles factores de riesgo por finca, se recolecto información zootécnica mediante la aplicación de una encuesta epidemiológica para mastitis, la está se conforma por una serie de preguntas y datos realizados al dueño o al encargado presente durante la visita. Las preguntas fueron referentes a los hábitos de ordeño, aspectos sanitarios, manejo de los animales dentro de la Unidad de Producción Agropecuaria (UPA) y enfermedades presentes.

Durante la recolección de muestras de industrias lácteas a cada una de ellas se aplicó una encuesta para plantas y queseras las cuales poseen datos tanto del dueño como de la producción.

Georreferenciación de los predios.

La Georreferenciación de las fincas, se la obtuvo con la ayuda de la aplicación móvil “Epicollect 5”, este software permitió obtener coordenadas en formato UTM con un mínimo de error de los predios visitados, además se ingresó los datos del productor. Para la obtención de todos los datos recolectados se conectó a la aplicación de forma online.

En tanto que, para la obtención de coordenadas de las 4 rutas realizadas en los muestreos de industrias lácteas se las obtuvo mediante el uso de GPS portátiles (Gadmin), los cuales registraron las coordenadas de acuerdo con el punto donde se recolectaron las muestras, presentando una mayor exactitud.

Determinación de células somáticas.

Para la determinación de células somáticas se utilizó el equipo Eco Milk Scan, el cual succionó una pequeña muestra de leche y pasó a una onda de ultrasonido, en donde los microorganismos y células blancas de la leche (células somáticas especialmente los leucocitos) fueron estimados. Para lo antes indicado, se utilizó 10 mL de la muestra de leche y 5 mL de solución surfactante llamada “Ekoprint”. Ambas soluciones se las colocó en el balón de vidrio, en donde las muestras fueron homogenizadas; tras la lectura se obtuvieron el tiempo y la cantidad de células somáticas. Entre el análisis de cada una de las muestras, el balón fue limpiado con agua destilada (10 mL) por dos ocasiones.

Figura 3

Equipo Ecomilk Scan para Conteo de Células Somáticas



Nota: Recuperado por Ecomilk Americas (2022)

Determinación de calidad de leche

Para la determinación de calidad de leche se utilizó el equipo Ecomilk BOND, para ello se retiró el tapón que recubre el electrodo del potenciómetro acoplado al mismo, posteriormente se colocó una muestra de leche en dos copas, en donde la primera muestra fue para el electrodo del potenciómetro y el otro en el receptor tuvo ventosa.

Dentro del equipo se utilizó la opción “Leche de vaca 1” la cual corresponde a leche cruda, se obtuvieron los parámetros analizados fueron los siguientes: % grasa, % proteína, % sólidos no grasos, % lactosa, densidad (gr/cm³), punto de congelación (°C), % agua agregada, pH, temperatura (°C), ácidos titulable y conductividad de leche cruda (mS/cm).

Por último, se imprimieron los resultados, los cuales fueron digitalizados en una matriz de Excel.

Finalmente, se realizó la limpieza del equipo utilizando los tampones “Ecoday” y “Ecoweek”; estas limpiezas fueron acompañadas en las fases de lavado con agua destilada.

Determinación de adulterantes

Determinación de Cloruros

Para la determinación de cloruros en leche cruda se utilizaron las tiras reactivas semicuantitativas (QUANTOFIX), las cuales tienen valores desde 0 hasta ≥ 3000 mg/L de Cl. Para esta prueba se embebieron las tiras reactivas en las muestras de leche cruda por 1 segundo, posteriormente se agitaron con la finalidad de eliminar los excedentes, y se leyeron los resultados tras 60 segundos de incubación a temperatura ambiente, comparándolos con la infografía de la tira con el inserto. Es importante mencionar que la temperatura de almacenamiento de las tiras reactivas fue de 2-8 °C, por tal razón siempre fueron mantenidos en refrigeración hasta ser utilizadas.

Determinación de Neutralizantes

Para la detección de neutralizantes en leche cruda se utilizó el Lactopast Biomedix Neutralizers Duo para la detección de NaOH, KOH, carbonatocarbonatos, amoníaco, alcalis diversos; Para ello se colocaron 400 μ L de la muestra de leche cruda en los tubos que contenían el buffer, posteriormente se añadieron 2 gotas del sustrato de activación en el tubo precargado y se leyeron los resultados. La interpretación de resultados se basó en el hecho de que si la muestra tomó el color naranja fue considerada como negativo, mientras que si la muestra se torna de color rojo o rosado la muestra es positiva a la presencia de neutralizantes añadidos, siendo la intensidad de color rojo proporcional a la concentración de estos.

Peróxidos

Para la determinación de peróxidos en leche cruda se utilizaron las tiras reactivas semicuantitativas (Quantofix), las cuales tienen valores desde 0 hasta 25 mg/L H_2O_2 . Para la realización de la prueba, se embebieron las tiras reactivas en las muestras por 1 segundo, luego se eliminaron el exceso de muestras, y se incubaron a 15 segundos a temperatura

ambiente, y se procedió a leer los resultados comparando con la gama de colores del kit que va de blanco a azul conforme la cantidad de peróxidos vaya aumentando. Es importante mencionar que la temperatura de almacenamiento de las tiras reactivas fue de 4-30 °C, por tal razón siempre fueron mantenidos en refrigeración hasta ser utilizadas.

Determinación de Antibióticos.

Para la determinación de antibióticos en leche se utilizó el Beta-Lactams, Tetracyclines and Sulfonamides Combo rapid test strip (milk) (Green Spring), para ello tras colocar el kit a temperatura ambiente, se colocaron 200 µL de leche en los micro pocillos y se mezclaron hasta obtener una mezcla homogénea; posterior se incubaron por 5 minutos a 40 °C. Y por último se insertaron las tiras reactivas (cromatografía de flujo lateral) en los micropocillos y se incubó por 5 minutos adicionales bajo la misma temperatura.

Análisis estadístico

Datos de prevalencia

Para la obtención de los datos de prevalencia se utilizó Microsoft Excel para cuantificar los resultados, con las siguientes ecuaciones:

Prevalencia de mastitis por vaca

$$P = \frac{\text{número de animales positivos}}{n \text{ animales totales muestreados}} \times 100$$

Prevalencia de mastitis por finca

$$P = \frac{\text{número de animales positivos en la finca}}{n \text{ animales totales muestreados}} \times 100$$

Prevalencia de mastitis por bidones

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

Factores de riesgo

Con la finalidad de determinar la asociación entre un posible factor de riesgo y la presencia o no de una enfermedad, se determinaron algunas medidas epidemiológicas. Dada la prevalencia es de más del 10%, el estudio a ser utilizado fue el estudio de cohorte, en los cuales se encontraron el siguiente análisis: Riesgo Relativo (RR). Para la determinación de estos análisis de estudios se utilizaron tablas de contingencia de doble entrada con las siguientes ecuaciones:

Tabla 10

Tabla de evaluación para factores de riesgo

Diagnostico	Factor de riesgo		Total
	No	Si	
Negativo	a	b	a+b
Positivo	c	d	c+d
Total	a+c	b+d	a+b+c+d

Nota. Tabla de doble entrada para factores de riesgo

Incidencia de los expuestos (IA_e)

$$IA_e = \frac{a}{a+b}$$

Incidencia en no expuestos (IA_o)

$$IA_o = \frac{c}{c+d}$$

Riesgo relativo (RR): Se puede entender como riesgo relativo (RR) como el riesgo de un grupo a desarrollar un evento, en nuestro caso una enfermedad, en contraste con el grupo que no presenta ningún riesgo; si $RR=1$, no existe asociación entre el factor de riesgo y la

enfermedad, en cambio si es $RR > 1$, se considera que si incide como factor de riesgo. Y se calcula con la siguiente formula:

$$RR = \frac{IA_e}{IA_o} = \frac{\frac{a}{a+b}}{\frac{c}{c+d}}$$

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción de la muestra

Descripción de las muestras por vacas en fincas

Se muestrearon un total de 97 vacas, las cuales están distribuidas en 24 fincas, el tamaño de la muestra por finca se detalla en la Tabla 12. Para el cantón Francisco de Orellana el tamaño de la muestra representa un valor del 86.6% (84/97); y el cantón Joya de los Sachas el 13.40% (13/97) del total de muestras. Esto se visualiza en la Tabla 11.

Tabla 11

Número de muestras por vacas en los dos cantones de estudio

Cantón	n	%
Francisco de Orellana	84	86.60
Joya de los Sachas	13	13.40
Total	97	100

Nota. n: número de muestras, %: porcentaje equivalente

En la Tabla 11 se evidencia el número de muestras tomadas en cada cantón y por tamaño de finca. Para el cantón Francisco de Orellana se dividieron es fincas medianas y pequeñas con valores de 14 y 8 respectivamente. Mientras para en el cantón Joya de los Sachas las fincas estuvieron distribuidas en una grande y una pequeña.

Tabla 12*Número de animales totales, fincas y animales positivos*

Cantón	Tamaño de la finca	Código Finca	n	Número total de animales de producción	Porcentaje de animales muestreados	Número de vacas positivas	Porcentaje de positividad
Francisco de Orellana	Pequeña	FCO 1	1	3	33.33	0	0.00
		FCO 2	2	5	40.00	0	0.00
		FCO 3	3	14	21.43	1	3.57
		FCO 4	1	8	12.50	0	0.00
		FCO 5	2	8	25.00	1	3.57
		FCO 6	4	5	80.00	1	3.57
		FCO 8	2	2	100.00	0	0.00
		FCO 13	8	8	100.00	6	21.43
		FCO 14	7	8	87.50	5	17.86
		FCO 20	1	5	20.00	0	0.00
	Mediana	FCO 21	1	6	16.67	1	3.57
		FCO 22	5	7	71.43	1	3.57
		FCO 24	6	14	42.86	0	0.00
		FCO 28	2	4	50.00	0	0.00
		FCO 15	2	12	16.67	1	3.57
		FCO 17	1	47	2.13	0	0.00
		FCO 19	2	20	10.00	0	0.00
		FCO 23	13	30	43.33	2	7.14
		FCO 25	1	25	4.00	1	3.57
		FCO 26	8	29	27.59	1	3.57
Total	FCO 29	9	45	20.00	7	25.00	
	FCO 30	3	13	23.08	0	0.00	
			84		28	100.00	
Joya de los Sachas	Mediana	FCO 31	10	22	45.45	6	66.67
	Grande	FCO 32	3	80	3.75	3	33.33
	Total		13			9	100.00

Nota. n: número de animales muestreados por finca***Descripción de la muestra por bidones***

Para las muestras por bidones, se las obtuvo del recorrido de 2 rutas en dos industrias lácteas diferentes en este caso queseras ubicadas en el cantón Joya de los Sachas en donde se recolectaron 77 muestras de leche cruda, mientras que para el caso del cantón Francisco de

Orellana no hay presencia de industrias lácteas según lo reportado por la Agencia de Regulación y Control Fitosanitario (AGROCALIDAD) para el año 2022, es por esta razón que no existe un muestreo por bidón en dicho cantón. La distribución de número muestras por rutas se encuentra detallado en la Tabla 14.

Tabla 13

Número y porcentaje de industrias lácteas muestreadas por cantón

Cantón	Numero de industrias lácteas	Porcentaje de muestreo
Francisco de Orellana	0	0.00
Joya de los Sachas	2	100
Total	2	100

Nota. Autoría propia

Tabla 14

Número y porcentaje de muestras por quesera muestreada

Cantón	Quesera	Ruta	Numero de UPAS muestreadas	Porcentaje de muestreo
Francisco de Orellana	0	0	0	0
	Total		0	0
Joya de los Sachas	"QEG"	1	17	22.08
		2	19	24.68
Sachas	"QD"	1	21	27.27
		2	20	25.97
	Total		77	100.00

Nota. Autoría propia

Prevalencia de mastitis

Prevalencia de mastitis por vaca y por finca muestreada

El resultado de la prevalencia de mastitis subclínica por el método de Conteo Células Somáticas (CCS), en la provincia de Orellana fue 38.14% (37/97), prevalencia que es comparable con la reportada por Espinosa & Mier (2013) quienes reportaron un valor de 49,98%; desde el reporte de este valor han pasado diez años y la prevalencia de esta enfermedad no disminuido representativamente, esto se puede deber a que la mastitis es una patología donde interactúan varios factores para que aparezca, por ende la erradicación de un solo factor no es suficiente para terminar con la enfermedad dentro del hato bovino; entre estos tenemos: el medio ambiente, genética, nutrición, malas prácticas de sanidad, entre otras. Por otro lado Trujillo (2011) menciona que el alto número de vacas positivas forman un reservorio importante de patógenos causantes de esta enfermedad que se disemina a otras vacas en las tanto en las mismas explotaciones como fuera de ellas. En la Tabla 14 se presenta las prevalencias de cada cantón.

Tabla 15

Prevalencia en vacas por cantones

Cantón	Número de vacas muestreadas	Número de vacas positivos a CCS	Prevalencia %
Francisco de Orellana	84	28	33.33
Joya de los Sachas	13	9	69.23
Total	97	37	

Nota. CCS: Conteo de Células Somáticas, %: porcentaje referencial

Para el caso de la prevalencia por finca, se realizó una definición de caso en la cual se plateó que si al menos una vaca presenta mastitis dentro de la explotación, se inferirá como

positiva a mastitis a la finca en análisis. Se obtuvieron resultados de una prevalencia de 64.55% (12/22) para el caso del cantón Francisco de Orellana; este resultado concuerda con lo reportado con Mendoza et al., (2017) en donde 67.7% de los predios presentó al menos un animal positivo. Por otro lado en el cantón Joya de los Sachas existió una prevalencia del 100%. En la Tabla 12 se muestran por código las fincas positivas y la cantidad de animales que con mastitis.

Para comprobar la significancia de una variable con otra se utilizó la prueba de Chi Cuadrado de Pearson, en donde se determinó que existe una diferencia significativa entre los casos positivos a mastitis y los cantones muestreados ($\chi^2 = 0.0132; p < 0.05$).

Por otro lado en el caso del tamaño de finca en el cantón Francisco de Orellana, tampoco se encontró una relación entre esta variable y la presencia de mastitis en las explotaciones ganaderas ($\chi^2 = 0.6426; p > 0.05$). Este valor difiere a los presentado por Velásquez & Vega (2012), en donde menciona que en hatos pequeños existe menor porcentaje de prevalencia que en medianos y grandes, esto se debe a que el nivel de estrés es inferior, lo que influye directamente en la presencia de la enfermedad.

Prevalencia de mastitis por bidón

En el cantón Joya de los Sachas se muestrearon dos queseras con un total de 77 muestras de bidones en donde la prevalencia a mastitis subclínica por Conteo de Células Somáticas fue de 38.99% (30/77). Por otro lado también se obtuvo la prevalencia por cada una de las industrias lácteas muestreadas, la primera denominada como “QD” se encontró un valor del 39.03% (16/77); mientras que para la quesera “QEG” se logró 38.89% (14/77).

Tabla 16*Prevalencia de mastitis por ruta e industria láctea muestreada*

Quesera "QD"				Quesera "QEG"			
<i>Ruta 1</i>		<i>Ruta 2</i>		<i>Ruta 1</i>		<i>Ruta 2</i>	
Total	21	Total	20	Total	17	Total	19
Positivos	7	Positivos	9	Positivos	9	Positivos	5
Negativos	14	Negativos	11	Negativos	8	Negativos	14
Prevalencia	33.33	Prevalencia	45	Prevalencia	52.94	Prevalencia	26.32
	%		%		%		%

Nota. Total: Total de muestras tomadas, Positivos: Numero de muestras positivas a mastitis subclínica, Negativo: Numero de muestras positivas a mastitis subclínica

Mediante la prueba de Chi cuadrado ($\chi^2 = 0.6171; p > 0.05$), se demostró que no existe diferencia significativa entre la presencia de mastitis y la quesera; además también se puede evidenciar que en industrias lácteas los valores de prevalencia a mastitis subclínica son alto, esto se debe probablemente a deficientes prácticas de manejo Philpot & Nickerson (2000).

Calidad de leche

Calidad de leche a nivel de fincas

Al obtener la cantidad de muestras que cuentan con los valores óptimos de acuerdo con la norma INEN (2015), se evidencio que además del parámetro de temperatura de la muestra de leche analizada, en el cantón Francisco de Orellana la acides titulable es la que presenta, mayor porcentaje de muestras con valores dentro de parámetros normales; este parámetro lo podemos relacionar con la prevaecía de mastitis en el cantón ya que es menor que en cantón Joya de los Sachas. La acides titulable de la leche fresca disminuye según avanza el periodo de lactación y suele ser baja en leche mastítica (Negri, 2005).

Tabla 17

Número de muestras óptimas de vacas en comparación a la norma INEN

Variable	Unidades	Valor de referencia	Francisco de Orellana			Joya de los Sachas		
			n	N	%	n	N	%
Grasa	%	> 3	83	5	6.02	13	5	38.46
Solidos no grasos	%	> 8.2		56	67.47		9	69.23
Densidad	g/cm ³	1.028/1.033		1	1.20		1	7.69
Agua añadida	%	0		57	68.67		11	84.62
Punto de crioscopia	%	-0.535 a - 0.512		3	3.61		1	7.69
Proteínas	°C	>2.9		59	71.08		8	61.54
Acidez titulable		0.13-0.17		66	79.52		5	38.46
Temperatura	°C	5-30		83	100.00		12	92.31
Lactosa	%	4-6		59	71.08		6	46.15
Conductividad	mS/cm	4-6		29	34.94		2	15.38
pH		6.6-6.8		49	59.04		5	38.46

Nota. n: Numero de muestras totales por cantón, N: Numero de muestras optimas, %: Porcentaje en referencia a las muestras optimas.

Mediante la Prueba de medias de t de Student se pudo comparar la significancia que existe entre las muestras obtenidas en vaca en fincas en los dos cantones en estudio. De acuerdo con esto para las variables: grasa (%), solidos no grasos (%), densidad, proteínas (%), lactosa (%), conductividad eléctrica no presentan diferencias significativas entre cantones. Mientras que los parámetros % agua añadida, punto de crioscopia, acidez titulable y pH presentan una correlación entre los dos cantones (Tabla 18).

Tabla 18

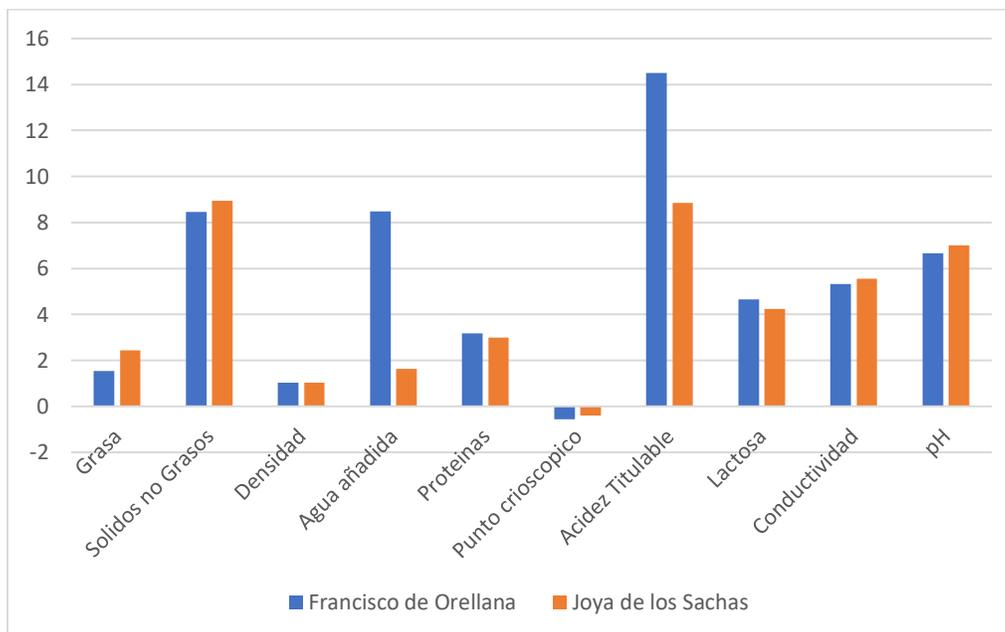
Valores de las medias de muestras de leche tomadas a vacas

Parámetro	Unidades	Francisco de Orellana	Joya de los Sachas	p-valor
Grasa	%	1.54	2.44	0.1063
Solidos no grasos	%	8.45	8.93	0.3228
Densidad	g/cm ³	29.97	28.19	0.192
Agua añadida	%	8.47	1.62	0.001
Proteínas	%	3.18	2.98	0.2859
Punto crioscópico	°C	-0.553	-0.41	0.0003
Acidez titulable		14.5	8.84	0.0003
Lactosa	%	4.66	4.24	0.1484
Conductividad	mS/cm	5.31	5.54	0.6731
pH		6.66	7	0.0008

Nota. Autoría propia

Figura 4

Gráfica comparativa de los valores de las medias entre los dos cantones



Nota. Autoría propia

Para determinar si la muestra presenta calidad, se establece una definición de caso la cual plantea que para que una muestra sea de consideraba como adecuada para el consumo

humano es cuando cumple los todos los parámetros evaluados. Se encontró que solo 1 de las 97 muestras presenta valores óptimos en comparación con lo establecido por la norma INEN.

Calidad de leche en muestras de bidones

De igual manera, como en el caso de muestras de leche en vacas, se realizó una comparación entre las muestras de las dos queseras evaluadas, con la cantidad de muestras optimas, se pude evidenciar que posterior a la temperatura, la acidez titulable presenta mayor porcentaje de muestras optimas, lo cual concuerda con lo descrito en la prevalencia ya que no existe una diferencia significativa entre las dos industrias.

Tabla 19

Número de muestras optimas de bidones en comparación la norma INEN

Variable	Unidades	Valor de referencia	Quesera "QD"			Quesera "QEG"		
			n	N	%	n	N	%
Grasa	%	> 3	41	23	56.10	36	28	77.78
Solidos no grasos	%	> 8.2		27	65.85		26	72.22
Densidad	g/cm ³	1.028/1.033		16	39.02		26	72.22
Agua añadida	%	0		29	70.73		27	75.00
Punto crioscópico	°C	-0.535 a -0.512		4	9.76		3	8.33
Proteínas	%	.>2.9		25	60.98		20	55.56
Acidez Titulable		0.13-0.17		37	90.24		33	91.67
Temperatura	°C	5-30		41	100.00		36	100.00
% Lactosa	%	4-6		14	34.15		28	77.78
Conductividad	mS/cm	4-6		29	70.73		23	63.89
pH		6.6-6.8		22	53.66		21	58.33

Nota. n: Numero de muestras totales por industria láctea, N: Numero de muestras optimas, %: Porcentaje en referencia a las muestras optimas.

Mediante la Prueba de medias de t de Student se pudo comparar la significancia que existe entre las muestras obtenidas de bidones en fincas en las dos queseras. De acuerdo con lo antes indicado para las variables: Sólidos no grasos, densidad, agua añadida, proteínas,

conductividad y pH no existe diferencia significativa. Mientras que los parámetros Grasa, Punto crioscópico, acidez titulable, temperatura, lactosa, presentan una correlación entre los dos cantones Tabla 20.

Tabla 20

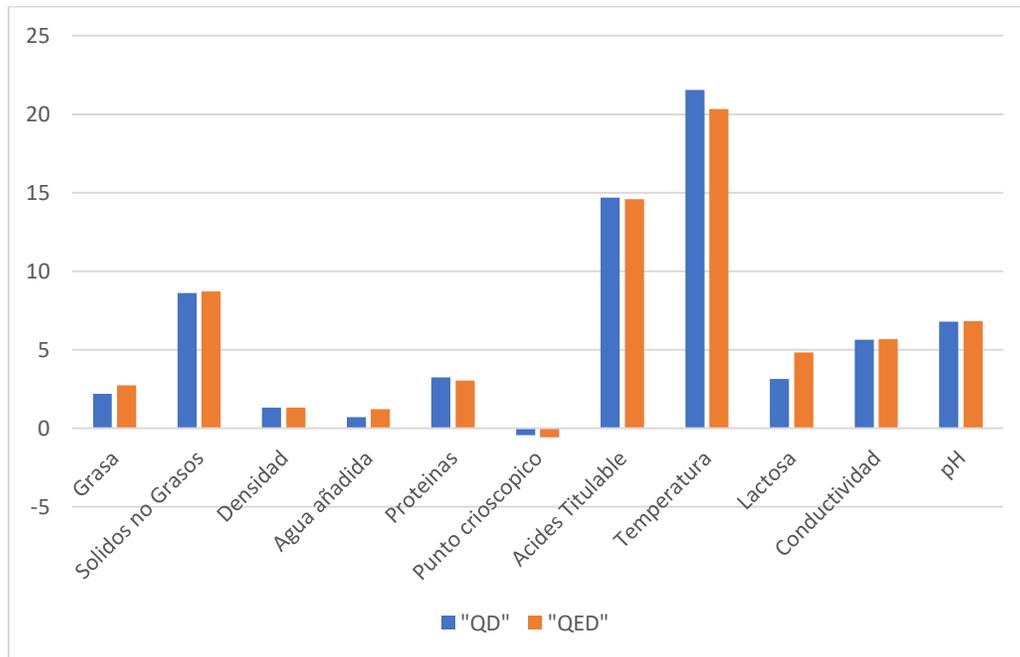
Valores de las medias de las muestras de leche tomadas a bidones

Parámetro	Unidades	"QD"	"QED"	p-valor
Grasa	%	2.19	2.74	0.0474
Solidos no grasos	%	8.59	8.7	0.7758
Densidad	g/cm ³	30.63	29.65	0.2092
Agua añadida	%	0.72	1.2	0.3956
Proteínas	%	3.25	3.03	0.4207
Punto crioscópico		-0.454	-0.585	<0.0001
Acidez titulable		14.67	14.58	<0.0001
Temperatura	°C	21.53	20.31	0.0099
Lactosa	%	3.12	4.84	<0.0001
Conductividad	mS/cm	5.62	5.67	0.8566
pH		6.79	6.83	0.5125

Nota: Autoría propia

Figura 5

Gráfica comparativa de los valores de las medias entre las dos queseras



Nota. Autoría propia

Para determinar si la muestra cumple con los parámetros de calidad, se establece una definición de caso la cual plantea que para que una muestra sea de consideraba como optima es cuando cumple los todos los parámetros evaluados. Se encontró no existe ninguna muestra que presente valores óptimos en todos los parámetros, en comparación con los establecidos por la norma INEN (2015).

Presencia de adulterantes y antibióticos.

Presencia de adulterantes y antibióticos en muestras de vacas por finca

Se puede evidenciar en la tabla 21 que no existe presencia de ningún tipo de adulterante tanto para el cantón Francisco de Orellana como para el cantón Joya de los Sachas. Mientras que en el caso de antibióticos como resultados se encontró β -Lactamas tanto en el cantón Francisco de Orellana como Joya de los Sachas con valores de 14 y 3 muestras respectivamente, a pesar de lo mencionado anteriormente mediante la prueba de chi cuadrado

se demuestra que no existe diferencia significativa entre los dos cantones ($\chi^2 = 0.571$; $p > 0.05$). De igual manera sucede para Tetraciclinas y Sulfonamidas, ambas con el mismo valor para la prueba chi cuadrado ($\chi^2 = 0.692$; $p > 0.05$).

Los valores encontrados los podemos comparar con los reportados por Chamorro et al., (2010) en donde se realizan estudios a 96 muestras tomadas directamente de vaca, y se evidencia que el 5,2 % tienen presencia de antibióticos betalactámicos; en el caso de en esta investigación se presenta un porcentaje de 0 y para adulterantes 2%. Lo que demuestra que el problema está en el mal manejo de los medicamentos al momento de tratar enfermedades.

Tabla 21

Muestras positivas a conservantes, neutralizantes o antibiótico

Cantón	Variable	Categoría	Número de muestras	Positivos	%
Francisco de Orellana	Conservantes	Cloruros	84	0	0
		Peróxidos	84	0	0.00
Orellana	Neutralizantes	Bicarbonato de Sodio	84	0	0.00
	Antibióticos	β -Lactamas	84	14	16.67
		Tetraciclinas	84	1	1.19
		Sulfonamidas	84	1	1.19
Joya de los Sachas	Conservantes	Cloruros	13	0	0.00
		Peróxidos	13	0	0.00
Sachas	Neutralizantes	Bicarbonato de Sodio	13	0	0.00
	Antibióticos	β -Lactamas	13	3	23.08
		Tetraciclinas	13	0	0.00
		Sulfonamidas	13	0	0.00

Nota. %: Porcentaje referencial a las muestras positivas

Presencia de adulterantes y antibióticos en muestras de bidones

En la Tabla 22, se puede evidenciar que no existe presencia de adulterantes en ninguna de las industrias, lo que muestra que el cantón Joya de los Sachas no existe inocuidad de productos elaborados lo que puede causar daños al consumidor.

En el caso antibióticos se encontró 5 muestras positivas a β -Lactamas en la quesería "QD" con un valor de 12.20% esto debido a que la cantidad de leche comercializada es poca dentro del cantón y las industrias lácteas son pequeñas. Andrade et al., (2017) hallaron porcentajes de residualidad de 3.7%, esto a que en la provincia de estudio los controles de inocuidad son más rígidos y las industrias de igual manera son más grandes.

Tabla 22

Muestras positivas a conservantes, neutralizantes o antibiótico

Quesera	Variable	Categoría	Número de muestras	Positivos	%
"QD"	Conservantes	Cloruros	41	0	0.00
		Peróxidos	41	0	0.00
	Neutralizantes	Bicarbonato de Sodio	41	0	0.00
	Antibióticos	β -Lactamas	41	5	12.20
		Tetraciclinas	41	0	0.00
		Sulfonamidas	41	0	0.00
"QEG"	Conservantes	Cloruros	36	0	0.00
		Peróxidos	36	0	0.00
	Neutralizantes	Bicarbonato de Sodio	36	0	0.00
	Antibióticos	β -Lactamas	36	0	0.00
		Tetraciclinas	36	0	0.00
		Sulfonamidas	36	0	0.00

Nota. %: Porcentaje referencial a las muestras positivas

Factores de riesgo para la presencia de mastitis en fincas

Los factores de riesgo para la presencia de mastitis en las fincas muestreadas se determinaron mediante las encuestas epidemiológicas realizadas a los propietarios. Es importante señalar que las respuestas son subjetivas al encuestado, de modo que no siempre demostraran con veracidad la situación real de la Unidad de Producción Agropecuaria (UPA).

Mediante la fórmula de Riesgo Relativo (RR) se calculó los posibles factores de riesgo. La interpretación de los resultados nos indica que si un valor de $RR = 1$ no existe asociación

entre el factor de riesgo y la enfermedad, mientras que si $RR > 1$ existe una asociación positiva entre el factor y la enfermedad, por otro lado si el resultado es $RR < 1$ existe una asociación negativa, por lo tanto, el factor se puede convertir en un efecto protector a la aparición de la enfermedad.

Los factores de riesgo que se examinaron son: Conocimiento de la enfermedad, capacitación, buenas prácticas de ordeño (secado, lavado y sellado de pezones, realización de despunte), realización de prueba CMT, filtración de la leche y presencia de agua potable.

Tabla 23

Factores de riesgo asociados a la presencia de mastitis en fincas

Factor de riesgo	Categoría	Mastitis		R.R.	I.C. 95%
		Positivo	Negativo		
Conocimiento de la enfermedad	No	5	3	1.180	0,52 - 2,30
	Si	9	8		
Capacitación	No	10	2	2.708*	1,28 - 6,73
	Si	4	9		
Contar con agua potable	No	11	3	2.881*	1,24 - 8,27
	Si	3	8		
Con que seca pezones	No seca	7	4	1.273	0,62 - 2,61
	Otros	7	7		
Lavar pezones	No	4	3	1.029	0,42 - 2,02
	Si	10	8		
Hacer despunte	No	8	3	1.697	0,84 - 3,61
	Si	6	8		
Sellar pezones	No	10	8	0.972	0,49 - 2,38
	Si	4	3		
Realizar prueba CMT	No	12	10	0.818	0,43 - 2,74
	Si	2	1		
Filtrar la leche	No	12	10	0.818	0,77 - 3,08
	Si	2	1		

Nota. R.R.: Riesgo Relativo, I.C. 95%: Intervalo de confianza al 95%, *: Factor de riesgo que presenta significancia.

Si nos regimos a los establecido descrito anteriormente; en la tabla 23, se muestra los valores de RR por ende se puede decir que los posibles factores de riesgo para la presencia de

mastitis en fincas son: el desconocimiento de la enfermedad y la falta de capacitación a los productores, este resultado concuerda parcialmente con el presentado por Bonifaz & Conlago (2016), ya que en dicho estudio dice a pesar de que los productores saben la existencia de la mastitis bovina, no conocer el tratamiento y pruebas diagnósticas en campo como CMT para el control de la misma.

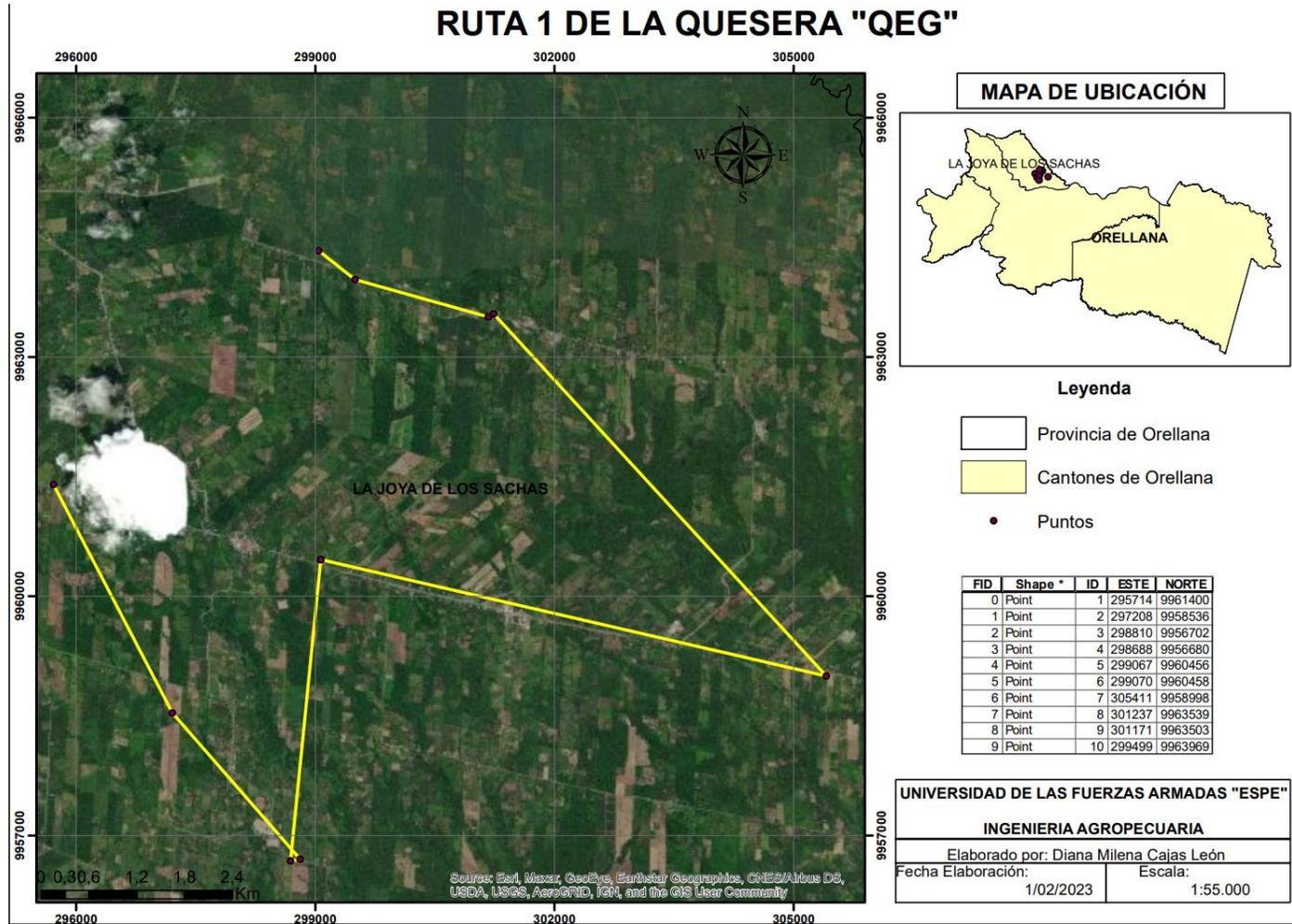
Por otro lado, la inadecuada limpieza de la ubre (lavado y secado) previo al ordeño y la falta de sellado de los pezones posterior al mismo se convierten en factores de riesgo; esto indica que una ubre sucia incrementa el riesgo de mastitis y aún más si dentro de la UPA no existe una adecuada limpieza con agua limpia o potable tanto del establecimiento como de los utensilios de ordeño; esta información coincide con los resultados presentados por Ramírez (2015) donde se muestra que estos parámetros son los principales factores predisponentes para mastitis subclínica con un (OR=5,744).

Georreferenciación

Se muestrearon un total de 4 rutas de carros recolectores de leche, todos estos ubicados en el cantón Joya de los Sachas. En las Figuras 6, 7, están georreferenciadas dos rutas de la quesera "QEG", mientras que en las Figuras 8 y 9 se encuentran las rutas de la quesería "QD".

Figura 6

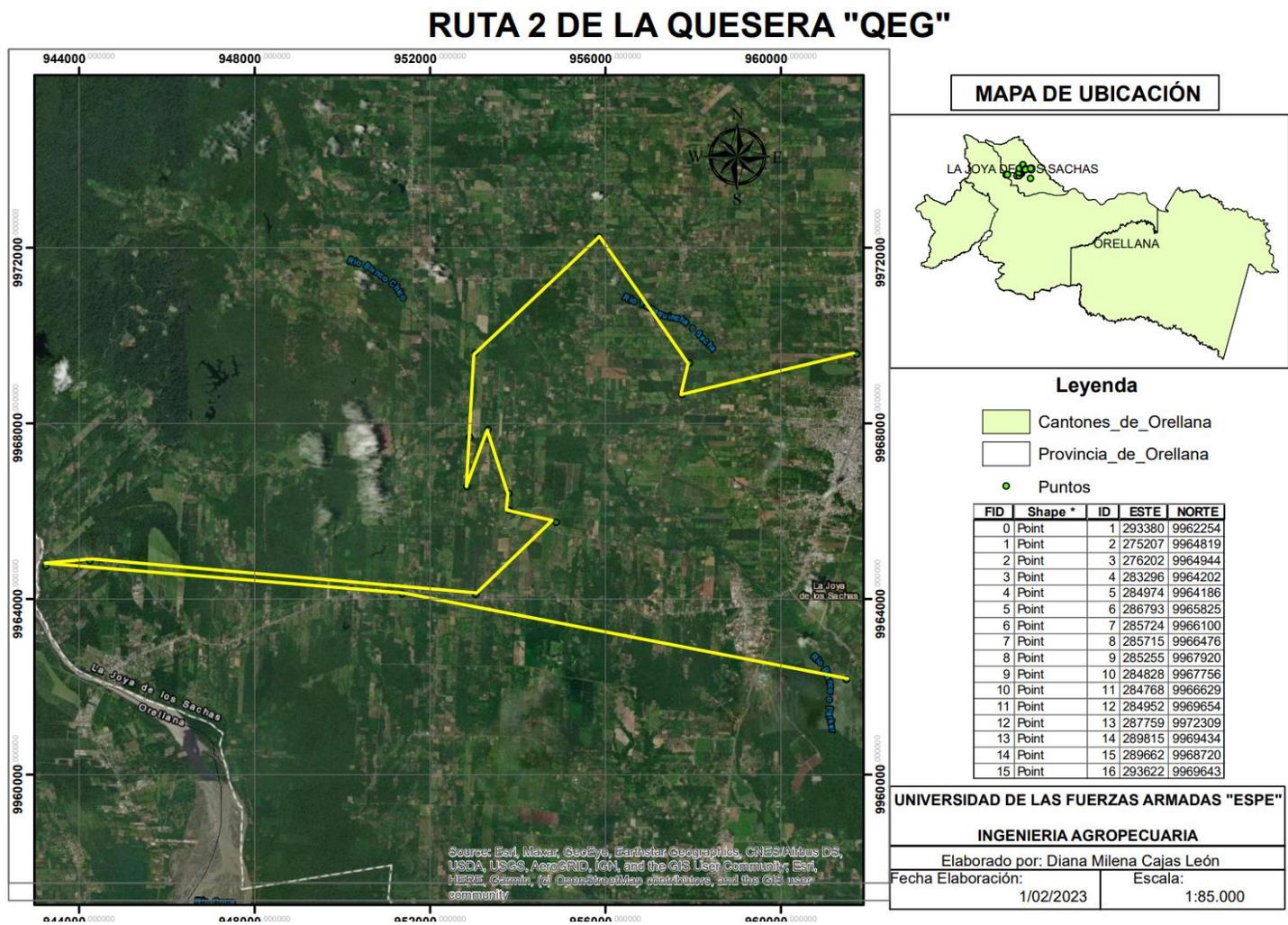
Georreferenciación de la ruta 1 de la quesera "QEG"



Nota. Autoría propia

Figura 7

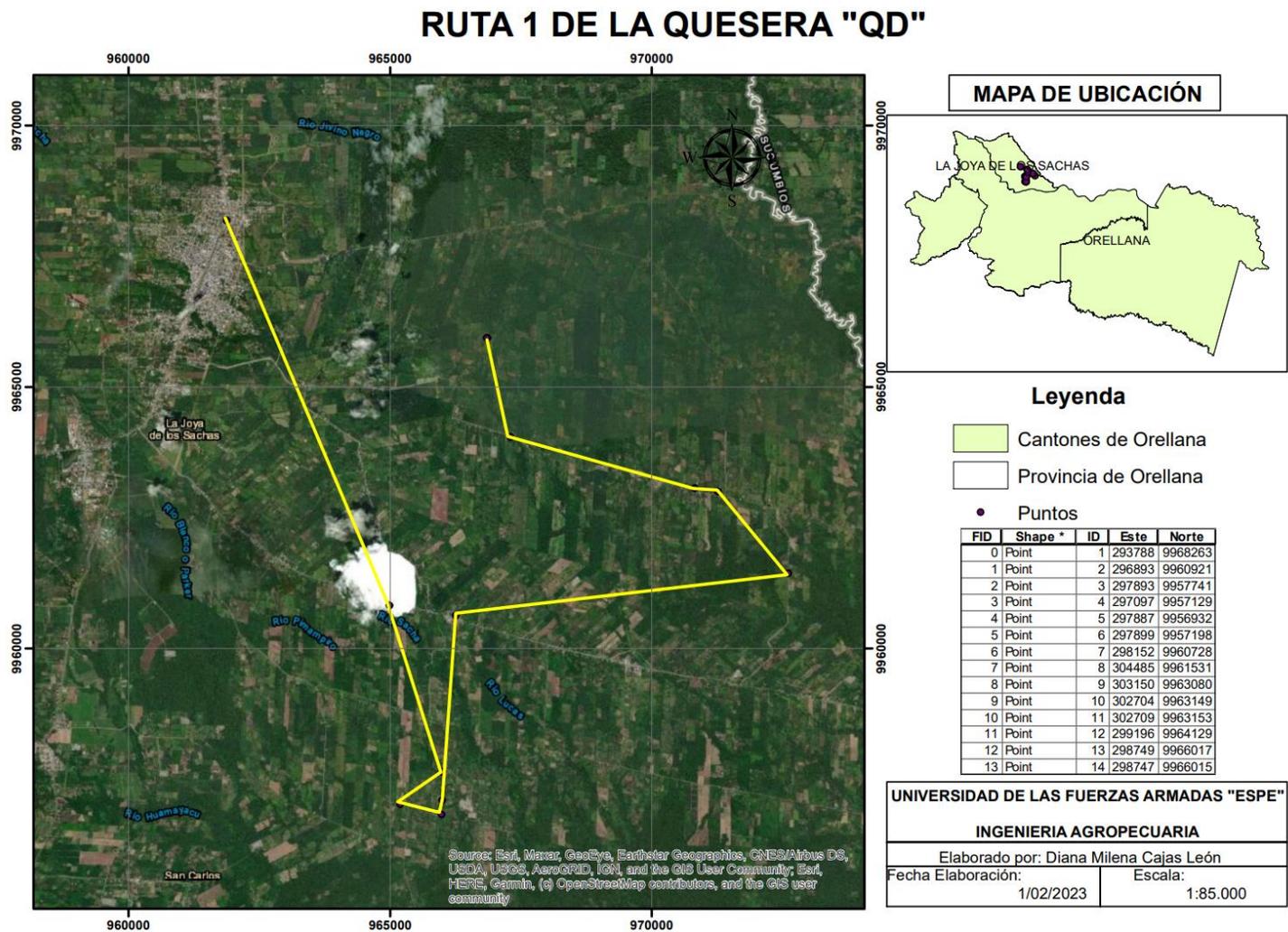
Georreferenciación de la ruta 2 de la quesera "QEG"



Nota. Autoría propia

Figura 8

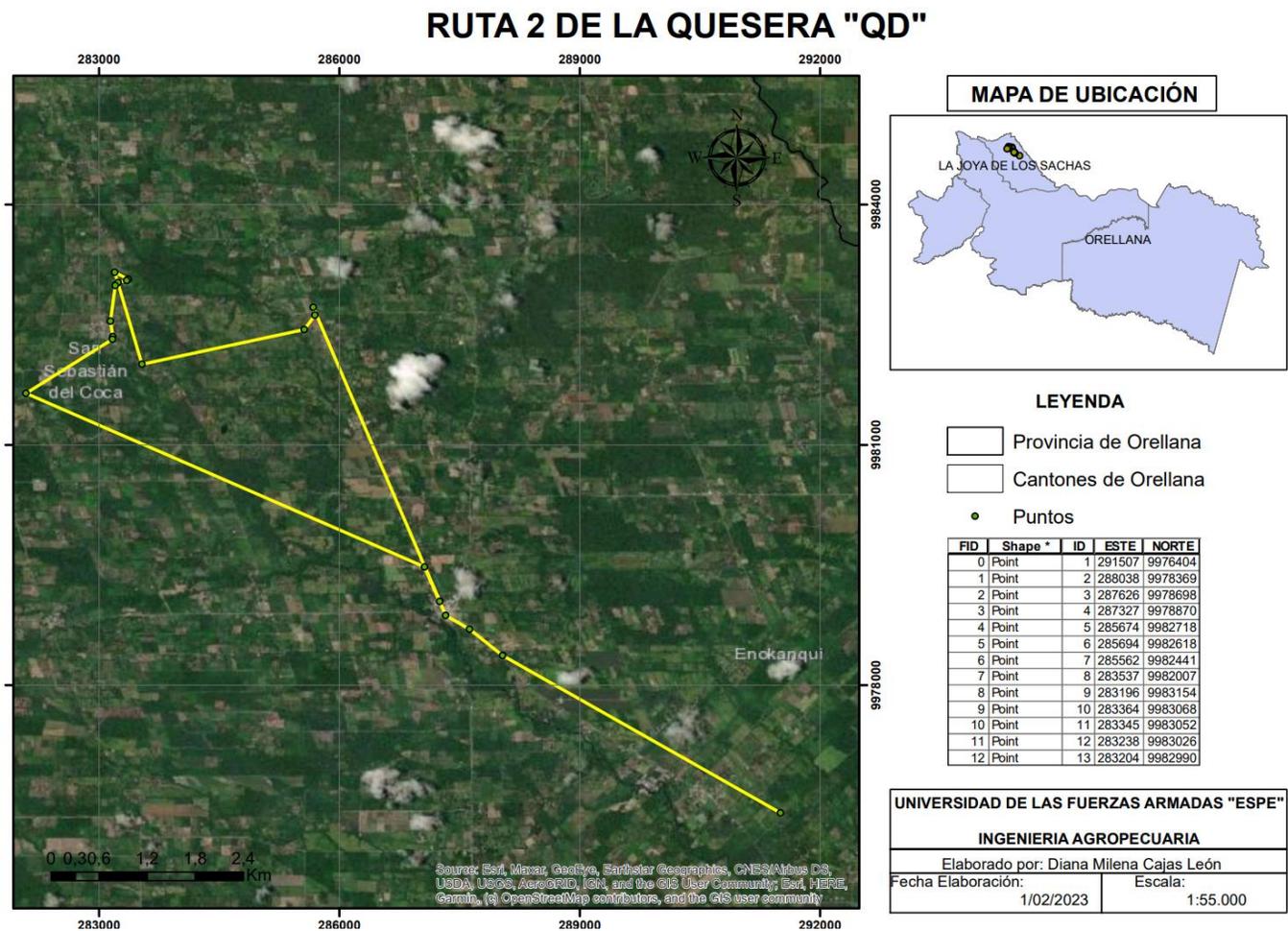
Georreferenciación de la ruta 1 de la quesera "QD"



Nota. Autoría propia

Figura 9

Georreferenciación de la ruta 2 de la quesera "QD"



Nota. Autoría propia

Capacitación a productores

La capacitación a productores sobre el tema de mastitis se la realizó juntamente con las visitas a campo al momento de realizar la toma muestras en cada una de las fincas y también en reuniones grupales a productores. Esta actividad se la cumplió mediante charlas informativas de la enfermedad, tratamiento y pruebas diagnósticas, así como respondiendo preguntas puntuales de lo requerido por el productor. Es importante señalar que las personas de los dos cantones visitados se mostraron muy interesados por el tema y por aprender más ya que es un problema que causa pérdidas económicas tanto a pequeños como grandes productores. Dentro de las charlas de capacitación se impartieron también conferencias informativas sobre temas de brucelosis y enfermedades hemotrópicas.

Figura 10

Capacitación a productores de Orellana



Nota. Autoría propia

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- En el presente estudio fue posible determinar la prevalencia de mastitis subclínica en dos cantones de la provincia de Orellana mediante la prueba diagnóstica de Conteo de Células Somáticas, para el cantón Francisco de Orellana se presentó un valor de 33.33%, mientras que el cantón Joya de los Sachas 69.23 %, para muestras obtenidas de vacas en fincas. Por otro lado se determinó la prevalencia en dos industrias lácteas del cantón Joya de los Sachas, las cuales son 39,17 y 50,16% para las queseras “QD” y “QEG” respectivamente.
- Se determinó la calidad de leche mediante el equipo Ecomilk Bond en donde se midió 11 parámetros de los cuales a nivel de muestras de leche por fincas solo 1 muestra presentó valores óptimos para todos los indicadores en comparación con la norma INEN 2015, mientras que en ninguna muestra presentó valores óptimos para todos los indicadores. Entre tanto que para adulterantes, conservantes y neutralizantes no se encontró presencia de estos en los dos cantones muestreados; y por último para la presencia de antibióticos se encontraron valores que muestran la existencia de estos en el dentro de la provincia.
- Mediante la utilización de encuestas epidemiológicas, se determinaron como posibles factores de riesgo para mastitis subclínica a nivel de finca los siguientes: el desconocimiento y la falta de capacitación, además de malos hábitos de ordeño como una inadecuada limpieza de la ubre y el sellado de los pezones post ordeño.

Recomendaciones

- Dado que la prevalencia de mastitis subclínica en la en los dos cantones de estudio de la provincia de Orellana es alta, se recomienda realizar estudios de identificación y tipificación

de los agentes causales para esta enfermedad; esto con el objetivo de orientar a los productores a tener un mejor manejo en los procesos de tratamientos.

- Mediante el presente estudio se determinó que existe presencia de antibióticos en leche, lo cual pone en evidencia el inadecuado manejo de estos; lo mencionado anteriormente puede ser causa de antibio-resistencia de los agentes causales de mastitis; por lo cual se recomienda la verificación de esta posibilidad.
- Una vez determinados los factores de riesgo para la zona de estudio, se recomienda la implementación de programas de prevención y control de la mastitis bovina, con énfasis en campañas de conocimiento y concientización de la influencia de la mastitis sobre los hatos ganaderos, así como la influencia de antibióticos en los seres humanos que consumen leche de baja calidad.

Bibliografía

- Agudelo, D., & Bedoya, O. (2005). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *Revista Lasallista de Investigación*, 2, 38–42. <https://www.redalyc.org/pdf/695/69520107.pdf>
- Almeida, D. (2015). *Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test e identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche en la comunidad San Pablo Urco, Olmedo - Cayambe* [Tesis de Pregrado, Universidad Politecnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/9834>
- Alvarez, E., & Chuqui, C. (2017). *Prevalencia de mastitis subclínica mediante California Mastitis Test CMT en ganado bovino lechero del cantón Cuenca* [Tesis de Pregrado, Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/26628>
- Andrade, O., Ayala, L., Nieto, P., Pesántes, J., Rodas, E., Vázquez, J., Murillo, Y., Aguilar, Y., Serpa, V., & Dutan, J. (2017). Determinación de adulterantes en leche cruda de vaca en centros de acopio, medios de transporte y ganaderías de la provincia del Cañar, Ecuador. *Maskana*, 8, 1–3. <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/1507#:~:text=EI%20objetivo%20de%20este%20estudio,la%20provincia%20de%20Ca%C3%B1ar%2C%20Ecuador.>
- Bonifaz, N., & Conlago, 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*.
- Broster, W., & Swan, H. (1979). *Feeding strategy for the high yielding dairy cow* (1a ed., Vol. 1).
- Chamorro, J., López, E., Astaiza, J., Benavides, C., & Hidalgo, A. (2010). Determinación de la calidad composicional y de residuos antibióticos betalactámicos en leche cruda expendida

en el sector urbano del municipio de Ipiales. *SCIELO*, 12(1), 89–101.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0124-71072010000100011&script=sci_abstract&lng=es

Contero, R. (2008). La calidad de la leche: un desafío en el Ecuador. *La granja. Revista de Ciencias de la Vida*, 7, 25–28.
<https://lagranja.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/7.2008.05>

Contero, R., Requelme, N., Cachipundo, C., & Acurio, D. (2021). Quality of raw milk and payment system for quality in Ecuador. *Granja*, 33(1), 31–43.
<https://doi.org/10.17163/LGR.N33.2021.03>

Coronel, D., & Espinosa, M. (2017). *Prevalencia de mastitis subclínica en ganado bovino lechero de la zona occidental de la provincia del Azuay* [Tesis de Pregrado, Universidad de Cuenca].
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/26224>

Díaz, T. (2022). *Determinación de la prevalencia de mastitis en vacas Holstein mestizas de la Asociación ASOPROPEM del cantón Patate* [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17850/1/17T01801.pdf>

Ecuador en cifras. (2021). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2020*.

Elizalde, E., Signorini, M., Canavesio, V., Cuatrin, A., & Tarabla, H. (2009). Medición de la conductividad eléctrica en leche como diagnóstico de mastitis subclínica bovina. *Revista FAVE*, 1, 1–14.
<https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/publicaciones/index.php/FAVEveterinaria/article/view/147>

Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. (2021). *Ganadería* (Vol. 1, pp. 44–46).

Espinosa, M. G., & Mier, J. (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*. [Tesis de Pregrado, Universidad Central de Ecuador].
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/1281#:~:text=Mediante%20la%20prueba%20de%20California,microorganismos%20aislados%20fueron%3A%20Staphylococcus%20sp>
p.

Fonseca, L. (2015). *Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi-Cayambe* [Tesis de Pregrado, Universidad Pontificia Salesiana].
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/9825>

Gómez, O., Santivañez, C., Arauco, F., & Espesua, O. (2015). Criterios de interpretación para California Mastitis Test en el diagnóstico de mastitis subclínica en bovinos. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 26(1).
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172015000100011#:~:text=La%20prevalencia%20de%20mastitis%20subcl%C3%ADnica%20en%20los%20cuartos%20mamarios%20individuales,menor%20en%20el%20grado%20trazas.

Grijalva, J. P. (2011). La Industria Lechera en Ecuador: un modelo en desarrollo. *Dialnet*, 1, 65–70.

INEN. (2015). *Leche Cruda*. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/9-5.pdf>

- Ionita, E. (2022, junio 13). *La producción de leche en Ecuador*. Veterinaria Digital.
- Kleinschroth, E., Rabold, K., & Deneke, J. (1991). *Mastitis*. EDIMED.
- Lenis, Y. (2014). *Reproducción de la vaca. Manual didactico sobre la reproduccion, la gestacion, la lactancia y el bienestar de la hembra bovina*. (1a ed., Vol. 1). Corporacion Universitaria Remington.
- López, P., & Fachelli, S. (2015). *Metodología de la investigación social cuantitativa* (1a ed.). <http://ddd.uab.cat/record/129382>
- Maldonado, J. (2021, junio 9). Agricultura, Ganadería y Silvicultura. *Ekonegocios*. <https://ekosnegocios.com/articulo/agricultura-ganaderia-y-silvicultura>
- Mendoza, J., Vera, Y., & Peña, L. (2017). Prevalence of subclinical mastitis, associated microorganisms and identified risk factors in dairy herds in the Province of Pamplona, Norte de Santander. *Scielo*, *64*, 11–24. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-66432012000100006
- Negri, L. (2005). El pH y la acidez de la leche. En *Manual de Referencias técnicas para el logro de leche de calidad* (2a ed., pp. 1–7). <https://www.aprocal.com.ar/wp-content/uploads/pH-y-acidez-en-leche2.pdf>
- Orozco, M. (2022, agosto 19). Los cinco cambios que impone la ley para fijar el precio de la leche. *PRIMICAS*. <https://www.primicias.ec/noticias/economia/leche-precio-ley-ecuador/>
- Paucar, V., Ron, J., Benítez, W., & Celi, M. (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*. Recuperado de: (PDF) *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. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34576711/>

Philpot, N., & Nickerson, S. (2000). *Ganando la lucha contra la mastitis* (Westalia, Ed.).

Ramirez, J. (2015). Prevalencia y factores predisponentes a mastitis subclínica en establos lecheros de la provincia de Trujillo. *CEDAMAZ*, 5(1), 12–22.

Real Academia Española [RAE]. (2014). Diccionario Real Academia de la Lengua Española. En *Diccionario Real Academia de la Lengua Española*.

Requelme, N., & Bonifaz, N. (2012). Characterization of milk production systems in Ecuador. *La Granja*, 55–68.
https://www.researchgate.net/publication/320501952_Characterization_of_Dairy_Production_Systems_in_Terms_of_Mountain_Quimiag_Parish_Chimborazo_Province_Ecuador

Reyes, J., & Bedolla, J. (2008). Importancia del conteo de células somáticas en la calidad de la leche. *RedVet*, 9, 2–7. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63617329004.pdf>

Rosario, K., & Pezantes, D. (2016). *Prevalencia de mastitis subclínica en la región oriental de la provincia del Azuay, mediante la prueba California Mastitis Test* [Tesis de Pregrado, Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/25537>

Velásquez, C., & Vega, J. (2012). Calidad de la leche y mastitis subclínica en establos de la provincia de Huaura, Lima. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 23. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172012000100008