



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

**“PREVALENCIA DE AGENTES BACTERIANOS RESISTENTES A
ANTIBIÓTICOS EN MASTITIS BOVINA DE GANADERÍAS LECHERAS DEL
CANTÓN ANTONIO ANTE”.**

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniera Agropecuaria

AUTOR/A:

Jazley Consuelo Jácome Mora

DIRECTORA:

MSc. Ima Sumac Sánchez de Céspedes

Ibarra, 2022

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

“PREVALENCIA DE AGENTES BACTERIANOS RESISTENTES A ANTIBIÓTICOS EN MASTITIS BOVINA DE GANADERÍAS LECHERAS DEL CANTÓN ANTONIO ANTE”.

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación

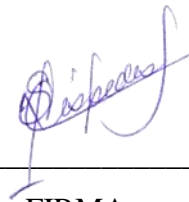
como requisito parcial para obtener Título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

APROBADO:

MSc. Ima Sumac Sánchez de Céspedes

DIRECTORA



FIRMA

Ing. María José Romero MSc.

MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA

Ing. Miguel Aragón MSc.

MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100391002-1		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Jácome Mora Jazley Consuelo		
DIRECCIÓN:	Aurelio Mosquera Narváz 1-160 y Av. Jaime Roldós Aguilera.		
EMAIL:	icjacomem@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	2 601 – 101	TELÉFONO MÓVIL:	0986043470

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"PREVALENCIA DE AGENTES BACTERIANOS RESISTENTES A ANTIBIÓTICOS EN MASTITIS BOVINA DE GANADERÍAS LECHERAS DEL CANTÓN ANTONIO ANTE".
AUTOR:	Jácome Mora Jazley Consuelo
FECHA:	13/01/2022
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera en Agropecuaria
ASESOR /DIRECTOR:	MSc. Ima Sumac Sánchez de Céspedes

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 13 días del mes de enero de 2022.

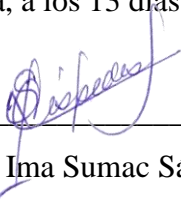
EL AUTOR:

.....
Jazley Consuelo Jácome Mora

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Jazley Consuelo Jácome Mora, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 13 días del mes de enero de 2022

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Ima Sumac Sánchez de Céspedes', is written over a horizontal line.

MSc. Ima Sumac Sánchez de Céspedes

DIRECTORA DE TESIS

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 13 días del mes de enero del 2022

Jazley Consuelo Jácome Mora: “PREVALENCIA DE AGENTES BACTERIANOS RESISTENTES A ANTIBIÓTICOS EN MASTITIS BOVINA DE GANADERÍAS LECHERAS DEL CANTÓN ANTONIO ANTE” /Trabajo de titulación. Ingeniera Agropecuaria.

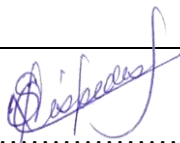
Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 13 días del mes de enero del 2022, 119 páginas.

DIRECTOR (A): MSc. Ima Sumac Sánchez de Céspedes.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar la prevalencia de agentes bacterianos resistentes a antibióticos en mastitis bovina de ganaderías lecheras del cantón Antonio Ante.

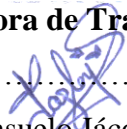
Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Determinar el tipo de mastitis de las unidades de producción animal y su influencia en la calidad de leche del cantón Antonio Ante.
- Identificar las bacterias que presentan resistencia a los antibióticos más comercializados y usados en el cantón.
- Proponer estrategias de manejo que permitan la prevención y control de la mastitis en el área de estudio.



.....
MSc. Ima Sumac Sánchez de Céspedes

Directora de Trabajo de Grado



.....
Jazley Consuelo Jácome Mora

Autora

AGRADECIMIENTO

En primera instancia a Dios por haberme dado la sabiduría y la fortaleza requerida cuando más lo necesitaba y por ayudarme a no darme por vencida tan fácilmente.

A mis padres Pedro y Amparito quienes fueron mi motor de lucha y motivación para que yo pueda cumplir este propósito. Porque siempre estuvieron para mí, cada que lo necesitaba brindándome lo mejor de ellos. Tal vez, la prueba más dura y la que más me ha costado conseguir por todas las dificultades presentadas en el transcurso de la misma, pero sin lugar a duda la más satisfactoria porque sé que me la he ganado con mucho esfuerzo y sacrificio. Espero enorgulleclos siempre, papá y mamá.

A mi abuelito Pedro, mi angelito que está en el cielo por siempre enseñarme a luchar por lo que quiero y que con sólo su bendición y unas palabras de aliento me ayudaban a continuar. Perdóname por no haberte podido dar la dicha de decirme ingeniera, antes de que partieras. A mi abuelita María por ser casi como mi segunda madre, siempre velando por darme lo mejor. Gracias por ser mi mayor admiradora y la que más anhelaba verme convertida en una profesional.

A mi amor bonito Andrés, quién también es mi mano derecha en cada paso que doy. Por siempre confiar en mí y tener las palabras correctas que decirme, en los momentos indicados para volverme a enfocar y no dejarme abandonar mis sueños cada que se me presentaban dificultades. Gracias por apoyarme en todo momento y por haberme dado la mejor familia de tres y la hija más maravillosa que pude desear. Los adoro.

A mis amigas incondicionales Mishu y Geova quienes siempre estuvieron para mí siendo mis cómplices, brindándome una amistad real y sincera. Así como también, a mi ángel de luz, mi querida amiga Lensy por enseñarme el verdadero valor de la vida, sin duda conocerte y tener la dicha de ser tu amiga fue un honor, siempre estarás en nuestros corazones.

A toda mi familia y a todas las personas que se hicieron presentes y aportaron con su granito de arena para que yo logre mi objetivo.

A la Universidad Técnica del Norte, especialmente a la carrera de Ingeniería Agropecuaria por haberme ofrecido una educación de calidad; a todos los docentes que me brindaron sus conocimientos para mi formación académica; en especial a la MSc. Ima Sánchez quién desde mucho antes de saber que sería mi tutora de investigación siempre me motivó a continuar para lograr mi objetivo, gracias por todo su tiempo y dedicación entregada en mí, lo valoro mucho.

DEDICATORIA

La presente investigación va dedicada especialmente para mi hija Danna Isabella por ser el amor más bonito y puro de mi vida y mi motivo de inspiración a conseguir todo lo que me proponga, porque siempre voy a desear ser mejor para tí y que te sientas orgullosa de mí. Gracias por haber llegado a mi vida y llenarla de luz cuando más lo necesitaba. Se terminaron las malas noches hija mía porque tú también las sufrías conmigo, al recorrer este camino para conseguirlo. Ahora sí puedo decirte, hija: ¡Ya terminé mi tesis! Ya soy Ingeniera Agropecuaria.

A mis padres y abuelitos que sin su apoyo y amor incondicional nada de esto hubiera sido posible. Ustedes lo han vivido conmigo y saben cuán difícil ha sido llegar hasta aquí. Por eso quiero decirles que esta meta lograda también es suya.

Gracias por todo, mis seres especiales, esto es por ustedes.

Con amor Jazley Jácome Mora

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	i
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	ix
CAPITULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.3. JUSTIFICACIÓN	3
1.4 OBJETIVOS	5
1.4.1. Objetivo general.....	5
1.4.2 Objetivos específicos.....	5
1.5 HIPÓTESIS	5
CAPITULO II.....	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1. Mastitis	6
2.2 Tipos de mastitis.....	6
2.2.1 Mastitis subclínica o crónica.....	6
2.2.2 Mastitis clínica.....	6
2.2.2.1 Mastitis suave o moderada.....	7
2.2.2.2 Mastitis suave ligera.....	7
2.2.2.3 Mastitis aguda.....	7
2.2.2.4 Mastitis crónica.....	7
2.2.2.3 Mastitis ambiental.....	7
2.2.2.4 Mastitis gangrenosa.....	8
2.3 Etiología.....	8
2.3.1 Agentes etiológicos causales de la mastitis.....	8
2.3.1.1 <i>Staphylococcus aureus</i> R.....	9
2.3.1.2 <i>Corynebacterium bovis</i> B.....	9

2.3.1.3 <i>Mycoplasma bovis</i> H.	9
2.3.1.4 <i>Streptococcus agalactiae</i> L y N.....	9
2.3.1.5 <i>Streptococcus uberis</i> L.....	10
2.3.1.6 <i>Streptococcus dysgalactiae</i> D.....	10
2.3.1.7 <i>Escherichia coli</i> E.....	10
2.4. Situaciones de riesgo que provocan la mastitis.....	10
2.5 Patogenia.....	11
2.6 Diagnóstico.....	11
2.7 Métodos para detección de mastitis.....	13
2.7.1 Observación y palpación de la ubre.....	13
2.7.2 Pruebas físicas.....	13
2.7.2.1 Prueba de la escudilla de ordeño.....	13
2.7.2.2 Prueba del paño negro.....	13
2.7.2.3 Taza probadora.....	14
2.7.3 Pruebas químicas.....	14
2.7.3.1 Conductividad eléctrica de la leche.....	14
2.7.3.2 Prueba de Whiteside.....	14
2.7.4 Pruebas biológicas.....	14
2.7.4.1 Métodos de detección de la mastitis bovina.....	14
2.7.4.2 Métodos de conteo electrónico celular.....	17
2.8 Manejo de la mastitis.....	17
2.8.1 Tratamiento y terapia antibiótica.....	17
2.8.1.1 Importancia del conocimiento del agente causal.....	18
2.8.1.2 Tratamiento durante el periodo seco.....	18
2.8.1.3 Tratamiento durante el periodo de lactancia.....	19
2.8.1.4 Antibiograma.....	19
2.9. Pruebas bioquímicas.....	19
2.9.1. Tinción Gram.....	19
2.9.2. Prueba de oxidasa.....	20
2.9.3. Prueba de CAMP.....	21
2.9.4. Fermentación de azúcares.....	22
2.9.5. Prueba de coagulasa.....	22
2.9.6. Prueba de indol.....	23

2.9.7. Prueba de rojo de metilo.....	23
2.9.8. Prueba strepto plus	24
2.9.9. Prueba de novobiocina	25
2.9.10. Prueba de bilis esculina	25
2.10 Pérdidas ocasionadas por mastitis.....	26
2.11 Control.....	26
2.12 Buenas prácticas de ordeño.....	26
2.13. MARCO LEGAL.....	27
CAPITULO III.....	29
MARCO METODOLÓGICO.....	29
3.1. Caracterización del área de estudio.....	29
3.1.1. Ubicación geográfica.....	29
3.1.2. Características climáticas	30
3.2. Materiales y métodos.....	31
3.2.1 Materiales, equipos, insumos y herramientas.....	31
3.3. Métodos.....	32
3.3.1. Determinación de número de animales en producción.....	32
3.3.2. Variables a evaluar	33
3.3.2.1. Variable dependiente.....	33
3.3.2.2. Variables independientes.....	34
3.4 Análisis estadístico.....	35
3.5 Manejo del Ensayo.....	36
3.5.1 Selección de fincas ganaderas	36
3.5.2. Visitas a las fincas ganaderas	36
3.5.3. Test de mastitis (CMT).....	36
3.5.4. Presencia de mastitis y registro	37
3.5.5. Prueba de alcohol.....	38
3.5.6. Determinación de pH.....	38
3.5.7. Recolección y conservación de muestras de leche	39
3.5.8. Aplicación de una encuesta a los ganaderos.....	40
3.5.9. Técnica para identificación de bacterias.....	40
3.5.10. Preparación, siembra de la muestra y antibiograma por disco - placa	41
3.5.11. Medida del halo de inhibición en pruebas de sensibilidad antimicrobiana	42

3.5.11 Estrategias de manejo	43
CAPÍTULO IV	45
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
4.1. Encuesta aplicada a los almacenes agropecuarios	45
4.1.1. Encargado de determinar un tratamiento adecuado para mastitis bovina	45
4.1.2. Función de los antibióticos	46
4.1.3. Transmisión de bacterias resistentes al ser humano	46
4.1.4. Preguntas que realizan para determinar un tratamiento.....	47
4.1.5. Antibióticos más efectivos para el tratamiento de mastitis bovina, según encuestados	49
4.1.6. Antibióticos más efectivos contra las bacterias Gram positivas, según encuestados	49
4.1.7. Antibióticos más efectivos contra las bacterias Gram negativas.....	50
4.1.8. Antibiótico más vendido, dentro del almacén agropecuario	50
4.2. Prueba de California Mastitis Test.....	51
4.2.1. Identificación bacteriana en fincas de productores.....	53
4.2.2. Antibiograma de los agentes etiológicos aislados	55
4.3 Resultados de la prueba de pH.....	59
4.4 Resultados de la prueba de alcohol.....	60
4.5 Ficha técnica de campo.....	61
4.5.1. Tipo de Sistema de Ordeño	61
4.5.2. Análisis de la Rutina de Ordeño	62
4.5.3 Tiempo aplicado en el lavado del equipo de ordeño	62
4.5.4 Lugar adecuado para el ordeño.....	63
4.5.5 Implementación adecuada para el ordeño	63
4.5.6 Control veterinario.....	63
4.5.7 Productos, tratamiento y duración	64
4.6 Encuesta aplicada a ganaderos de las fincas evaluadas	64
4.6.1 Procedencia de animales de reemplazo	65
4.6.2 Procedencia del agua de bebida.....	65
4.6.3 Calendario sanitario	66
4.6.4 Conocimientos sobre la mastitis	67
4.6.5 Limpieza del establo.....	68
4.6.6 Lavado de manos, en el proceso de ordeño	69

4.6.7 Utilización de ropa especial por parte de los ganaderos.....	70
4.6.8 Arreado de los animales	70
4.6.9 Actividades que realiza antes del ordeño en las ubres.....	70
4.6.10 Uso de toallas desechables	71
4.6.11 Lavado del equipo de ordeño.....	72
4.6.12 Forma de almacenaje de los tarros de leche	73
4.6.13 Registros de producción diaria de leche por animal.....	73
4.6.14 Frecuencia de aplicación de la prueba de CMT	73
CAPITULO V.....	75
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	75
5.1 Conclusiones.....	75
5.2 Recomendaciones.....	76
REFERENCIAS.....	77
ANEXOS.....	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Lesión causada por mastitis gangrenosa	8
Figura 2 Interpretación de la prueba oxidasa negativa vs oxidasa positiva	20
Figura 3 Interpretación de la prueba de catalasa	21
Figura 4 Interpretación de la prueba de Camp	21
Figura 5 Interpretación de la fermentación de azúcares.....	22
Figura 6 Interpretación de la prueba de coagulasa	22
Figura 7 Interpretación de la prueba de indol.....	23
Figura 8 Interpretación de la prueba de rojo de metilo	24
Figura 9 Interpretación de la prueba strepto plus	24
Figura 10 Interpretación de la prueba novobiocina.....	25
Figura 11 Interpretación de la prueba de bilis esculina.....	25
Figura 12 Mapa de ubicación del área de estudio	30
Figura 13 Lectura del test de mastitis.....	37
Figura 14 Registro de resultados en la ficha técnica	38
Figura 15 Muestra positiva de la prueba de alcohol.....	38
Figura 16 Determinación de pH	39

Figura 17 Conservación de muestras positivas al CMT.....	40
Figura 18 Aplicación de encuesta al ganadero	40
Figura 19 Técnica de siembra por estría en placa	41
Figura 20 Colocación de discos de antibióticos	42
Figura 21 Resultados del antibiograma	42
Figura 22 Resultados del encargado de determinar un tratamiento de mastitis	45
Figura 23 Resultados sobre cuáles microorganismos actúan los antibióticos.....	46
Figura 24 Resultados sobre la transmisión de bacterias resistentes al humano, según la percepción de los encuestados	48
Figura 25 Resultados del orden correcto para realizar un buen diagnóstico de mastitis....	48
Figura 26 Antibióticos efectivos para bacterias Gram positivas, según encuestados	50
Figura 27 Antibióticos efectivos para bacterias Gram negativas, según encuestados	50
Figura 28 Antibióticos más vendidos en los almacenes agropecuarios del cantón Antonio Ante	51
Figura 29 Resultados de la prueba CMT de todas las fincas en estudio	52
Figura 30 Resultados de la prueba de pH por finca.....	60
Figura 31 Tiempo empleado en el lavado del equipo de ordeño.....	62
Figura 32 Tipo de alimentación empleado en las fincas evaluadas.....	62
Figura 33 Lugar de procedencia de animales de reemplazo.....	65
Figura 34 Lugar de procedencia del agua de bebida	66
Figura 35 Porcentaje de ganaderos que realizan una limpieza diaria del establo de ordeño	69
Figura 36 Frecuencia del lavado de manos antes del proceso de ordeño.....	69
Figura 37 Uso de ropa adecuada de los ganaderos, en el proceso de ordeño.....	70
Figura 38 Proceso del lavado del equipo de ordeño.....	72
Figura 39 Frecuencia de aplicación del test de mastitis	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Medicamentos sinérgicos que pueden combinarse.....	12
Tabla 2 Medicamentos antagonistas que no deben combinarse	12
Tabla 3 Interpretación de resultados de la prueba CMT para mastitis	15
Tabla 4 Criterios para la interpretación y registro de resultados	15
Tabla 5 Características generales del cantón Antonio Ante	30

Tabla 6	Características climáticas de las parroquias del Cantón Antonio Ante.....	31
Tabla 7	Materiales, equipos, insumos y herramientas.....	32
Tabla 8	Muestreo de cada finca.....	33
Tabla 9	Lectura del test de mastitis.....	34
Tabla 10	Esquema del análisis de varianza (ADEVA).....	36
Tabla 11	Lectura e interpretación del halo de inhibición.....	43
Tabla 12	Resultados sobre la transmisión de bacterias resistentes al humano.....	49
Tabla 13	Antibióticos más efectivos para el tratamiento de mastitis, según encuestados..	49
Tabla 14	Identificación bacteriana de las fincas estudio.....	54
Tabla 15	Porcentaje de resistencia y de sensibilidad por muestra, a todos los antibióticos en estudio.....	55
Tabla 16	Efectividad de la amoxicilina/ácido clavulánico, por finca evaluada.....	56
Tabla 17	Efectividad de la cefalexina, por finca evaluada.....	57
Tabla 18	Efectividad de la gentamicina, por finca evaluada.....	57
Tabla 19	Efectividad de la lincomicina, por finca evaluada.....	58
Tabla 20	Efectividad de la neomicina, por finca evaluada.....	58
Tabla 21	Porcentaje de muestras, de la prueba de alcohol por finca.....	61
Tabla 22	Aplicación de BPO en las fincas estudiadas.....	62
Tabla 23	Fincas estudiadas que llevan control veterinario.....	64
Tabla 24	Duración del tratamiento de antibióticos, usados por ganaderos evaluados.....	64
Tabla 25	Calendario sanitario de las fincas evaluadas.....	67
Tabla 26	Conocimientos acerca de la enfermedad.....	68

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Ficha técnica de campo.....	91
Anexo 2.	Ficha técnica de la prueba CMT.....	92
Anexo 3.	Cartilla de mejora del ordeño.....	95
Anexo 4.	Resultados del test de mastitis por finca evaluada.....	101

**“PREVALENCIA DE AGENTES BACTERIANOS RESISTENTES A
ANTIBIÓTICOS EN MASTITIS BOVINA DE GANADERÍAS LECHERAS DEL
CANTÓN ANTONIO ANTE”.**

Autor: Jazley Consuelo Jácome Mora

Universidad Técnica del Norte

Correo: jcjacomem@utn.edu.ec

RESUMEN

La mastitis es una enfermedad causada por microorganismos que invaden la ubre cuando los ganaderos realizan técnicas inadecuadas en el transcurso del ordeño, provocando un proceso inflamatorio leve o grave y grandes pérdidas económicas a la industria lechera; la causa principal para que esta se presente, es el uso indiscriminado de antibióticos. Esta investigación se realizó con el objetivo de evaluar la prevalencia de agentes bacterianos resistentes a antibióticos en mastitis bovina de ganaderías lecheras del cantón Antonio Ante. Se aplicó encuestas a los almacenes agropecuarios y a los ganaderos de seis fincas estudiadas, las mismas que permitieron identificar el nivel de conocimientos y el manejo acerca de la enfermedad. Además, se evaluaron 133 bovinos en producción, los cuales fueron sometidos al *California Mastitis Test*, realizando una sola toma de datos. Ésta prueba permitió identificar el tipo de mastitis de las unidades de producción animal y su influencia en la calidad de leche. Se identificaron los agentes etiológicos causales como *Staphylococcus aureus* R., *Staphylococcus epidermis* W., *Staphylococcus chromogenes* G. y *Staphylococcus simulans* K. Las bacterias que presentaron mayor resistencia a los antibióticos (cefalexina, gentamicina, amoxicilina con ácido clavulánico, lincomicina y neomicina), fueron *S. aureus* y *S. epidermis* en un 3%; mientras que *S. simulans* presentó 32% y *S. chromogenes* 15% de sensibilidad bacteriana. Con el uso del antibiograma se estableció que los antibióticos más efectivos fueron cefalexina y gentamicina y el menos efectivo fue la amoxicilina con ácido clavulánico. El agente etiológico más prevalente en esta investigación fue *S. simulans*.

Palabras claves: inflamación, CMT, patógenos, antimicrobianos, susceptibilidad.

**“PREVALENCE OF BACTERIAL AGENTS ANTIBIOTIC RESISTANT IN
BOVINE MASTITIS OF DAIRY LIVESTOCK OF THE CANTON ANTONIO
ANTE”**

Author: Jazley Consuelo Jácome Mora

Técnica del Norte University

email: jcjacomem@utn.edu.ec

ABSTRACT

Mastitis is a disease caused by microorganisms which invade the udder when stockbreeder conduct inadequate techniques in the course of milking, causing a mild or severe inflammatory process and great economical losses to dairy industry; the main cause for this to occur, it is the indiscriminate use of antibiotics. This research was carried out with the aim of evaluating the prevalence of bacterial agents resistant to antibiotics in bovine mastitis of dairy livestock of the Canton Antonio Ante. Surveys were applied to agricultural warehouses and the stockbreeders of six farms studied which allowed identifying the level of knowledge and management of the disease. Furthermore, there were evaluated 133 cattle in production which were subjected to *California Mastitis Test* (CMT), performing a single data collection. This test allowed to identify the mastitis type in animal production units and its influence in milk quality. There were identified the causative etiological agents as *Staphylococcus aureus* R., *Staphylococcus epidermis* W., *Staphylococcus chromogenes* G. y *Staphylococcus simulans* K. Bacterium which presented greater antibiotic resistance (cephalexin, gentamicin, amoxicillin with clavulanic acid, lincomycin and neomycin), they were *S. aureus* and *S. epidermis* in 3%: while *S. simulans* presented 32% and *S. chromogenes* 15% of bacterial sensitivity. With the use of antibiogram, it was established that the most effective antibiotics were cephalexin and gentamicin and the least effective was amoxicillin with the clavulanic acid. The etiological agent most prevalent in this research was *S. simulans*.

Clue words: inflammation, CMT (*California Mastitis Test*), pathogens, antimicrobials, susceptibility.

CAPITULO I.

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

La mastitis es un proceso en el que la glándula mamaria se inflama influyendo directamente en la producción, haciéndola así de mucha relevancia para la ganadería (Côté-Gravel y Malouin, 2018). Por ende, Botaro et al. (2014) mencionan que la composición de la leche se ve alterada ya que existe una síntesis de caseína y un decrecimiento de la lactosa.

Según Garbulio et al. (2010) el resultado más negativo y crucial de la mastitis es la baja en el volumen de leche producido, por lo que Olivares - Pérez et al. (2015) afirman que esto ocasiona un golpe económico grave a causa de la mastitis. La enfermedad es causada por una gran diversidad de organismos patógenos, entre los que se destacan bacterias como *Staphylococcus coagulasa* Gram negativos y Gram positivos, *Streptococcus* sp., *Klebsiella* sp., y *Echerichia coli* E. (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [CORPOICA], 2012).

Mientras que, en Ecuador, en la Comunidad de Paquiestancia cantón Cayambe Bonifaz y Conlago (2016) realizaron un estudio epidemiológico de prevalencia e incidencia de mastitis bovina mediante la prueba de campo California Mastitis Test (CMT) e identificación del agente etiológico. El muestreo de leche se ejecutó en dos etapas con intervalo de 4 meses, se muestrearon 880 cuartos mamarios provenientes de 220 vacas en producción en 42 fincas ganaderas. Se determinó una prevalencia (P) en la primera etapa del 64% y en la segunda del 66% con una incidencia (I) del 70%. El resultado de laboratorio confirmó la presencia de los siguientes agentes etiológicos: *Staphylococcus intermedius* H. 26%, *Staphylococcus aureus* R. 22%, *Streptococcus dysgalactiae* D. 13%, *Staphylococcus epidermis* W. 13%, *Escherichia coli* cepa 1 13%, *Micrococcus* sp., 5%, *Corynebacterium* sp., B. 4%. Según el análisis de antibiograma los animales en estudio presentaron resistencia a los siguientes antibióticos: estreptomina 48%, amoxicilina 35%, cefalexina 5%, tetraciclina 4% y gentamicina 4%. Según los mismos autores el factor de riesgo que influye en la prevalencia e incidencia de la enfermedad es la falta de aplicación de las buenas prácticas de ordeño.

1.2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La leche cruda según el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN, 2012) es aquella que no ha sido sometida a ningún método de calentamiento, es decir su temperatura no ha superado más de 40 °C; el producto que no cumpla con los requisitos que establece la norma técnica ecuatoriana NTE-INEN 9:2012 (Quinta revisión) se considera no apta para el consumo humano; como por ejemplo, que no cumpla con los requisitos organolépticos, físico-químicos, límite máximo de contaminantes, microbiológicos como el recuento de

UFC/cm³ donde el límite máximo es 1.5×10^6 y en recuento de células somáticas/cm³ 7.0×10^5 aparte de los requisitos complementarios o que sea obtenida de vacas enfermas o posea sustancias u organismos extraños a la naturaleza de la misma, entre otros requisitos para que sea destinada al procesamiento.

Según Ericsson et al. (2009) en la medicina de la producción bovina, la mastitis es una de las enfermedades de mayor preeminencia e indagación ya que afecta de manera directa la rentabilidad de la industria lechera al causar impacto sobre la calidad y cantidad de la producción láctea mundial. La mastitis es conceptualizada como la inflamación de la glándula mamaria y que puede ser de diversas etiologías entre las que se encuentran bacterias como *Staphylococcus aureus* R., *Escherichia coli* E., *Streptococcus dysgalactiae* D., *Streptococcus uberis* L., *Arcanobacterium pyogenes*, *Klebsiella* spp., mycoplasmas, levaduras y algas que son microorganismos capaces de colonizar la glándula mamaria y ocasionar incremento en el número de células somáticas, principalmente macrófagos, neutrófilos y células epiteliales. Villegas de Gante y Santos Moreno (2011) señalan que la contaminación por microorganismos comunes, no ocasionan enfermedades a los consumidores, pero sí pueden afectar los componentes de la leche y por ende el detrimento de las características propias de los productos procesados reduciendo su calidad y valor comercial.

La mastitis subclínica ha sido catalogada como uno de los principales enemigos de la producción lechera, llegando a provocar pérdidas dependientes del número de glándulas mamarias que posean aumento en el conteo de células somáticas; para una finca con un promedio de producción de 8500 kg/305 días y conteos de células superiores a 200000 células/ml, las pérdidas pueden alcanzar alrededor de los 22 dólares americanos (USD) por animal/año. Además, la ubre no muestra ningún signo de inflamación y la leche puede parecer normal; en contraste con la mastitis clínica donde el cuarto infectado se inflama, algunas vacas manifiestan dolor a la palpación y la leche se encuentra visiblemente alterada (Hogeveen et al., 2010).

Entre los causantes de que la mastitis bovina se origine encontramos a las enzimas producidas por varios microorganismos las cuales ocasionan la degradación de la leche; así como aquellas de origen celular que degradan las proteínas, lactosa y grasa butirosa en la leche y sus derivados, aún después de que haya pasado por un proceso de pasteurización, reduciendo su vida útil y ocasionando cambios organolépticos en los mismos (Jiménez, 2012). Según Cohn y Middleton (2010); Ceniti et al. (2017) coinciden en que un factor de riesgo de infección por cepas resistentes a varios tipos de antimicrobianos es causado por el uso indiscriminado de antibióticos.

Por la elevada prevalencia, las grandes pérdidas económicas que ocasiona, la resistencia a los antibióticos le coloca a la mastitis como un problema de salud pública. Otro efecto es la mengua en la longevidad de los animales, la reducción en el peso corporal a causa de la falta de ingestión de alimento, sanciones por el alto conteo de células somáticas (CCS) en la leche de tanque, el desecho de la leche durante y después del tratamiento y el dinero

invertido en el tratamiento de la mastitis. Así como también, la falta de conocimiento de los ganaderos sobre las Buenas Prácticas de Ordeño es una causa perjudicial que conlleva al desarrollo y proliferación de mastitis.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La producción de leche a nivel mundial se ha elevado en más del 59%, en 1988 se producía 530 millones de toneladas y en el 2018 pasó a 843 millones de toneladas (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], s/f). La producción láctea en el Ecuador se encuentra en alrededor de 700 millones de dólares anuales dentro de la cadena primaria mientras que el transporte, la industrialización, la comercialización, entre otros de toda la cadena mueven más de 1000 millones de dólares al año (FAO, 2013). Según la FAO (2019) hay que destacar que, la ganadería en nuestro país establece una significativa fuente de trabajo e ingresos; recalando así que el 8.3% de participación en la estructura porcentual del PIB constituye al sector agropecuario a nivel nacional y el sector ganadero representa el 18.07% de esta contribución.

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2020) en el año 2020 el ganado vacuno en el Ecuador registró un pequeño crecimiento del 0.7% con relación al año anterior, contó con 4.3 millones de animales de los cuales el 69.73% eran hembras y el 30.27% machos. La distribución de esta población se encuentra mayoritariamente en la Sierra con una producción de 4.8 millones de litros de leche, lo que representa el 77.2% de la producción total, seguido de la Costa con un 17.9% de producción lechera siguiéndole la Amazonía con 4.8%. Mientras que, la producción total de leche a nivel nacional fue de 6.1 millones de litros, además cabe recalcar el destino de la producción de leche en donde el 76.40% es vendida en líquido, el 12.40% es procesada en los terrenos, el 8.52% es consumida en las fincas, el 2.40% es usada para la alimentación de terneros y el 0.23% es destinada para otros fines; según los datos de la ESPAC (Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua) ocasionando que la producción de leche sea un área de gran rédito económico.

A más de ello, según el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (actualmente MAG, 2013) el gobierno mediante el acuerdo ministerial N° 394 decidió regular el precio del litro de leche cruda pagado en finca o en centros de acopio al ganadero y de esta manera promover la calidad e inocuidad de la leche cruda en donde el precio se ajusta de \$0.3933 a \$0.4200 dólares por litro de leche, al mismo que se le deberá sumar todas las bonificaciones establecidas en el acuerdo ministerial. Según el acuerdo mencionado, en el artículo siete indica sobre las bonificaciones que las industrias lácteas deberán pagar por calidad sanitaria 0.01 ctv. por litro de leche cruda, a los predios certificados como predio libre de brucelosis y tuberculosis; mientras que por buenas prácticas ganaderas (BPG) 0.02 ctv. por litro adicionales a la bonificación por calidad sanitaria, si fuera el caso a predios certificados con Buenas Prácticas Ganaderas. Según Correa (2008) las industrias lácteas deben reconocer por la calidad de la leche a un productor con un premio, rigiéndose en la norma INEN 009.

Por otra parte, en la provincia de Imbabura el ganado bovino casi lidera el sector pecuario, teniendo el 4.56% del total animales de la región Sierra (INEC, 2020). Mientras que en el cantón Antonio Ante según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del 2019 la agricultura y la ganadería son actividades económicas que ocupan el sexto lugar con el 5% del 66% de producción cantonal anual. Entre las cinco actividades económicas principales a las que se dedica la población económicamente activa (PEA) los sectores que más sobresalen son la industria manufacturera con el 28.04% y la agropecuaria con el 15.98% (INEC, 2010). Lo que nos dice la importancia de realizar este estudio en esta zona ya que uno de los componentes de mayor relevancia para el sector agropecuario es la producción de leche bovina, debido a que a los ganaderos les permite obtener un flujo diario o quincenal de dinero garantizando así la soberanía alimentaria de sus familias.

En un estudio realizado por Andrade y Sánchez (2018), con el muestreo de 58 vacas en producción, se determinó que la prevalencia de mastitis por animal fue de 84.5%, (49/59). En ese estudio se aislaron 68 patógenos en cinco diferentes medios de cultivo, de los cuales se distinguen: *Staphylococcus aureus* R, *Bacillus* sp., *Staphylococcus* sp., *Streptococcus* sp., *Escherichia coli* E., *Shigella* sp., *Klebsiella* sp., *Enterobacter* sp., y levaduras. Algunos de los patógenos aislados (*Staphylococcus aureus* R., *Staphylococcus* sp., *Escherichia coli* E., *Shigella* sp., y *Bacillus* sp.), resultaron ser resistentes a penicilina y ampicilina. Todos los microorganismos presentaron susceptibilidad a cefotaxima; mientras que *Staphylococcus aureus* R., *Staphylococcus* sp., *Enterobacter* sp., *Streptococcus* sp., fueron sensibles a bacitracina, oxitetraclina y neomicina; *Bacillus* sp. fue susceptible a varios antibióticos. De acuerdo a este mismo estudio la pérdida de leche por vaca promedio de las cuatro fincas del estudio fue 6.5 litros.

En la investigación realizada por Acuña y Rivadeneira (2008), se concluye que la falta de conocimiento sobre las buenas prácticas de ordeño es una de las causas que conlleva al desarrollo y proliferación de la mastitis, además ellos mencionan que el California Mastitis Test, es una prueba de campo con un elevado porcentaje de confiabilidad que permite establecer a los animales que están enfermos, asimismo es posible recoger muestras para posteriormente ser analizadas en el laboratorio e identificar el agente etiológico causante de la enfermedad y mediante el antibiograma se establece el antibiótico más efectivo para un correcto tratamiento.

Por ello, Gonzáles et al. (2010) afirman que el desafío para aquellos que trabajan en el sector lechero no sólo es producir mayor volumen de leche, sino también de alta calidad higiénica y para esto deben examinarse aspectos fundamentales como la higiene microbiológica, química y estética; tres aspectos, que unidos pueden apoyar a la mejora del sector lechero con el beneficio consecuente en el desarrollo físico e intelectual de las próximas generaciones. La producción de leche de calidad resulta un sistema productivo complejo, por eso de presentarse un problema se debe, indagar sobre los aspectos fundamentales y crear líneas generales de solución que admitan debatir el tema con mayor profundidad y favorecer entre todos a la búsqueda de soluciones específicas para cada

zona, conscientes de que no se pueden manejar recetas universales, pero sí principios generales.

Los estudios mencionados anteriormente indican la importancia que tiene el diagnóstico clínico, la determinación de agentes causales, el antibiograma y la aplicación de planes de control los cuales permitirán subir los parámetros de producción y calidad de la leche de los ganaderos, contribuyendo con tecnologías de manejo, control y materia prima. Lo que permitirá luchar contra esta gran amenaza que ocasiona grandes pérdidas económicas al sector lechero mundial como lo es la mastitis.

Por todo ello surge la necesidad de realizar esta investigación sobre la mastitis en el cantón Antonio Ante ya sea por la salud pública de los consumidores, como la de los animales, además de los costos que ésta representa para la economía del sistema de producción del cantón, ya que estudios nacionales e internacionales demuestran que existe una elevada incidencia de esta enfermedad en los hatos ganaderos. Todo ello con el fin de que exista una adecuada comercialización de la leche por parte de los productores, dándoles a conocer a las personas implicadas en esta área los aspectos más importantes de esta enfermedad, los métodos de diagnóstico y principalmente como prevenirla.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

- Evaluar la prevalencia de agentes bacterianos resistentes a antibióticos en mastitis bovina de ganaderías lecheras del cantón Antonio Ante.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar el tipo de mastitis de las unidades de producción animal y su influencia en la calidad de leche del cantón Antonio Ante.
- Identificar las bacterias que presentan resistencia a los antibióticos más comercializados y usados en el cantón.
- Proponer estrategias de manejo que permitan la prevención y control de la mastitis en el área de estudio.

1.5 HIPÓTESIS

Ho: No existe resistencia a los antibióticos de al menos un agente etiológico en los animales muestreados para mastitis en las ganaderías certificadas del cantón Antonio Ante.

Ha: Existe resistencia a los antibióticos de al menos un agente etiológico en los animales muestreados para mastitis en las ganaderías certificadas del cantón Antonio Ante.

CAPITULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. Mastitis

La mastitis es la inflamación de la glándula mamaria, con etiología infecciosa o no infecciosa; bacterias, micoplasmas, levaduras, virus y algas pueden causar la enfermedad, clasificada como clínica o subclínica; esta afección se determina por los cambios fisicoquímicos de la leche y pato fisiológicos del tejido mamario con posibles síntomas sistémicos (European Food Safety Authority [EFSA], 2009). Considerada una enfermedad compleja, producto de la interacción de varios factores: animal, ambiente, microorganismos y el hombre con un papel determinante (Valdivieso, 2008). Es de gran importancia a causa de su alta incidencia y los altos costos relacionados con la enfermedad, pues es la más cara en la producción lechera a nivel mundial (Nielsen, 2009).

Esta reacción inflamatoria ocurre como consecuencia de la respuesta de los tejidos a lesiones traumáticas, a sustancias irritantes o la presencia de agentes infecciosos y sus toxinas que han logrado colonizar el tejido secretor (Miller y Barlett, 1991). A pesar de ser una enfermedad con muchas etiologías, la mayoría de los casos de mastitis son causados por bacterias (Watts, 1988). *Staphylococcus aureus* R. y *Escherichia coli* E. han sido documentados como los principales agentes etiológicos de la mastitis bovina (Passey et al., 2008; Rall et al., 2014).

2.2 Tipos de mastitis

La enfermedad se puede clasificar de acuerdo con su duración o su manifestación en mastitis subclínica y mastitis clínica o aguda:

2.2.1 Mastitis subclínica o crónica

Es aquella en donde a pesar de la presencia de una infección en la ubre, no hay cambios externos visibles que revelen la condición patológica en el animal. La mastitis subclínica se desarrolla sin signos inflamatorios externos. Los indicios más significativos son el aumento en el contenido de células somáticas en la leche y la presencia de los microorganismos causales en la ubre (Blowey y Edmondson, 1995). A más de ello, Zhao y Lacasse (2008) afirman que en la ubre inflamada de manera aguda y sobre todo en la forma crónica pueden originarse cambios estructurales que alteran su fisiología, como la formación de tejido fibroso e incluso la destrucción celular y necrosis.

2.2.2 Mastitis clínica

Nagahata et al. (2011) señalan que en la mastitis aguda pueden encontrarse los signos clásicos de la inflamación aparte, de alteraciones en la leche como grumos (coágulos lácteos debidos al proceso inflamatorio). Entre los principales agentes patógenos que causan este tipo de mastitis están: *Streptococcus agalactiae* positivo, *Staphylococcus coagulasa* y *Escherichia coli* E., entre otros (CORPOICA, 2012). En muchos casos la

mastitis clínica se puede diseminar rápidamente en el hato y manifestarse en diferentes formas como:

2.2.2.1 Mastitis suave o moderada.

Se presenta súbitamente con disminución en la producción de leche y cambios en su calidad como: aspecto seroso, coágulos o grumos. Igualmente, los animales pueden presentar fiebre, anorexia, depresión y movimientos ruminales disminuidos, sin cambios aparentes en el aspecto de la ubre (SIPSA, 2014).

2.2.2.2 Mastitis suave ligera.

Es una forma intermedia entre la mastitis suave moderada y la mastitis crónica, este tipo de inflamación puede mostrarse con brotes de reagudización o pasar a una fase de inflamación crónica; es frecuente que no se aprecien cambios aparentes en la ubre y solamente al inicio del ordeño se observan pequeños grumos en la secreción láctea (Rojas, 2009).

2.2.2.3 Mastitis aguda.

Se presenta con mucha frecuencia después del parto y se reconoce por su aparición repentina presentando cambios en la leche como grumos o tolondrones y reducción en la producción de esta, en muchos casos con apariencia de suero sanguíneo; la ubre puede presentar inflamación ligera a dura, caliente y dolorosa además la vaca muestra signos de anorexia y fiebre (Universidad Nacional Autónoma de México [UNAM], 2008).

2.2.2.4 Mastitis crónica.

Se presenta cuando la inflamación aguda de la ubre persiste por más de cinco días con endurecimiento y sensación caliente o cuando se presentan secreciones continuas o intermitentes de leche de apariencia acuosa acompañada de hojuelas, grumos, tolondrones, coágulos o fibrones en los primeros chorros y el animal presenta un cuadro de fiebre, taquicardia, anorexia y atonía ruminal (Pinzón, 2007; UNAM, 2008).

2.2.2.3 Mastitis ambiental.

Es causada por bacterias Gram negativas, las cuales viven en el ambiente que rodea a la vaca, establos, suelo, estiércol y agua; las bacterias ingresan a la ubre durante el ordeño o en el intervalo entre ordeños a través del esfínter del pezón, este tipo de mastitis es causada por bacterias coliformes y estreptococos y es más frecuente en época de lluvias (Iñiguez, 2011).

Los principales organismos causantes de este tipo de mastitis son: *Escherichia coli* E., *Klebsiella* sp., *Enterobacter aerogenes*, *Serratia* sp., *Citrobacter freundii* y *Pseudomonas aeruginosa*, patógenos que generalmente ingresan a la ubre por el pezón al tener contacto directo con heces, barro o agua contaminada; este tipo de mastitis se presenta con mayor frecuencia en sistemas de producción lechera bajo estabulación permanente (Pinzón, 2007).

2.2.2.4 Mastitis gangrenosa.

En este tipo de mastitis el cuarto afectado al inicio se encuentra caliente, enrojecido e inflamado; la secreción de leche se acaba y sólo una pequeña cantidad de fluido decolorado está presente en la glándula. En muy poco tiempo el contenido de la glándula se hace acuoso sanguinolento y poco después, puede notarse una zona azulosa bien definida que involucra el pezón y parte de la glándula; tal como se observa en la Figura 1. Un exudado sanguinolento fluye constantemente de los tejidos necrosados; los signos locales son acompañados de fiebre, anorexia, depresión y deshidratación. En casos más graves, el animal presenta signos de toxemia y eventualmente ocurre la muerte. Debido a su ocurrencia posparto, este tipo de mastitis puede confundirse con fiebre de leche, por lo que debe hacerse un cuidadoso examen clínico (Gasque Gómez, 2015).

Figura 1

Lesión causada por mastitis gangrenosa.



Fuente: Blowey y Edmondson (1995).

2.3 Etiología

Según Bedolla (2017) en la glándula mamaria bovina se han identificado hasta 140 especies, subespecies y variedades microbianas; las técnicas microbiológicas han permitido la determinación precisa de la identidad de muchos microorganismos patógenos de la mastitis. Según el mismo autor estos microorganismos causantes de infección intramamaria o mastitis han sido divididos en patógenos contagiosos y ambientales; en base a su asociación epidemiológica con la enfermedad y a su tendencia de causar la infección oportunista, persistente o transeúnte, respectivamente; dependiendo así mismo, de su repertorio primario y el ambiente contra el cuarto de la glándula mamaria infectada.

2.3.1 Agentes etiológicos causales de la mastitis

Cháves (2010) señala que existen más de 140 microorganismos diferentes que pueden producir una infección intra-mamaria los que pueden estar presentes en la ubre, en la vaca y sus alrededores; generalmente estos patógenos son bacterias, aunque también es posible encontrar levaduras, micoplasmas, algas, hongos, etc. Según el mismo investigador los patógenos son microorganismos que ocasionan una reacción adversa al animal y se

clasifican según su reacción inflamatoria en mayores y menores; los mayores causan una elevación en el Conteo de Células Somáticas, en cambio los menores solo un aumento leve.

Los patógenos ambientales son provenientes del entorno en el que el bovino se encuentra, los principales en este grupo son los bacilos entéricos Gram-negativos *Escherichia coli* E., *Klebsiella* spp., *Streptococcus dysgalactiae* D., *Streptococcus uberis* L., y *Enterococcus* spp. Los patógenos oportunistas incluyen a bacterias como: *Pseudomona* spp., *Serratia marcescens* B. y *Nocardia* spp.; algas como: *Prototheca* spp. y levaduras. Cada uno de estos agentes posee características de cultivo, mecanismos patógenos y consecuencias clínicas singulares (Bedolla, 2017).

Los agentes causales de la mastitis de mayor importancia son:

2.3.1.1 *Staphylococcus aureus* R.

Es una de las bacterias principales causantes de mastitis clínicas crónicas o recurrentes en las vacas lecheras, una vez que la bacteria alcanza la glándula mamaria, invadirá profundamente los tejidos celulares y conductos secretores de la misma; las infecciones estafilocócicas producen cicatrices y pueden producir pequeños abscesos en la ubre, los que pueden abrirse en cualquier momento provocando una reaparición de los síntomas clínicos o una elevación del recuento de células somáticas (Mellenberger, 2016).

2.3.1.2 *Corynebacterium bovis* B.

La prevalencia de la mastitis bovina es alta durante la primera lactación de las vacas, pero es aún más común después del parto *Corynebacterium bovis* B. causa una mastitis clínica leve y este microorganismo se disemina rápidamente de vaca en vaca cuando no se aplica un sellado correcto, pero manteniendo una higiene y manejo adecuado, la presentación de esta bacteria es mínima (Romero, 2010).

2.3.1.3 *Mycoplasma bovis* H.

Guerrier y Espada (2011) afirman que este *Mycoplasma bovis* H. es un agente importante y emergente que causa enfermedades respiratorias y mastitis en bovinos; la aparición y severidad de la enfermedad en las explotaciones bovinas parece estar influenciada por el estado inmune y general de bovinos, las condiciones de alojamiento, el clima, el manejo y la difusión de agentes infecciosos.

2.3.1.4 *Streptococcus agalactiae* L y N.

Gómez (2008) indica que la mastitis ocasionada por este tipo de bacterias, generalmente es subclínica, las infecciones son temporales y no ocasionan daños serios. Según Chaves (2010) el cuarto infectado con *Streptococcus agalactiae* L y N., elimina una gran cantidad de bacterias, tal que las unidades formadoras de colonias (UFC/ml), suelen aumentar; un ordeño incompleto aumenta el grado de la infección, produciendo un CCS superior a

1000000 células/ml; este tipo de bacteria es muy sensible a la penicilina y sus derivados, se han encontrado casos subclínicos con tasas de cura superior al 90%.

2.3.1.5 *Streptococcus uberis* L.

Es un esencial patógeno medio ambiental involucrado en los casos de mastitis clínica y subclínica durante el período de lactación temprana y período seco y además el causante del 12 y 14% de mastitis clínica en vacas lactantes (Vilar, 2012).

2.3.1.6 *Streptococcus dysgalactiae* D.

Es un patógeno medioambiental que ha sido frecuentemente aislado de las infecciones intramamarias durante la lactación y el período seco; la especie hemolítica, es muy común en la mastitis clínica y subclínica; la prueba serológica de Lancefield identifica a la bacteria *Streptococcus dysgalactiae* D., del grupo C, como uno de los patógenos más comunes de mastitis bovina, que causa pérdidas económicas más grandes en la industria de la leche; este patógeno es muy capaz de sobrevivir en la boca, vagina y piel de los animales saludables que pastan; debido a su situación medioambiental, los métodos de higiene normales y la terapia del antibiótico son menos eficaces previniendo las infecciones por *Streptococcus dysgalactiae* D. que las infecciones por otro patógeno contagioso (Bedolla, 2017).

2.3.1.7 *Escherichia coli* E.

Los coliformes como *E. coli* E. se caracterizan por generar cuadros de curso corto, pero con signos clínicos evidentes esto debido a su gran capacidad para replicarse en el organismo y para destruir las estructuras celulares; en la ubre bovina está relacionado con la generación de mastitis, principalmente clínica, alrededor del parto y durante la lactancia temprana, desencadenando notables signos locales y/o a veces graves signos sistémicos; la gravedad de la enfermedad está determinada por varias interacciones entre el hospedero, el medio ambiente, y el agente infeccioso. Sin embargo, los factores que en mayor medida determinan la gravedad de la enfermedad son dependientes del hospedero, estos pueden estar dados por la velocidad de la respuesta inflamatoria, la fase de lactancia y la edad de la vaca; pese a esto, por parte del agente *E. coli* E. expresa factores de virulencia específicos que contribuyen a su capacidad de causar infección (Cartes, 2014).

2.4. Situaciones de riesgo que provocan la mastitis

La mastitis es una enfermedad de difícil erradicación ya que es originada por varios factores (Andresen, 2001), asociados tanto a la vaca como a su entorno. Dentro de los factores asociados a la vaca se encuentran la raza, la predisposición genética, el número de partos o lactancias, la etapa de la lactancia, el nivel de producción y los intervalos reproductivos (Steenefeld et al., 2008). Algunos de los factores del entorno que pueden influir en la incidencia de mastitis son la zona donde se ubica la finca, el hato-año-época de parto, las prácticas de alimentación, las prácticas del ordeño, la calidad e higiene del albergue, las condiciones climatológicas y las prácticas de manejo preventivo o terapéutico (Andresen, 2001; Schukken et al., 2010).

2.5 Patogenia

Según Ramírez (2015) la infección de la glándula mamaria siempre ocurre a través del conducto glandular, luego de la invasión del agente infeccioso, sigue la infección y la inflamación; la invasión es la etapa en que los microorganismos pasan del exterior de la ubre al conducto glandular, en la etapa de infección los gérmenes proliferan e invaden el tejido mamario; esto y el daño causado al tejido crea una inflamación produciendo la mastitis clínica. El mismo autor señala que dependiendo de la severidad y la duración, en uno o varios de los cuartos de la ubre se puede encontrar fibrosis, edema inflamatorio o atrofia del tejido mamario puede haber aumento difuso de tejido conjuntivo y en casos graves también puede desarrollarse gangrena o abscesos en el tejido glandular; la etapa terminal de la mastitis crónica es la atrofia de la glándula.

2.6 Diagnóstico

Iñiguez (2011) indica que, para realizar un diagnóstico seguro, una vez se identifica a la vaca con mastitis, hay que recopilar información que permita identificar el daño que están produciendo los microorganismos en la vaca, con los siguientes procesos:

El primer paso es efectuar un examen físico que contienen los siguientes puntos:

- Medir la temperatura corporal. Esta información ayuda a tomar la decisión entre aplicar un tratamiento local, ya sea intra mamario o un tratamiento inyectable. Si la vaca tiene una temperatura normal (38.5 °C), el tratamiento a emplear es solamente jeringas intra mamarias. Si la vaca tiene una temperatura elevada (más de 38.5 °C), el tratamiento a utilizar es jeringas intra mamarias y terapia sistémica.
- Revisar la ubre y los cuartos afectados para identificar los cambios en el aspecto de la secreción láctea y determinar el grado de inflamación y dolor de la ubre.
- Evaluar la pérdida de apetito y el grado de deshidratación.
- Escuchar los sonidos de la cavidad abdominal para poder valorar el estado del sistema digestivo, contar los movimientos ruminales y suprimir desplazamiento de abomaso.
- Efectuar palpación rectal para comprobar la consistencia de las heces y la existencia de metritis y otras dificultades.

Al realizar este examen físico, la información conseguida permite identificar el tipo de mastitis (contagiosa o ambiental), además determinar el grado de severidad (leve, moderada o grave).

El segundo paso es optar por un antibiótico adecuado:

- Cuando un tratamiento antibiótico falla puede ser por las siguientes causas: que el antibiótico no llegue al lugar de la infección, que los microbios causantes de la infección sean resistentes a los antibióticos colocados y que al momento de aplicar el tratamiento los microorganismos no se encuentren en la fase de multiplicación, etapa en la cual el antibiótico es más efectivo.

- Realizar un análisis bacteriológico, ya que es una herramienta muy útil para poder seleccionar los antibióticos más efectivos. Hay que tomar muestras de leche de vacas con mastitis clínica y que den positivo a la prueba CMT, estas muestras se envían al laboratorio, en donde se realizan cultivos bacterianos y antibiogramas, los cuales establecerán los microbios que causan la infección y los antibióticos que muestren más efectividad para su control.

El tercer paso es conocer las interacciones entre los fármacos.

- Cuando se administra más de un medicamento para el tratamiento de enfermedades infecciosas los principios activos pueden interactuar de manera propicia (sinergia) según lo señala la Tabla 1, o causar efectos adversos en el animal (antagonismo) como lo indica la Tabla 2.

Tabla 1

Medicamentos sinérgicos que pueden combinarse

Fármaco	Sinérgico con
Penicilina	Estreptomina, ácido clavulánico.
Diclofenaco	Penicilina, Estreptomina.
Sulfonamidas	Aspirina, Tetraciclina, Trimetoprim.
Gentamicina	Carbeniciclina.
Colistina	Cloxacilina, Amoxicilina,
Cefalexina	Ampicilina.
Espectinomicina	Neomicina, Colistina.
	Lincomicina.

Fuente: Iñiguez (2011).

Tabla 2

Medicamentos antagonistas que no deben combinarse

Fármaco	Incompatible con:
Penicilina, cefalosporina	Sulfas, Eritromicina, Fenicoles, Tetraciclina.
Sulfonamidas	Acepromacina, Kanamicina, Penicilina, Tilosina.
Tilosina	Hidrocortisona, Tetraciclinas, Estreptomina.
Fenicoles	Entromicina, Hidrocortisona, Sulfadiazina, Fenotiacínicos, Tertraciclinas, Procaina.
Eritromicina	Hidrocortisona, Penicilina, Estreotomicina, Fenicoles.
Levamisol	Neomicina, fenilbutazona, sulfas, tetraciclinas.
Acepromacina	Fenicoles, fenilbutazona, Sulfonamidas.
Hidrocortisona	Tetraciclina, kanamicina, Tilosina, Fenicoles, Eritromicina

Fuente: Iñiguez (2011).

2.7 Métodos para detección de mastitis

Según Botaro et al. (2014) y Wolter et al. (2004) los métodos de detección más usados en campo sirven para detectar mastitis subclínica (CMT) y mastitis clínica (palpación de ubre, valoración de pezones y la prueba de fondo oscuro) mientras que en el laboratorio las pruebas que se hacen son el recuento de células somáticas a nivel de tanque, aislamiento, antibiogramas e identificación de microorganismos mediante cultivos microbiológicos, los cuales constituyen el inicio de un plan de prevención y control de esta enfermedad. Sin embargo, se mencionará a la mayoría:

2.7.1 Observación y palpación de la ubre

Según Pérez et al. (2005) en la mastitis subclínica la ubre de la vaca permanece aparentemente sana, la leche que produce a simple vista está normal, pero una infección incipiente puede estar dañando el tejido glandular y provocando por lo tanto una alteración en la leche que esta produce. Fernández et al. (2012) plantean que en el caso de mastitis subclínica se puede determinar que la leche está en estado normal a simple vista, pero una infección desconocida puede lesionar el tejido glandular de uno o todos los cuartos de la glándula mamaria; esto producirá que el sistema inmune del animal reaccione como un mecanismo de defensa induciendo un aumento de la temperatura, y estimulando a que se manifiesten los síntomas como: presencia de color rojo y dolor en la ubre, el organismo de la vaca trata de focalizar la infección solo en esa zona sin afectar a otros órganos; estos signos dan paso a que se manifieste una mastitis clínica, cambiando así el aspecto físico de la leche.

2.7.2 Pruebas físicas

Las pruebas físicas sólo son útiles cuando la mastitis ya está avanzada y no detectan mastitis subclínica dentro de estas se encuentran las siguientes: prueba de la escudilla de ordeño, prueba del paño negro y la taza probadora (Pérez et al., 2005).

2.7.2.1 Prueba de la escudilla de ordeño.

Esta prueba consiste en el uso de una tela negra sobre la escudilla que permite recoger los grumos de la leche alterada, esto es beneficioso para el ordeñador porque permite eliminar la mayor cantidad de microorganismos de los primeros chorros que se le saca al momento del ordeño, también ayuda a la bajada de leche al momento de la estimulación de la vaca (Charles, 1984).

2.7.2.2 Prueba del paño negro.

Según Martínez et al. (2011) esta prueba se realiza durante la preparación de la vaca para el ordeño, consiste en la detección de grumos en la leche haciendo pasar los primeros chorros a través de una malla negra o bien utilizando una cubetilla especialmente diseñada para eso; a parte de detectar la leche anormal, se descartan bacterias que se encuentran en el canal del pezón y se estimula la baja de la leche por eso se aconseja desarrollar este procedimiento en todos los ordeños.

2.7.2.3 Taza probadora.

Esta prueba consiste dejar caer los primeros chorros de la leche en un recipiente de fondo oscuro, en donde se observarán las anomalías que se encuentren en la leche como coágulos, escamas, hilos, secreciones acuosas, materia fibrosa o cambio de color en la leche (Ibarra, 2011).

2.7.3 Pruebas químicas

2.7.3.1 Conductividad eléctrica de la leche.

Medina y Montaldo (2003) plantean que la Prueba de Conductividad Eléctrica (PCE) se ha utilizado como un indicador de la mastitis durante los últimos diez años, se basa en el aumento de conductividad eléctrica de la leche debido a su mayor contenido electrolítico especialmente iones de sodio y de cloro y se ha desarrollado como un método para monitorear el estado de la mastitis en la vaca.

Esta prueba reconoce la identificación de la mastitis clínica con precisión, pero en el caso de las mastitis subclínicas, la precisión es solo del 50% en comparación con los métodos estándar (Radostis et al., 2000). Medina y Montaldo (2003) señalan que este instrumento proporciona una lectura digital del resultado de la PCE y representa una alternativa a la prueba CMT como monitoreo de la mastitis subclínica al lado de la vaca. Wolter et al. (2004) mencionan que a veces da como resultado un gran número de falsos positivos o de falsos negativos, por lo que no es muy confiable; este sistema permite controlar las nuevas infecciones intra mamarias en los cuarterones de forma continua en cada ordeño.

2.7.3.2 Prueba de Whiteside.

Según Figueroa et al. (1984) la prueba que más se usa es la modificada por Murphy y Col en 1941, que trata de agregar cinco gotas de leche y dos de NaOH al 4% sobre una porcelana negra en donde se realiza la lectura, se mezcla por pocos segundos hasta que se forme la aglutinación la cual indicará presencia de mastitis, debido a que los glóbulos blancos aumentados reaccionan a esta prueba.

2.7.4 Pruebas biológicas

2.7.4.1 Métodos de detección de la mastitis bovina.

a) Prueba de California para Mastitis (CMT)

Según Martínez et al. (2011) una de las técnicas más específicas para detectar mastitis subclínica es la prueba de CMT, la que se fundamenta en la reacción de la mezcla del reactivo púrpura de bromocresol, con las células presentes en la leche las cuales desintegra por lo que se forma un aglutinado que da un aspecto gelatinoso; mientras mayor sea la cantidad de células somáticas en la leche, mayor será la presencia del aspecto gelatinoso, y permitirá interpretar en qué grado se encuentra la enfermedad, como lo indican la Tabla 3 y la Tabla 4.

Tabla 3*Interpretación de resultados de la prueba CMT para mastitis*

Grados CMT	Rango de células somáticas (cs/ml)	Interpretación
Negativo	0 - 200.000	Cuarto Sano
Traza	200.000 - 400.000	Mastitis Subclínica
1	400.000 - 1.200.000	Mastitis Clínica
2	1.200.000 - 5.000.000	Infección Seria
3	Más de 5.000.000	Infección Severa

Fuente: Carrión (2013).

Tabla 4*Criterios para la interpretación y registro de resultados*

Grados CMT	Criterios
Negativo 0:	El estado de la solución permanece inalterado. La mezcla sigue en estado líquido. El 25% de las células son leucocitos polimorfonucleares.
Trazas:	Se forma un precipitado en el piso de la paleta que desaparece pronto. De un 20 a 30% son leucocitos polimorfonucleares.
1 (+):	Hay mayor precipitado se torna denso y se concentra en el centro. Hay mayor precipitado se torna denso y se concentra en el centro. De un 30 a 40% son leucocitos polimorfonucleares.
2 (++):	El precipitado se torna denso y se concentra en el centro. De un 40 a 70% son leucocitos polimorfonucleares.
3 (+++):	Se forma un gel muy denso que se adhiere a la paleta. De un 70 al 80% son leucocitos polimorfonucleares.

Fuente: Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft (2002).

b) Prueba de Wisconsin para mastitis (WMT)

Esta prueba fue diseñada para el uso en el laboratorio, y es utilizada para estimar el contenido de células somáticas de muestras de leche fresca mezclada o leche de tanques de enfriamiento, así como para muestreo de vacas individuales; se utiliza una solución similar a la que se emplea con la prueba de California (CMT), pero en contraste con esta última, los resultados se miden cuantitativamente dependiendo de la viscosidad, no cualitativamente o de estimarla a ojo de buen cubero como en la CMT (Fernández del Río, 1997; Bedolla, 2004). Los rebaños con una puntuación baja entre 3 y 12 están en condiciones buenas a regular, mientras que los rebaños con puntuaciones superiores a 12 requieren de atención inmediata (Carrión, 2001).

c) Monitoreo del conteo de células somáticas

Cerón-Muñoz et al. (2007) indican que la prueba de SCC (*Somatic Cell Count*) es una buena herramienta al instante de realizar un diagnóstico de mastitis y hace referencia al número de células somáticas contenidas en la leche, las cuales están formadas por células epiteliales de descamación natural del interior de la ubre, consecuencia de la renovación periódica del tejido (2%) y por leucocitos (98%) que proceden de la sangre y linfa y que acuden a la glándula mamaria en casos fisiológicos, como resultado del proceso de migración leucocitaria hacia los epitelios, o en casos de infección por el incremento de la migración (respuesta inmune celular inespecífica); es así como el recuento celular aumenta en la leche, en proporción directa con la severidad del cuadro infeccioso, de tal manera que su cuantificación constituye una de las medidas de mayor interés para identificar el estado sanitario de la ubre y la calidad de la leche que se produce; como resultado de lo anterior, el recuento de células guarda una relación directa con la prueba de CMT. Wattiaux y Howard (2013) afirman que el número de células somáticas deben ser inferiores a 200.000 por ml para que la prueba de mastitis cero apruebe la leche, ya que la baja producción de leche y los cuartos infectados están relacionados con un alto contenido de células somáticas.

d) Pruebas bacteriológicas

Según Pérez et al. (2005) los cultivos en laboratorio son necesarios para identificar los organismos específicos que se encuentran en un caso clínico de mastitis y para distinguir los animales sanos de aquellos que presentan un caso subclínico; la veracidad de los resultados de laboratorio depende de los cuidados sanitarios que se tengan durante la toma de muestras y su respectiva manipulación. Según los mismos autores los procedimientos bacteriológicos son fundamentales para la selección de los agentes terapéuticos que tienen especificidad para el germen presente.

Según Arencibia et al. (2008) una forma de aislar y multiplicar patógenos en condiciones controladas son los cultivos microbianos, admitiendo al manejo de investigaciones taxonómicas, medio ambientales, agrícolas, biomédicas e industriales; ayudando al desarrollo científico en todo el mundo.

e) Conteo de células somáticas por microscopia directa

El recuento microscópico directo de células somáticas de la leche denominado también, método óptico, si bien es de referencia, actualmente es de poca utilidad cuando se trata de un gran número de muestras y se debe trabajar con una metodología más rápida; sin embargo, aún mantiene su utilidad para los trabajos de investigación (Sarán, 2000).

El método tradicional de recuento de células somáticas es el recuento directo por microscopio utilizando un aumento de 500×; es un ensayo cuantitativo de laboratorio por el cual se examinan bajo el microscopio utilizando frotis teñidos de leche problema y se cuenta el número de células somáticas y en los tanques de leche a granel con más de un millón de células por mililitro de leche, sugieren que por lo menos el 40% de las vacas de la explotación tienen mastitis (Carrión, 2001).

Pérez et al. (2009) señalan que entre los métodos directos existen los apoyados en la evaluación de extensiones microscópicas y los fundados en epifluorescencia, ya sea por análisis de imagen o por citometría de flujo.

f) Método Somaticell

Es una prueba cuantitativa que establece el contenido de células somáticas mediante una modificación de la prueba de Wisconsin (Rodríguez et al. 2009; Salvador y Peñafiel, 2011). Según Rodríguez et al. (2009) este método tiene una correlación del 92% con el recuento de células somáticas y una sensibilidad y especificidad para el diagnóstico de mastitis de 91.3% y 14.96% respectivamente, tomando como umbral de mastitis 200000 cel./ml, por lo que puede ser usado como una alternativa para la detección de mastitis subclínica. Salvador y Peñafiel (2011) indican que este procedimiento se basa en que las células somáticas al entrar en contacto con el reactivo de Somaticell, la viscosidad de la leche se incrementa en una proporción directa; es decir, cuanto mayor sea la cantidad de células somáticas mayor será la viscosidad de la leche.

2.7.4.2 Métodos de conteo electrónico celular.

Los métodos electrónicos tienen en la actualidad una aplicación universal, sobre todo en laboratorios de control lechero o dedicados al diagnóstico o investigación de la mastitis, utilizándose aparatos de recuentos celulares como el Bactoscan, Fossomatic (Foss Electric, Dinamarca) y el Counter Coulter (Coulter, Inglaterra) (Sarán y Chaffer, 2000; Bedolla, 2004).

a) Método fluoro-opto-electrónico (Fossomatic) y Counter Coulter.

Estos dos aparatos poseen alta correlación con la microscopía óptica, por lo que proporcionan una medida segura en el recuento de células somáticas; sin embargo, se pueden presentar variaciones en el recuento en las mismas muestras cuando se realizan con los dos aparatos debido a la diferencia de operación de cada uno de ellos.

El Fossomatic basa su cálculo en la tinción fluorométrica del material nuclear, mientras que el Counter Coulter cuenta el número de impulsos eléctricos resultantes de las partículas que pasan entre dos electrodos; es decir, cuenta partículas de un diámetro determinado, que para el caso serían las células, pero en el rango de recuento entrarían otras partículas, aumentando ligeramente el valor en comparación con el Fossomatic (Sarán y Chaffer, 2000; Bedolla, 2004).

2.8 Manejo de la mastitis

2.8.1 Tratamiento y terapia antibiótica

Según Calvinho (2010) los avances realizados en los últimos tiempos respecto a las estrategias de control, pato fisiología y respuestas al tratamiento determinan que para cada vaquería esta práctica debe ser evaluada y ajustada a cada situación particular a los efectos de obtener la máxima eficacia de los tratamientos; el objetivo principal es eliminar los agentes causales de la enfermedad, mediante la administración de una dosis adecuada del

medicamento activo en la zona infectada, esta dosis debe superar y mantener por un tiempo apropiado una concentración que sea capaz de inhibir al organismo invasor. Según el mismo autor los animales que se encuentren bajo tratamiento antibiótico deben ser identificados, ordeñarlos al último, y la leche debe ser descartada durante el tiempo que recomiende el laboratorio fabricante del medicamento utilizado.

Según Gómez (2008) la prevención de la mastitis tiene mayor preeminencia que su tratamiento. Para que un tratamiento antibiótico sea efectivo se deben cumplir las siguientes exigencias:

- a) El fármaco seleccionado debe ser el indicado para la mastitis, basándose en las recomendaciones de los informes de los exámenes de identificación bacteriana.
- b) La concentración del fármaco tiene que ser la adecuada.
- c) La frecuencia del tratamiento no debe de ser suspendida hasta lograr la recuperación del animal.
- d) Es necesario administrar terapia de soporte si el caso lo amerita. El método convencional para tratar la mastitis es mediante terapia intra mamaria con fármacos específicos, previo completo vaciamiento de la ubre.

2.8.1.1 Importancia del conocimiento del agente causal.

Para Calvino (2010) el conocer cuál es el agente causal para una curación efectiva es un aporte fundamental para diseñar un procedimiento de tratamiento antibiótico sobre una base racional; regularmente, cuando un veterinario se enfrenta con un caso clínico, desconoce la etiología del mismo, las manifestaciones clínicas causadas por los distintos organismos infectantes (ya sea presencia de grumos, decoloración de la leche, inflamación del cuarto) no son fácilmente diferenciables en la práctica, y el agente causal solo puede ser identificado en forma confiable por medio de análisis bacteriológico. Según el mismo autor la necesidad de tratar el caso clínico rápidamente no permite identificar el agente etiológico ni determinar su sensibilidad in vitro a los antibióticos antes de establecer la terapia; sin embargo, en ese instante debería tomarse una muestra de secreción mastítica, para luego ser enviada al laboratorio para la respectiva identificación del agente causal.

2.8.1.2 Tratamiento durante el periodo seco.

La mastitis subclínica diagnosticada por un elevado conteo celular, se suele tratar al inicio del periodo seco, en muchos casos este problema se desvanece al corregir la higiene del ordeño, al cambiar de camas y revisar el equipo de ordeño; si la incidencia de mastitis en el hato es elevada, se recomienda hacer un análisis microbiológico, para poder utilizar un tratamiento específico y en un periodo más adecuado; la administración de antibióticos en este periodo se debe desarrollar con estrictas medidas higiénicas (cánulas estériles, desinfección correcta del pezón) (Martínez et al., 2011).

Según Chaves (2010) la terapia en este periodo es durante las tres a cuatro primeras semanas post-secado, ya que en esta etapa hay una mayor incidencia de infecciones intramamarias en la vida productiva de la vaca; los antibióticos usados en este periodo son de liberación lenta, habitualmente son sales benzoáticas, que se encargan de mantener al

antibiótico en concentraciones bactericidas durante tres a cuatro semanas, por lo cual incrementa su efectividad.

2.8.1.3 Tratamiento durante el periodo de lactancia.

Según el manual de Bayer (2014) el tratamiento durante la lactación demanda un programa completo el cual contenga un diagnóstico previo para identificar el agente causal, el foco de infección y las medidas higiénicas en la sala de ordeño; conocer la farmacocinética de los medicamentos nos permite utilizar un tratamiento conveniente es decir, su expansión en el tejido mamario, el grado de unión del fármaco a los tejidos mamaros y las secreciones, la capacidad de atravesar la fase lipídica de la leche y el grado de ionización; todos estos principios intervienen en la concentración del antibiótico en la glándula mamaria.

Para elegir un antibiótico para el tratamiento de mastitis en el periodo de lactancia debe basarse en los siguientes puntos:

- a) El espectro de las bacterias identificadas, es decir la sensibilidad del germen al antibiótico.
- b) La difusión a través del tejido mamario.
- c) Tiempo de aplicación, costo y dosis.
- d) Tiempo de acción en la glándula mamaria.

2.8.1.4 Antibiograma.

El antibiograma es una práctica de estudio *in vitro* del dinamismo de los antimicrobianos sobre un microorganismo explícito; la valoración de dicha actividad forma parte fundamental para el tratamiento de distintas enfermedades infecciosas, favoreciendo escoger el mejor antibiótico para usar en la terapia de la enfermedad en la que se está al tanto del agente causal de la infección, por medio de un pronóstico de la respuesta terapéutica, que se obtiene gracias al análisis de datos y conocimientos microbiológicos, farmacológicos y clínicos actualizados continuamente (Guizar y Bedolla, 2008). Según Reyes et al. (2011) el objetivo de un antibiograma radica en la cantidad de un antibiótico que es capaz de impedir el crecimiento total de un microorganismo en ciertas condiciones.

2.9. Pruebas bioquímicas

Para Reyes (2014) las pruebas bioquímicas son una serie de análisis que sirven para determinar la actividad metabólica de una cepa pura de microorganismos. Son empleadas principalmente para la identificación y clasificación de bacterias y hongos.

Según LivexLab (2015) las pruebas que se emplearon para la identificación de bacterias a partir de las muestras que presentaron resistencia en el antibiograma son las siguientes:

2.9.1. Tinción Gram

Es un procedimiento de gran utilidad empleado en los laboratorios donde se manejan pruebas microbiológicas. Definida como una tinción diferencial, ya que utiliza dos colorantes y clasifica a las bacterias en dos grandes grupos: bacterias Gram negativas y bacterias Gram positivas (Beveridge, 2001). En microbiología clínica resulta de gran

utilidad, ya que a partir de muestras directas provenientes de sitios estériles se puede saber de manera rápida las características de la muestra y hacer una diferencia de los potenciales microorganismos causantes de una infección (Nagata et al., 2010). Los principios de la tinción de Gram están basados en las características de la pared celular de las bacterias, la cual le confiere propiedades determinantes a cada tipo de microorganismo.

2.9.2. Prueba de oxidasa

Esta prueba sirve para determinar la presencia de enzimas oxidasas, como se observa en la Figura 2. La reacción de la oxidasa se debe a la presencia de un sistema citocromo oxidasa que activa la oxidación del citocromo el cual es reducido por el oxígeno molecular produciéndose agua o peróxido de hidrógeno según la especie bacteriana. El oxígeno actúa por tanto como aceptor final de electrones en la cadena transportadora de electrones. Por lo general, el sistema citocromo oxidasa sólo se encuentra en las bacterias aerobias, algunas anaerobias facultativas y, excepcionalmente, en alguna microaerófila (*Vibrio fetus*), pero las bacterias anaerobias estrictas carecen de actividad oxidasa. Asimismo, la presencia de oxidasa va ligada a la producción de catalasa, ya que ésta degrada el peróxido de hidrógeno que se produce como consecuencia de la reducción del oxígeno y cuya acumulación es tóxica (Fernández et al., 2010).

Figura 2

Interpretación de la prueba oxidasa negativa vs oxidasa positiva.



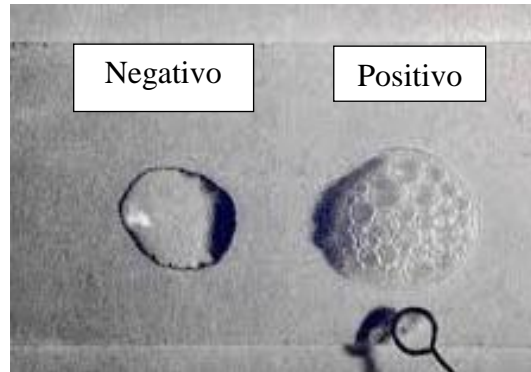
Fuente: Arroyave et al. (2013).

2.9.3. Prueba de catalasa

La catalasa es un enzima presente en la mayoría de los microorganismos que poseen citocromos. Las bacterias que sintetizan catalasa hidrolizan el peróxido de hidrógeno en agua y oxígeno gaseoso que se libera en forma de burbujas. El principal objetivo de esta prueba es separar *Micrococaccae* sp. (positiva) de *Streptococcus* spp. y *Enterococcus* spp. (negativa), muestra de ello la Figura 3 (Fernández et al., 2010).

Figura 3

Interpretación de la prueba de catalasa.



Fuente: Sobarzo (2016).

2.9.3. Prueba de CAMP

Sirve principalmente para determinar la capacidad de un microorganismo para producir una proteína conocida como factor CAMP. La proteína produce un efecto sinérgico con la β -hemolisina de *S. aureus* R. sobre eritrocitos ovinos y bovinos que se observa como un fenómeno lítico en la intersección de los dos microorganismos cuando se siembran en proximidad, como lo indica la Figura 4. Como alternativa se puede utilizar el CAMP inverso. En esta prueba la hemólisis producida por algunos microorganismos se inhibe por la β -hemolisina de *S. aureus* R. (por ejemplo, la producción de fosfolipasa D de *Arcanobacterium haemolyticum* o la fosfolipasa E de *Rhodococcus* spp.) (Fernández et al., 2010).

Figura 4

Interpretación de la prueba de Camp.



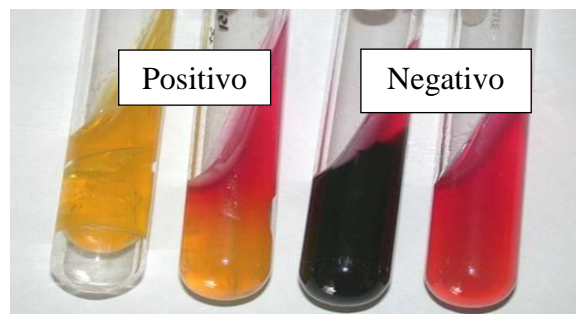
Fuente: Campo (2015).

2.9.4. Fermentación de azúcares

Las bacterias anaerobias o anaerobias facultativas a menudo fermentan carbohidratos ácidos orgánicos y gas (H_2 o CO_2). Estos pueden detectarse incluyendo en el medio un indicador de pH (Fernández et al., 2010). Las técnicas bioquímicas de fermentación de azúcares se basan en la capacidad de un microorganismo para utilizar un hidrato de carbono específico incorporado en un medio de cultivo, para originar un pH ácido. El medio de cultivo lleva incorporado un indicador (rojo fenol), este varía de color rojo (pH alcalino) a amarillo (pH ácido). La interpretación de resultados en el caso de ser positivo, el color que se obtiene es amarillo del medio que indica acidez; si es negativo el color es rosa-rojizo que indica alcalinidad, tal cual la Figura 5 (García, 2014).

Figura 5

Interpretación de la fermentación de azúcares.



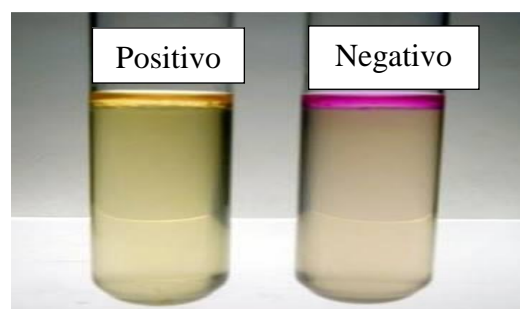
Fuente: Vásquez (2016).

2.9.5. Prueba de coagulasa

Permite determinar la capacidad de coagular el plasma por la acción de la enzima coagulasa. Se utiliza para diferenciar *S. aureus* R. (coagulasa positivo) de otras especies de *Staphylococcus* como lo indica la Figura 6. La prueba de la coagulasa en tubo se puede leer tras incubación de 4 h, pero si es negativa debe incubarse hasta 24 h (Fernández et al., 2010).

Figura 6

Interpretación de la prueba de coagulasa.



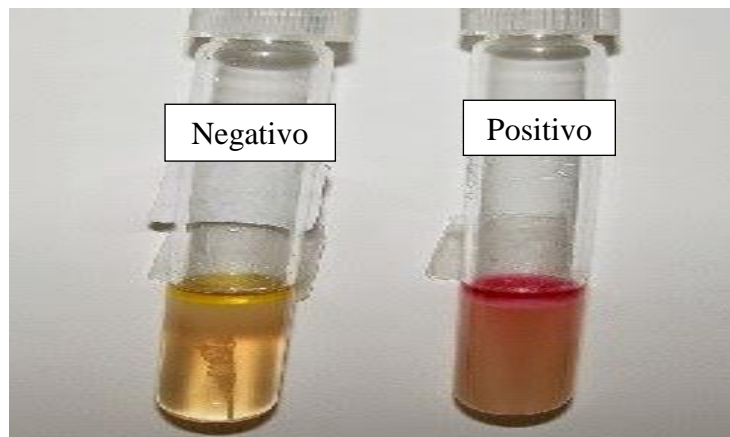
Fuente: Vásquez (2016).

2.9.6. Prueba de indol

Mediante esta prueba se detecta la liberación de indol en un cultivo bacteriano. Dicha liberación se debe a la degradación del aminoácido triptófano mediante la enzima triptofanasa (Fernández et al., 2010). Consiste en la degradación del aminoácido triptófano mediante la enzima triptofanasa, en esta degradación se libera el indol de un cultivo bacteriano. La técnica se realiza empleando el reactivo de Kovacs directamente sobre el tubo incubado y se agita suavemente; si el resultado es positivo hay la presencia de un anillo de color rojo en la superficie del medio, en cambio si es negativo el color del anillo será ocre oscuro (Coltrán, 2014).

Figura 7

Interpretación de la prueba de indol.



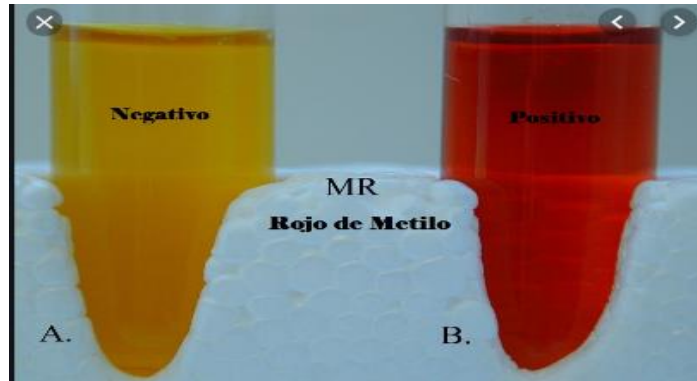
Fuente: Coltrán (2014).

2.9.7. Prueba de rojo de metilo

El rojo de metilo es un indicador de pH. Actúa entre pH 4.2 y 6.3 variando desde rojo (pH 4.2) a amarillo (pH 6.3), como lo muestra la Figura 8. Mediante esta prueba se comprueba la capacidad de un microorganismo de producir y mantener estables los productos terminales ácidos de la fermentación de la glucosa por la vía de la fermentación ácido-mixta. Se utiliza como parte de la identificación a nivel de especie de los bacilos entéricos gramnegativos (Fernández et al., 2010).

Figura 8

Interpretación de la prueba de rojo de metilo.



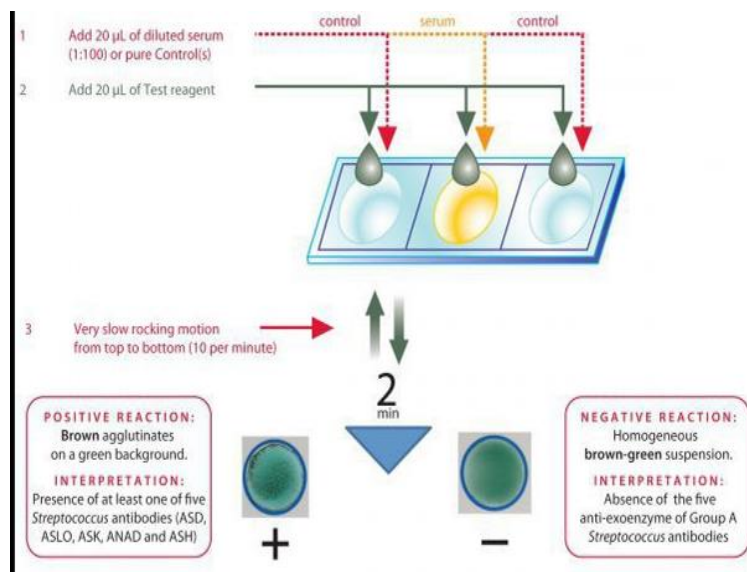
Fuente: Da Silva (2018).

2.9.8. Prueba strepto plus

Es una prueba rápida de aglutinación de macropartículas de poli estireno para empaquetar *Streptococcus* del grupo A, B, C, D, F y G, esta prueba se realiza a partir de colonias aisladas. Los reactivos contienen partículas de látex sensibilizadas con anticuerpos contra antígenos del grupo. La técnica consiste en colocar las colonias aisladas de estreptococos en un tubo que contiene el reactivo, si el antígeno no está presente, el reactivo de látex permanece en suspensión homogénea. Los resultados se interpretan positivos cuando hay la presencia de una aglutinación clara en máximo 2 minutos; es negativo cuando hay ausencia de aglutinación, la suspensión se presenta homogénea o granulada, tal cual lo muestra la Figura 9 (Biologiemarine, 2008).

Figura 9

Interpretación de la prueba strepto plus.



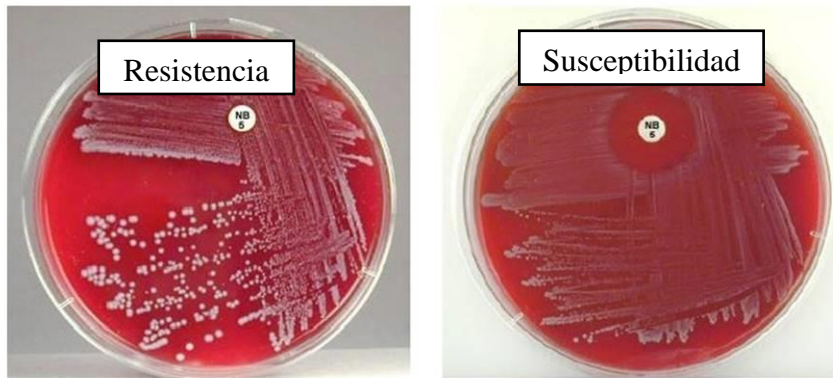
Fuente: Medical Group (s/f).

2.9.9. Prueba de novobiocina

La prueba consiste en distinguir diferentes especies de estafilococos mediante la sensibilidad del antibiótico novobiocina. La técnica se realiza aislando una pequeña colonia de bacterias y se coloca en medios de cultivo con la novobiocina; luego de la incubación a 37°C durante 18 horas se establece la presencia de especies de estafilococos Figura 10 (Koneman, 2006).

Figura 10

Interpretación de la prueba novobiocina.



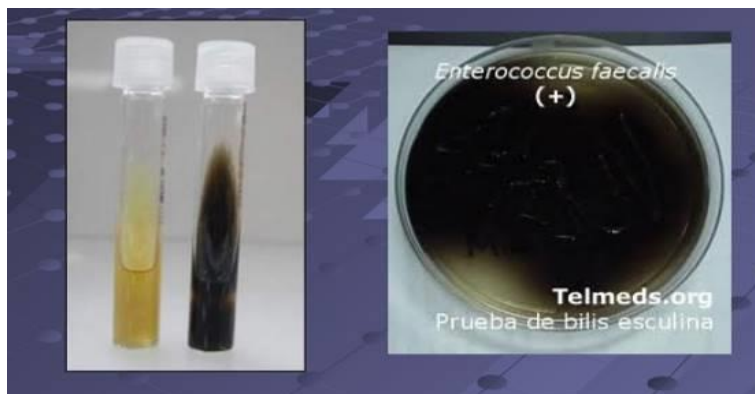
Fuente: Guerra et al. (2003).

2.9.10. Prueba de bilis esculina

Esta técnica es utilizada para la identificación de especies de *Enterococcus* y estreptococos del grupo "D". Los microorganismos que son positivos son capaces de crecer en presencia de bilis al 40% e hidrolizar la esculina, como lo muestra la Figura 11. El tiempo de incubación varía de 24 a 48 horas, la mayoría de especies pueden ennegrecer el medio de bilis-esculina (Koneman, 2006).

Figura 11

Interpretación de la prueba de bilis esculina.



Fuente: Sosa (2013).

2.10 Pérdidas ocasionadas por mastitis

Van Asseldonk et al. (2010) afirman que las pérdidas productivas debidas a casos clínicos son apreciables con facilidad por el productor, al contrario de las manifestaciones subclínicas de la enfermedad. Según Bartlett et al. (1990); Miller et al. (1993), Durr et al. (2008) y Hagnestam-Nielsen et al. (2009) las mermas coligadas a la mastitis subclínica son apreciadas a partir del recuento de células somáticas en leche, ya que existe una estrecha relación entre este, el nivel de infección intramamaria (IIM) y la magnitud de los quebrantos físicos. Schepers y Dijkhuizen (1991) y Halasa et al. (2007) señalan que entre las bajas relacionadas a mastitis se encuentran la reducción en la producción y calidad de leche, leche descartada, gastos por chequeos veterinarios, compra de fármacos, trabajo extra, descarte de vacas y presencia de enfermedades contaminantes. Rushton (2009) y Hogeveen et al. (2011) mencionan que más que considerar la consecuencia productiva de la enfermedad, el análisis económico implica la evaluación de las acciones de control y prevención.

2.11 Control

Para Gómez (2008) el control de la mastitis implica la aplicación de un programa completo que abarque medidas higiénicas y de manejo, cuyo objetivo final es reducir al máximo la incidencia de la enfermedad en los hatos bovinos.

- a) Mantenimiento óptimo de las condiciones de limpieza en los alojamientos (áreas pavimentadas o camas individuales).
- b) Higiene personal de los ordeñadores (manos y salud en general).
- c) Prácticas de ordeño que abarquen lavado de ubre baja y pezón, secado y sellado de pezones con solución desinfectante después de cada ordeño.
- d) Mantenimiento funcional óptimo de las ordeñadoras mecánicas.
- e) Diagnóstico periódico del funcionamiento del equipo de ordeño
- f) Pruebas mensuales de detección de mastitis subclínica (prueba de California o de Wisconsin).
- g) Muestreo frecuente de leche en casos clínicos para análisis bacteriológicos de sensibilidad a antibióticos.
- h) Eliminación de casos crónicos y contagiosos.

2.12 Buenas prácticas de ordeño

Según la FAO (2011) la implementación de buenas prácticas de ordeño comprende el control y ejecución de acciones que cumplan los requisitos mínimos para obtener leche de calidad para el consumo humano y luego poder ser procesada para la fabricación de productos lácteos de una manera apropiada; entre los requerimientos básicos se señalan los siguientes: tener instalaciones óptimas para el ordeño, formación y estimulación de las personas que se encargan del ordeño, mantener los utensilios e instrumentos de trabajo limpios y en buen estado, los animales en producción deben estar en buenas condiciones de salud. Para la misma organización la leche es un producto muy susceptible de adquirir

olores o sabores extraños, además es un medio de cultivo para microorganismos, por lo cual, para evitar la contaminación mediante un manejo incorrecto de la leche, es esencial obtener un producto de buena calidad; la ejecución de buenas prácticas de ordeño abarca un conjunto de procesos que se deben realizar de manera adecuada y ordenada (Procedimiento operativo estandarizado – POE).

2.13. MARCO LEGAL

Tomando en cuenta que la Constitución es la norma suprema del ordenamiento jurídico es importante iniciar este análisis desde lo que establece la Carta Magna. En este sentido y haciendo alusión a los artículos 13 y 32 manifiestan que, los ciudadanos en el Ecuador tienen derecho a la obtención segura y estable de alimentos saludables, nutritivos y producidos de forma local. Así como también, que la salud es un derecho de todos los ecuatorianos, la cual se encuentra garantizada por el Estado. Siendo así, que el tema de la presente investigación está enfocada a esta realidad, pretendiendo en este sentido aportar para una buena alimentación con ambientes sanos para la extracción y producción de leche de óptima calidad que permita un sustento alimenticio apropiado dentro del buen vivir (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Según la Ley de Fomento y Desarrollo Agropecuario (1994) art. 3 establece que tendrán derecho a acogerse a los beneficios de la misma, las personas naturales o jurídicas que se dediquen a la producción agropecuaria. Por lo cual, el presente estudio estuvo orientado en determinar la prevalencia de mastitis bovina de seis fincas en el cantón Antonio Ante, en donde utilizan la mano de obra familiar para la explotación lechera. Por ende, es importante resaltar que los ganaderos de las fincas en estudio son beneficiarios de acuerdo a lo que establece esta normativa legal, en ese sentido siempre será importante el apoyo del Estado para que se pueda superar los altos índices de prevalencia de mastitis bovina en el país.

El art. 4 de la ley mencionada anteriormente se conecta al entorno de la presente investigación ya que la leche es un producto de alta demanda a nivel nacional por su gran valor nutricional, convirtiéndola en un alimento indispensable e insustituible en la mesa del consumo familiar. Así como también, es un producto destinado para la exportación y usado como materia prima en la industria nacional. En este sentido el aporte investigativo de este estudio es de gran importancia ya que puede ser utilizado dentro de la Política de Investigación Agropecuaria determinada por el MAG y ejecutada por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

Por otro lado, el art. 43 de la misma ley revela que, es obligación de los ganaderos cuidar de la salud de sus animales. En ese sentido, esta investigación ayudó para que los bovinos que presentaron mastitis fueran tratados con los antibióticos adecuados y de esta manera controlar la resistencia de los agentes etiológicos causantes de esta enfermedad.

Según el Acuerdo Ministerial N° 394 (2013) el art. 7 establece que, es importante resaltar que los productores de leche reciben bonificaciones por la calidad de este producto de consumo masivo y vital dentro de la alimentación cotidiana de la población, siendo esto un

incentivo para que los ganaderos realicen un buen manejo tanto del cuidado de los animales cómo de las metodologías adecuadas para una producción de leche con características óptimas. En este sentido este trabajo investigativo busca aportar con la información y formación suficiente para alcanzar estándares elevados en cuanto a la calidad de la leche.

CAPITULO III.

MARCO METODOLÓGICO

Este estudio se basa en una investigación descriptiva, enfocada en determinar la situación en la que se encuentra la mastitis en seis ganaderías del cantón Antonio Ante.

3.1. Caracterización del área de estudio

La investigación se llevó a cabo en el cantón Antonio Ante que está constituido por 6 parroquias urbanas y rurales.

3.1.1. Ubicación geográfica

Según el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) de Antonio Ante (2011) el área de investigación es uno de los seis cantones que integran la provincia de Imbabura, se encuentra justo en el centro de la misma, específicamente en el noroeste, a nueve km de la capital provincial Ibarra, a 94 km de Quito y a 178.70 km de la frontera colombiana. Está a 88.5 km del nuevo aeropuerto de Quito (vía El Quinche) y a 18 km de Yachay en el cantón Urcuquí.

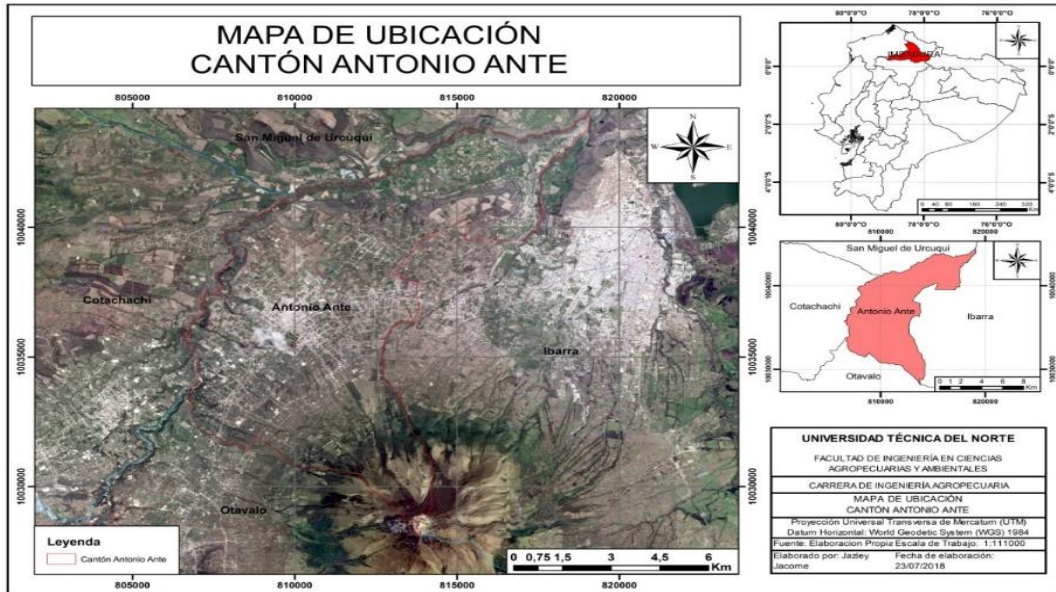
Sus límites son los siguientes:

- a) Al norte: El cantón Urcuquí, cuyo accidente geográfico de limitación es el río Ambi aguas arriba y se dirige con rumbo al suroeste, en los siguientes puntos: X: 819030.57; Y: 10044446.70; X: 810134.57; Y: 10041150.55.
- b) Al Oeste: El cantón Cotacachi, cuyo accidente geográfico de limitación es el río Ambi aguas arriba hasta la intersección con la quebrada Oscura; tomando un rumbo al suroeste, en los siguientes puntos: X: 810134.57; Y: 10041150.55; X: 806762.62; Y: 10033789.29.
- c) Al sur: El cantón Otavalo e Ibarra, en la intersección de la quebrada de Oscura y río Ambi, se dirige con rumbo sureste cuyo accidente geográfico de límite es la quebrada Oscura en los siguientes puntos: X: 806762.62; Y: 10033789.29; X: 808531.76; Y: 10031430.94.
- d) Al este: San Antonio de Ibarra, desde la parte alta del cerro Imbabura, se dirige con rumbo norte tomando como accidente geográfico la quebrada Farinango que es afluente de la quebrada San Antonio, en los siguientes puntos: X: 813702.82; Y: 10028802.87; X: 813604.0; Y: 10036360.41.

A continuación, se presenta la localización del lugar de investigación en la Figura 12.

Figura 12

Mapa de ubicación del área de estudio.



3.1.2. Características climáticas

Dentro de los factores naturales se tiene las siguientes características climáticas generales del cantón Tabla 5:

Tabla 5

Características generales del cantón Antonio Ante

Detalle	Datos
Clima	Ecuatorial mesotérmico semi húmedo
Temperatura	0-8° y 10-20° (anual) Promedio 15.7 °C
Altitud	1880 a 4560 (m.s.n.m)
Precipitación	714 mm promedio anual
Humedad relativa	65 - 85%

Fuente: GAD Antonio Ante (2011).

En la Tabla 6 se describen las características climáticas para las seis parroquias pertenecientes al cantón Antonio Ante:

Tabla 6*Características climáticas de las parroquias del cantón Antonio Ante*

Parroquias	Humedad relativa media	Temperatura promedio	Precipitación promedio	Altitud (m.s.n.m)		
				Mín.	Media	Máx.
Andrade Marín		5° - 14° C	500 – 1000 mm	2420	3250	4080
Atuntaqui		13° - 15° C	500 – 1250 mm	2080	2256	2431
Chaltura	75 %	13° - 16° C	500 – 1000 mm	1880	2160	2440
Imbaya		14° - 17° C	500 – 750 mm	1800	2014	2227
Natabuela		6° - 15° C	500 – 1000 mm	2400	3200	4000
San Roque		5° - 15° C	750 – 1250 mm	2240	3400	4560

Fuente: GAD Antonio Ante (2011).

Según el GAD de Antonio Ante (2011) el 63.82% del suelo del cantón se destina al uso agrícola, le siguen las áreas de protección y conservación con el 20.97%, el uso pecuario con 7.91% y tan solo el 4.27% corresponde a zonas urbanas. En cuanto al uso agrícola el cultivo principal es el maíz, el cual se rota con fréjol, habas, arveja, papa, tomate riñón, brócoli, alfalfa, también se puede encontrar monocultivos de tomate riñón, frutales, caña de azúcar, maíz, limón, aguacate, alfalfa entre otros cultivos asociados. Y en el uso para conservación y protección ecológica se encuentra vegetación arbórea, arbustiva, herbácea y páramos en la zona alta, en las quebradas y ríos se observa la presencia de remanentes de vegetación nativa tanto en la zona baja, media y alta del cantón.

Por otra parte en cuanto al uso forestal se observan plantaciones principalmente de eucaliptos y en cuanto al uso pecuario encontramos pastos cultivados, alfalfa y asociaciones con maíz, alfalfa y pastos; y en infraestructura pecuaria y agrícola existen planteles avícolas, invernaderos y reservorios de agua; también se pueden observar zonas en descanso, con erosión, uso minero para extracción de material pétreo y uso urbano con áreas urbanas y centros poblados correspondientes a la cabecera cantonal y parroquiales.

3.2. Materiales y métodos

3.2.1 Materiales, equipos, insumos y herramientas

Los materiales, equipos, insumos y herramientas que se usaron para este estudio, tanto para la fase de laboratorio como para la fase de campo se especifican en la Tabla 7. Los materiales de campo, de oficina y los más esenciales de laboratorio se obviaron en poner en la tabla para evitar que la tabla se haga más extensa.

Tabla 7*Materiales, equipos, insumos y herramientas*

Materiales	Equipos	Insumos	Herramientas
-Guantes desechables	-Cámara fotográfica	-Vacas	-Ficha técnica de manejo
-Cooler	-Impresora	-Reactivo de CMT	-Ficha de resultados
-Frascos estériles	-Autoclave	-Gel refrigerante	-Mechero
-Materiales de campo	-Incubadora	-Muestras de leche	
-Paleta para CMT	-Balanza analítica	-Discos de antibióticos	
-Encuestas	-Termómetro	-Agar Mueller Hinton	
-Materiales de oficina	-Phímetro	-Agar Sangre	
-Cajas monopetri		-Agar MacConkey	
-Gotero		-Agua destilada	
-Materiales de laboratorio		-Alcohol al 70%	

3.3. Métodos

Es un estudio de tipo descriptivo, en donde se realizó el California Mastitis Test a todos los animales en producción de las haciendas certificadas del cantón, refiriéndonos a certificadas porque las mismas cumplen con la vacunación contra brucelosis y tuberculosis de sus animales; cuyo objetivo fue determinar la prevalencia de agentes etiológicos de mastitis en ganaderías del cantón Antonio Ante.

3.3.1. Determinación de número de animales en producción

Para definir el número de vacas adultas en el cantón, se realizó un acercamiento con el Departamento de Sanidad Animal de Agrocalidad perteneciente al cantón Antonio Ante, quienes proporcionaron los datos actualizados sobre las fincas ganaderas registradas en donde sus animales en producción se encuentran certificados, es decir cumplen con el Plan Nacional de Vacunación contra Brucelosis y Tuberculosis, tal como lo indica la Tabla 8. La investigación se enfocó en éstas haciendas porque son de las únicas de las que ésta entidad tiene registros, además de que son las más representativas del cantón y de las

cuales se recoge la producción de leche para centros de acopio para un futuro procesamiento de la misma, la cual tiene como objetivo llegar a la mesa del consumo familiar.

Tabla 8

Ubicación de las fincas en estudio

Lugar	Fincas	N° animales en Producción	Ubicación GPS	
			Coord. X	Coord. Y
Imbaya	A	39	816428	10042653
Imbaya	B	21	812401	10040166
Imbaya	C	11	816248	10042822
Imbaya	D	36	825004	10042538
Imbaya	E	12	817941	10042930
Imbaya	F	14	815969	10043489
Total	6	133		

3.3.2. Variables a evaluar

3.3.2.1. Variable dependiente.

a) Prevalencia

Se realizaron visitas previas a las fincas seleccionadas, para de esta manera conocer el lugar de estudio además de dar a conocer el trabajo que se iba a proceder a realizar. Así como también para adquirir la respectiva autorización de los propietarios de las fincas, para realizar los distintos procedimientos y análisis a sus animales. Además de obtener la información necesaria para la realización de la fase de campo; como fueron conocer el horario de ordeños, número exacto de animales que se encontraban en producción en ese momento y de esta manera llegar a un consenso.

Luego de ello se realizó una sola visita de a las horas de ordeño según cada finca. Para proceder a realizar la toma de muestras de leche de todos los animales en producción de cada finca, en total fueron 133 animales. Para conocer el grado de infección de la enfermedad se realizó el California Mastitis Test (CMT) siguiendo el manual de instrucciones de Tejeiro (2013) donde describe cómo se debe interpretar de manera correcta el test de mastitis.

El cual clasifica en seis categorías de afectación de mastitis comenzando por un cuarto sano, trazas (posible infección), mastitis grado 1 (positivo débil), mastitis grado 2 (positivo evidente), mastitis grado 3 (positivo fuerte) hasta terminar en una infección clínica (mastitis clínica), el cual es el grado más grave de esta enfermedad. Además, en la Tabla 9 explica cuál es la respectiva reacción según cada categoría al reactivo y cuáles son las características que se deben identificar para determinar el grado de afectación que poseen los animales del hato.

Tabla 9*Lectura del test de mastitis*

Grado CMT	Reacción al CMT
Cuarto sano	No se presenta alteraciones en el contenido de la muestra.
Trazas (Posible infección)	Existe un ligero espesamiento de la muestra que parece desvanecerse con el movimiento de la paleta, si se presenta el mismo caso en los cuatro cuartos al mismo tiempo no hay infección, si es uno o dos cuartos existe la posible infección.
Mastitis grado (Positivo débil)	1 Definido espesamiento de la mezcla, pero sin tendencia a formar gel. Si la paleta se frota por más de 20 segundos, el espesamiento puede desaparecer.
Mastitis grado (Positivo evidente)	2 Inmediato espesamiento de la mezcla con ligera formación de gel, mientras la mezcla se agita esta se mueve hacia el centro de la copa exponiendo el fondo del borde negro. Cuando el movimiento se detiene, la mezcla se nivela y cubre todo el fondo de la copa.
Mastitis grado (Positivo fuerte)	3 Hay formación de gel y la superficie de la mezcla se eleva (como un huevo frito). Esta elevación central permanece aún después de detener el movimiento de rotación de la paleta de CMT.
Infección clínica	La leche que baja del cuarto sale inmediatamente con grumos, pus o sangre.

Fuente: Tejeiro (2013).

De esta manera se pudo determinar si existe o no mastitis y que grado de infección poseen de acuerdo a la tabla vista y con ello se procedió a registrar en las fichas técnicas y etiquetar las muestras.

b) Calidad de leche

- Para determinar la calidad de leche se tomó una muestra más de leche en un frasco estéril a todos los animales en producción y se procedió a realizar pruebas de pH y alcohol a los mismos.

3.3.2.2. Variables independientes.

a) Manejo de los hatos

Para el manejo de los hatos ganaderos se realizó una sola visita por cada finca para evitar interferir en los resultados a obtener encuestando a cada propietario. Luego de la toma de muestras se efectuó una ficha técnica de observación en campo (Anexo 1). Para conocer las causas que ocasionan una mayor prevalencia de la enfermedad y poder proponer soluciones a esta enfermedad.

b) Diagnóstico

Se procedió a efectuar un diagnóstico de los medicamentos que son más utilizados en las ganaderías para el tratamiento de mastitis, mediante los datos obtenidos en la aplicación de la encuesta a los almacenes agropecuarios y la encuesta a los ganaderos de las fincas estudiadas. En donde se conoció cuál o cuáles medicamentos son los más distribuidos y de esta manera se determinó la eficiencia de los mismos.

c) Determinación de agentes etiológicos causantes de la enfermedad

Se realizó la siembra y el aislamiento de cada uno de los microorganismos de muestras que resultaron positivas, obteniendo así un cultivo puro luego de ello se procedió hacer la identificación de agentes etiológicos de la enfermedad y por último el antibiograma, procedimientos que se realizaron en el laboratorio LIVEXLAB en Quito.

3.4 Análisis estadístico

Para realizar el análisis estadístico de la presente investigación se siguió los siguientes pasos:

- 1) Se elaboró una base de datos en el programa Microsoft Excel para poder sistematizar la información obtenida en campo y en laboratorio.
- 2) Los datos analizados se los realizó en el programa estadístico *InfoStat* versión 2020, en donde se evaluó las variables en estudio.
- 3) Para datos provenientes de las dos encuestas aplicadas, ficha técnica, la identificación bacteriana y el antibiograma se analizó por tablas de contingencia usando el valor de Chi-cuadrado ($\chi^2=0.05$) por ser datos no paramétricos. Para así poder relacionar la prevalencia de mastitis bovina con el manejo de los hatos, el diagnóstico de los medicamentos aplicados y la determinación del agente causal de la enfermedad.
- 4) Los resultados de la prueba CMT, que resultaron ser no paramétricos, se analizó mediante la prueba de Kruskal Wallis con la cual se pudo identificar la interacción entre los cuartos mamarios y los grados de afectación de la enfermedad.
- 5) Para analizar los datos de la prueba de pH, se realizó el ADEVA Tabla 10.

Tabla 10*Esquema del análisis de varianza (ADEVA)*

Fuente de variación	gl Fv	Gl Ex	Valor-f	Valor-p
Finca	5	89	168.26	<0.0001

Se utilizó la prueba (LSD Fisher al 5%), porque los datos si cumplieron con los supuestos, es decir que si existió una diferencia significativa para esta variable.

3.5 Manejo del Ensayo

3.5.1 Selección de fincas ganaderas

Primero se realizó un acercamiento con las autoridades pertinentes de Agrocalidad para obtener los datos necesarios para el ensayo. Así se obtuvo el número de haciendas ganaderas certificadas del cantón y según la información brindada son seis. También se obtuvo el número total de animales en producción de cada finca.

3.5.2. Visitas a las fincas ganaderas

Para ello se realizó primero una visita de acercamiento a cada finca para conocer la ubicación, horarios de ordeños e información en general de la misma y sobre todo dar a conocer lo que se iba a realizar a los ganaderos de las haciendas en estudio, para de esta manera tener el consentimiento de poder realizar la investigación en cada una de ellas. Una vez realizado eso, se inició la fase de campo, haciendo una sola visita por finca cada dos semanas en las horas de ordeño según cada propiedad para la aplicación de las pertinentes pruebas de campo y luego de eso se realizó los respectivos análisis de laboratorio de cada finca.

3.5.3. Test de mastitis (CMT)

La primera prueba de campo en aplicar a todos los animales en producción de cada finca fue el California Mastitis Test. Para realizar un correcto test de mastitis, se realizó los siguientes pasos según lo recomienda Tejeiro (2013):

1. Lavar, enjuagar y secar la ubre.
2. Con una solución de alcohol al 70% desinfectarse las manos.
3. Con la misma solución y utilizando papel toalla, desinfectar los pezones. Dejar secar por 2 minutos.
4. Despunte; el test de mastitis se debe realizar siempre después del despunte, desechando los 2 primeros chorros de leche, si no se despunta los resultados de la prueba se pueden distorsionar.
5. Sacar la muestra de leche sobre la paleta de fondo negro de cada cuarto, de uno o dos chorros de leche. Es importante identificar con claridad la muestra de

cada cuarto, los cuartos anteriores en los compartimientos delanteros de la paleta, así mismo corresponde a los posteriores.

6. Agregar a cada compartimiento de la paleta el reactivo que contiene sodio dodecyl sulfato en igual cantidad al de la muestra de leche. Una cantidad mayor o menor distorsiona los resultados de la prueba, por ello es importante disponer el reactivo en un gotero que nos permita dosificarlo adecuadamente.
7. Hacer la mezcla rotando la paleta con movimientos circulares hasta mezclar los contenidos. No se debe mezclar por más de 10 segundos.
8. Realizar la lectura del test observando rápidamente el comportamiento de la mezcla en cada compartimiento de la paleta, la reacción visual solo dura unos 20 segundos. Lo que se debe observar es si hay la formación de grumos como gelatina, entre más gelatinosa se torne la mezcla, mayor es el nivel de infección Figura 13.
9. Al finalizar la prueba, desechar el contenido de la paleta y desinfectarla muy bien para la próxima prueba.

Figura 13

Lectura del test de mastitis.



3.5.4. Presencia de mastitis y registro

Posterior a ello, las muestras obtenidas que resultaron positivas al test de mastitis se recolectaron según las instrucciones que se indican a continuación y se procedió a registrar los resultados en la ficha técnica de cada finca (Anexo 2). Luego de ello se etiquetó las muestras obtenidas y se guardaron en el cooler junto con el gel refrigerante Figura 14, para ser transportadas al laboratorio para realizar los respectivos análisis antes de las 24 horas.

Figura 14

Registro de resultados en la ficha técnica.



Luego se procedió a realizar las dos siguientes pruebas de calidad de leche para las cuales se tomó otra muestra más.

3.5.5. Prueba de alcohol

Para realizar esta prueba se realizó el procedimiento según lo indicado por Guille (2008):

- 1) Colocar en un tubo de ensayo 2 ml de leche.
- 2) Agregar 2 ml de alcohol al 70% en el tubo de ensayo, finalmente debe quedar una proporción 1:1.
- 3) Después se invierte el tubo tapando el orificio de entrada y se mezcla para por último observar la reacción.

Interpretación:

- La leche de buena calidad y fresca, no sufre ninguna alteración.
- La formación de grumos es señal de una muestra= positiva (indicando la inestabilidad de la leche), como lo indica la Figura 15.

Figura 15

Muestra positiva de la prueba de alcohol.



3.5.6. Determinación de pH

Según Villareal (2016) la única manera de medir con precisión un pH es empleando un

instrumento electrónico. Los aparatos electrónicos utilizados para este fin se denominan pH-metros. Para determinar el pH de las muestras se realizó de la siguiente manera como lo indica la Figura 16:

Figura 16

Determinación de pH.



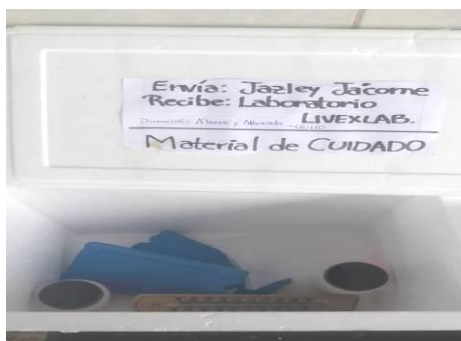
3.5.7. Recolección y conservación de muestras de leche

- Según el instructivo para la toma de muestras de leche cruda de la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (Agrocalidad, 2015) las muestras destinadas al análisis de suero, antibióticos, acidez, aflatoxinas, peróxidos, cloruros, etc., deberán ser recolectadas en frascos estériles, de preferencia que no contengan ningún tipo de conservante químico.
- Los envases fueron de 50 ml y se tomó una cantidad de 3 ml de leche por cuarto de la ubre aproximadamente.
- Las muestras recolectadas en éstos envases, se almacenó y transportó en un cooler a una temperatura comprendida entre 2 °C y 8 °C hasta el momento de su análisis en el laboratorio Figura 17.
- La muestra sin conservante debe ser almacenada máximo 48 horas, requiriéndose realizar el análisis inmediatamente.
- Los datos obtenidos en el laboratorio fueron registrados individualmente.

Este procedimiento sirvió para realizar los respectivos análisis de resistencia a los antibióticos más distribuidos del cantón. Al igual que se tomó otra muestra para poder conocer el estado de calidad de la leche producida de las mismas, mediante pruebas de alcohol y pH.

Figura 17

Conservación de muestras positivas al CMT.



3.5.8. Aplicación de una encuesta a los ganaderos

Se procedió a realizar una encuesta (Anexo 3), con la finalidad de conocer cómo es el manejo proporcionado por los ganaderos al momento del ordeño. La misma que ayudó a dar un diagnóstico de los ingredientes activos más utilizados en las fincas ganaderas del cantón, para el tratamiento de la mastitis. La encuesta se la realizó después de tomar las muestras de leche, para que los ganaderos indirectamente no influyan en su manejo cotidiano del ordeño y así poder obtener datos reales para la investigación Figura 18.

Figura 18

Aplicación de encuesta al ganadero.



3.5.9. Técnica para identificación de bacterias

Para determinar el agente más representativo de las muestras de mastitis en leche se procedió a seguir los siguientes procedimientos: siembra, purificación, aislamiento e identificación de patógenos.

1. Los medios de cultivo agar sangre, MacConkey y Mueller Hinton fueron preparados según lo mencionan sus respectivas fichas técnicas, los cuales estaban listos previa la llegada de las muestras para la siembra e identificación de patógenos.
2. Las muestras a temperatura ambiente fueron pesadas equitativamente y centrifugadas a mil quinientas revoluciones por minuto (1500 rpm) por un periodo de diez minutos. Los tubos centrifugados fueron trasladados a una cámara estéril, de cada uno de ellos

se eliminó el sobrenadante y el precipitado se sembró por agotamiento, en cajas Petri de agar sangre y agar MacConkey, con su respectiva identificación.

3. Los medios fueron incubados durante 24 horas a una temperatura de 37° C.
4. Cada bacteria diferente que crecieron en cada caja Petri fueron repicadas o purificadas en nuevas cajas Petri con medio, una vez se obtuvieron cultivos axénicos o individuales se procedió a realizar la tinción Gram para una clasificación de bacterias. Se procedió a realizar un frotis en la placa lista Figura 19.

Figura 19

Técnica de siembra por estría en placa.



5. Se empleó la coloración Gram para clasificar las bacterias, por su forma en cocos y bacilos; y por su coloración en Gram positivas (azul-violáceas) y Gram negativas (rojas).
6. Para esto, se realizó una purificación de la colonia en agar Columbia más sangre desfibrinada si es una bacteria Gram positiva y en agar MacConkey si es una bacteria Gram negativa.

3.5.10. Preparación, siembra de la muestra y antibiograma por disco - placa

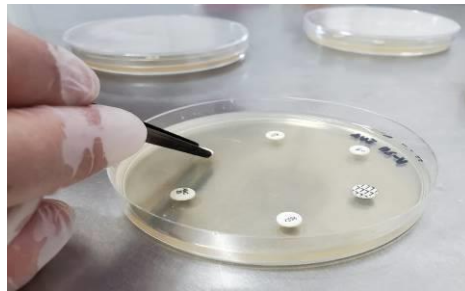
1. Para realizar el antibiograma se utilizó agar Sangre para antibiogramas de bacterias Gram positivas y agar Mueller-Hinton para antibiogramas de bacterias Gram negativas; en el caso de presencia de *Corynebacterium* sp. se utiliza agar de Mueller-Hinton con 5% de sangre desfibrinada.
2. Verificando que todos los medios estén correctamente elaborados y libres de contaminación. En el caso de las cajas Petri, para la elaboración de antibiogramas el agar debe tener una capa de 5 mm de espesor, cubriendo en su totalidad la caja Petri, el agar debe estar completamente gelificado para iniciar el procedimiento.
3. Las bacterias fueron sembradas en Caldo de Infusión Cerebro-Corazón para lo cual se utilizó tubos con 5 ml de caldo, se dejó incubar por 12 horas hasta que el caldo este turbio.
4. Se usaron pipetas de 1 ml con las que se recogió 0.10 ml de la suspensión del germen que presentó una alta turbidez, la suspensión debe cubrir la superficie de la caja Petri

con la ayuda de la espátula Drigalski y se dejó secar el inóculo por un periodo de 3 minutos.

- Después de este periodo se colocó los discos escogidos de acuerdo a los resultados de la encuesta realizada a los almacenes agropecuarios. Los discos que se colocaron sobre el agar mediante pinzas estériles fueron: cefalexina, amoxicilina con ácido clavulánico, lincomicina, gentamicina y neomicina (Figura 20).

Figura 20

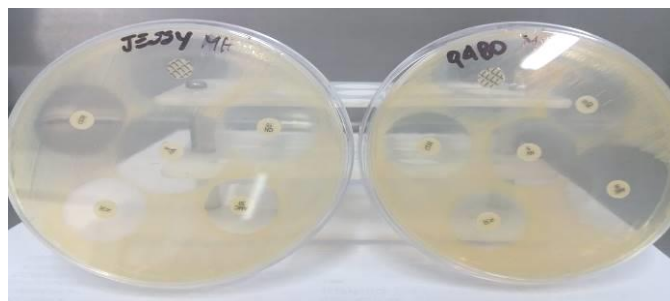
Colocación de discos de antibióticos.



- Las muestras fueron incubadas a 35 – 37° C por un periodo de 24 horas aproximadamente.
- Una vez que se observó los halos de inhibición alrededor de los discos se procedió a medir la zona de inhibición.
- Los resultados fueron analizados de acuerdo al halo que presentó cada uno de los discos utilizados. La ausencia del halo se interpretó como la resistencia de la bacteria al antibiótico, mientras que la presencia de halo se interpretó como la sensibilidad de la bacteria frente al antibiótico, lo cual dependió de la concentración de antibiótico en el disco para determinar si fue sensible, intermedio o resistente, de acuerdo a las escalas estandarizadas (Figura 21).

Figura 21

Resultados del antibiograma.



3.5.11. Medida del halo de inhibición en pruebas de sensibilidad antimicrobiana

Para determinar la interpretación del halo de inhibición se establecieron 3 categorías: sensible (S), intermedio (I) y resistente (R). Para poder categorizar la sensibilidad

antimicrobiana, se procedió a medir el diámetro y radio en mm del halo de inhibición
Tabla 11:

Tabla 11

Lectura e interpretación del halo de inhibición

Antimicrobiano	Sensible (diámetro)	Intermedio (diámetro)	Resistente (diámetro)
Amoxicilina / Ácido clavulánico	≥ 18	14 – 17	≤ 13
Lincomicina	≥ 21	15 – 20	≤ 14
Neomicina	≥ 17	13 – 16	≤ 12
Cefalexina	≥ 18	14 – 17	≤ 13
Gentamicina	≥ 15	13 – 14	≤ 12

Fuente: Reynaldi (2006).

3.5.11 Estrategias de manejo

Para el desarrollo de este objetivo, se estableció una estrategia de tipo comunicacional, de difusión de la información y de aplicación de lo que se encuentra en la información de libre acceso. Para lo cual se realizó los siguientes pasos:

- 1) Con base en los resultados obtenidos en la investigación realizada y teniendo en cuenta el documento oficial como lo es el Manual de Buenas Prácticas de Ordeño - FAO. Se propuso el diseño de una cartilla básica y puntual de mejora del ordeño para prevenir la mastitis bovina en la zona de estudio (Anexo 4). Para de esta manera, disminuir la incidencia de la enfermedad, así como mejorar la forma de manejo y las fallas encontradas en la mayoría de los hatos, según los resultados encontrados mediante la aplicación de la ficha técnica de campo a cada finca. A partir de todas las indicaciones que tienen las guías y manuales de buenas prácticas de ordeño que se encuentran de libre acceso en las plataformas digitales, se estableció que lo más fundamental a cumplir en las fincas evaluadas es:
 - Identificar a los animales.
 - Trazar los medicamentos y tratarlos diferenciado.
 - Evitar la introducción o proliferación de nuevos agentes patógenos, mediante una rutina de limpieza exhaustiva y desinfección continua.
 - Proponer una gestión eficaz de los animales infectados mediante cuarentena o secarlos.

- Trabajar con fármacos pre escritos por profesionales y con análisis de identificación bacteriana y antibiogramas.
 - Rutina del ordeño adecuada.
- 2) Entrega de la cartilla a los ganaderos de cada finca y colocación de la misma en lugares visibles dentro de las salas de ordeño, para que de esta manera puedan ponerla en práctica en el manejo de los tambos.
 - 3) Socialización y entrega de los resultados obtenidos en la identificación bacteriana y en el antibiograma de los animales enfermos, a los productores de las fincas evaluadas.
 - 4) Aplicación de talleres y capacitaciones técnicas continuas sobre Buenas Prácticas de Ordeño, manejo de los tambos, agentes causales de mastitis bovina y sobre manejo de antibióticos.
 - 5) Incentivar al uso y aplicación del Manual de Buenas Prácticas de Ordeño – FAO, así como también la cartilla básica de prevención de mastitis específica para la zona que se realizó.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La presente investigación se realizó en el cantón Antonio Ante en dos fases, la primera fue la fase de campo y la segunda la fase de laboratorio. En donde en la primera fase se subdivide en cuatro etapas: (1) Aplicación de una encuesta a los almacenes agropecuarios del cantón Antonio Ante e Ibarra. (2) Aplicación de la prueba CMT, realización de prueba de pH y prueba de alcohol en las muestras de leche. (3) Aplicación de otra encuesta a los ganaderos de las seis fincas en estudio. (4) Toma de datos en una ficha técnica de campo.

4.1. Encuesta aplicada a los almacenes agropecuarios

La encuesta aplicada a los almacenes agropecuarios constó de nueve preguntas distribuidas de la siguiente manera: la primera parte estuvo enfocada en determinar el nivel de conocimientos de los técnicos acerca de la mastitis bovina y la segunda parte de la encuesta estuvo orientada en conocer sobre los antibióticos más vendidos y distribuidos en el cantón, para tratar la enfermedad. Mismos que fueron seleccionados según la percepción de cada profesional, es decir no se realizó un análisis de ventas de cada almacén. La encuesta constó de las siguientes preguntas:

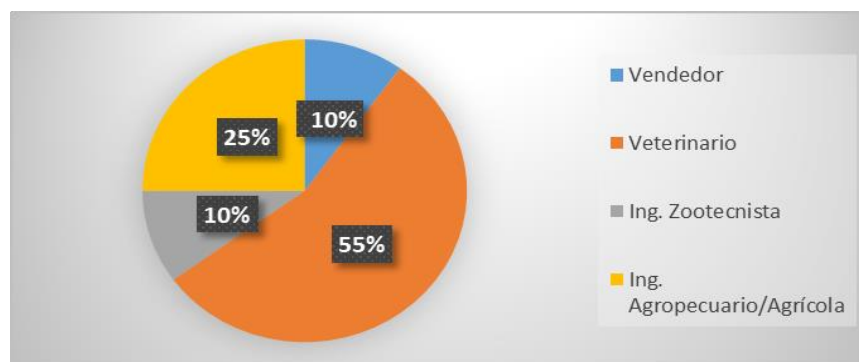
A. Conocimientos acerca de la Enfermedad

4.1.1. Encargado de determinar un tratamiento adecuado para mastitis bovina

A través del análisis de tablas de contingencia, se determinó que existe relación entre los encargados de determinar un tratamiento adecuado de mastitis ($\chi^2=0.0129$), dentro de los almacenes agropecuarios de los cantones Antonio Ante e Ibarra. En la Figura 22 se muestra las respuestas obtenidas según los encuestados, manifestando que el veterinario tiene un 55% de incidencia en determinar un tratamiento adecuado para mastitis bovina, el ingeniero agrícola/agropecuario un 25%, con relación al vendedor y al ingeniero zootecnista que tienen un 10%.

Figura 22

Resultados del encargado de determinar un tratamiento de mastitis bovina.



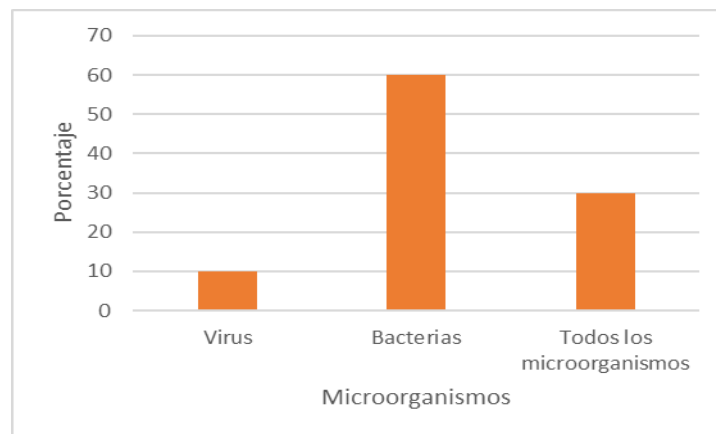
Según el artículo 17 de la resolución N° 111 la prescripción de productos farmacológicos, biológicos, químicos y alimentos medicados para uso y consumo animal debe estar bajo la responsabilidad de un profesional médico veterinario y se debe observar estrictamente los plazos de espera o de retiro recomendados en la etiqueta del producto registrado, para que los niveles de residuos en los alimentos de origen animal no entrañen ningún riesgo para el consumidor, según la especie animal, las recomendaciones y las dosis indicadas en la etiqueta y el criterio del profesional médico veterinario (MAGAP, 2010).

4.1.2. Función de los antibióticos

Según el análisis de las tablas de contingencia proporcionaron como resultado que si hay relación con respecto al mecanismo de acción de los antibióticos ($\chi^2=0.0224$). Ya que según la Figura 23 el 60% de los encuestados respondieron que los antibióticos son los que permiten luchar contra las bacterias, el 30% contra todos los microorganismos y un 10% contra los virus.

Figura 23

Resultados sobre cuáles microorganismos actúan los antibióticos.



Determinando de esta manera que el 40% de los encuestados respondieron mal ya que, los antibióticos sólo actúan sobre las bacterias más no sobre los virus o todos los microorganismos. Determinando de esta manera que, aún existe desconocimiento por parte de los vendedores de productos agropecuarios en los cantones Ibarra y Antonio Ante. En dónde, una solución sería el realizar capacitaciones extensivas y seguimiento riguroso del personal que atiende en los almacenes, para controlar que sólo personas capacitadas en la materia sean los encargados de la venta de insumos. Así como también realizando campañas informativas y de conocimientos actualizados sobre farmacología animal y vegetal, nutrición animal y sobre enfermedades zoonóticas.

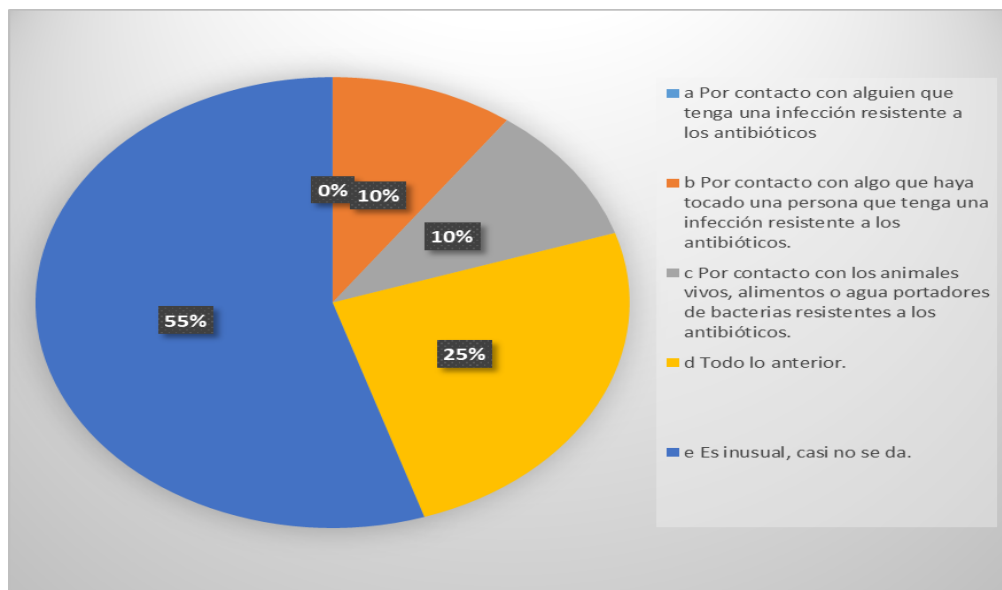
4.1.3. Transmisión de bacterias resistentes al ser humano

Según los resultados de las tablas de contingencia señalan que si hay relación ($\chi^2=0.0129$) ya que su valor es menor a 0,05 sobre que es inusual que las bacterias resistan a los antibióticos y que puedan transmitirse al ser humano. En la Tabla 12 se muestra que el 55%

de los encuestados respondieron que es inusual que las bacterias resistentes a los antibióticos puedan transmitirse al ser humano, mientras que el 25% contestaron por todo lo anterior, el 10% por contacto con algo que haya tocado una persona que tenga una infección resistente a los antibióticos, (por ejemplo, en centros sanitarios con una higiene deficiente, las manos de profesionales sanitarios o los instrumentos que utilizan) y el otro 10% por contacto con los animales vivos, alimentos o agua portadores de bacterias resistentes a los antibióticos.

Figura 24

Resultados sobre la transmisión de bacterias resistentes al humano, según la percepción de los encuestados.



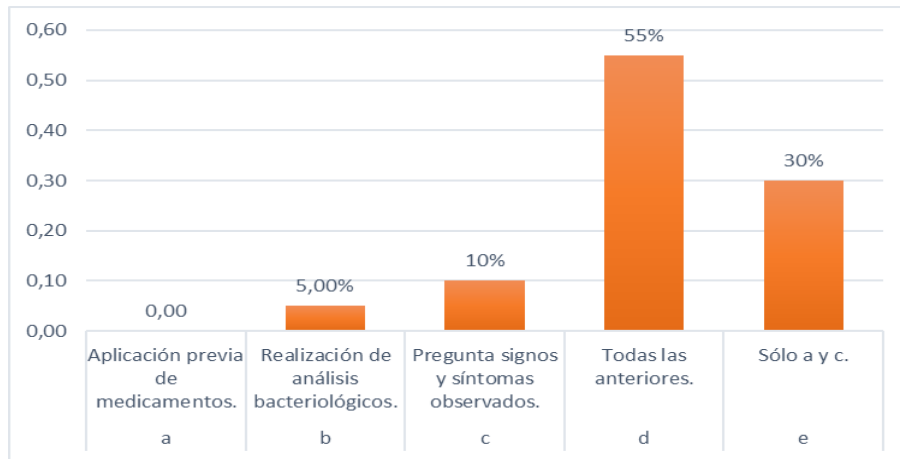
La resistencia bacteriana trae como consecuencias, una disminución en la respuesta al tratamiento en caso de mastitis clínica y la transmisión de bacterias resistentes a los consumidores a través de la cadena alimentaria, más aún cuando se consumen productos elaborados a partir de leche cruda (Tikofsky et al., 2004).

4.1.4. Preguntas que realizan para determinar un tratamiento

Los resultados del análisis de tablas de contingencia muestran que el valor de ($\chi^2=0.0024$) es menor a 0.05 por lo tanto, si hay relación con lo primero que pregunta al comprador que tiene vacas con síntomas de mastitis en sus hatos. En la Figura 24 se indica que el 5% de los encuestados respondieron que lo primero que preguntan es: si primero realizaron identificación bacteriana y antibiogramas a sus vacas enfermas; el 10% pregunta signos y síntomas observados en sus vacas; el 55% respondió las dos opciones expuestas anteriormente, mientras que el 30% pregunta si aplicó algún medicamento antes además de los signos y síntomas de sus animales enfermos.

Figura 25

Resultados de preguntas que realizan para determinar un tratamiento de mastitis bovina.

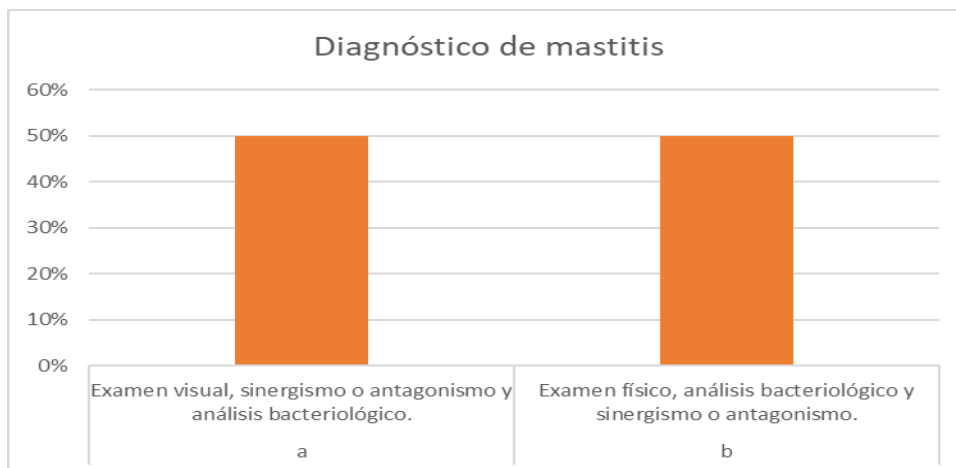


4.1.5. Orden correcto para realizar un buen diagnóstico de mastitis

En los análisis de tablas de contingencia se determinó que el valor del chi cuadrado ($\chi^2=0.9999$) es mayor a 0.05, por ende, se interpreta que no hay relación con el orden correcto para realizar un buen diagnóstico de mastitis. La Figura 25 indica que el 50% de los encuestados respondió: realizar un examen visual, conocer las interacciones entre los medicamentos (sinergismo o antagonismo) y elegir un antibiótico adecuado (análisis bacteriológico). El otro 50% respondió realizar un examen físico, elegir un antibiótico adecuado (análisis bacteriológico) y conocer las interacciones entre los medicamentos (sinergismo o antagonismo). Cabe destacar que la mitad de los encuestados se encuentran realizando el trabajo correctamente ya que eligieron el literal a y la otra mitad no lo hace.

Figura 26

Resultados del orden correcto para realizar un buen diagnóstico de mastitis.



B. Tratamiento de la enfermedad

4.1.5. Antibióticos más efectivos para el tratamiento de mastitis bovina, según encuestados

En esta ocasión los resultados de la tabla de contingencia, señalan que en el valor de ($\chi^2=0.0550$) no hay relación sobre el criterio de los trabajadores de los almacenes agropecuarios de cuál es el antibiótico más efectivo para el tratamiento de mastitis. Porque según la Tabla 13, el 45% de los encuestados respondió que consideran a la cefalexina como el antibiótico más efectivo, el 35% a la amoxicilina con ácido clavulánico, el 10% a la lincomicina y el 10% a la neomicina.

Tabla 12

Antibióticos más efectivos para el tratamiento de mastitis, según encuestados

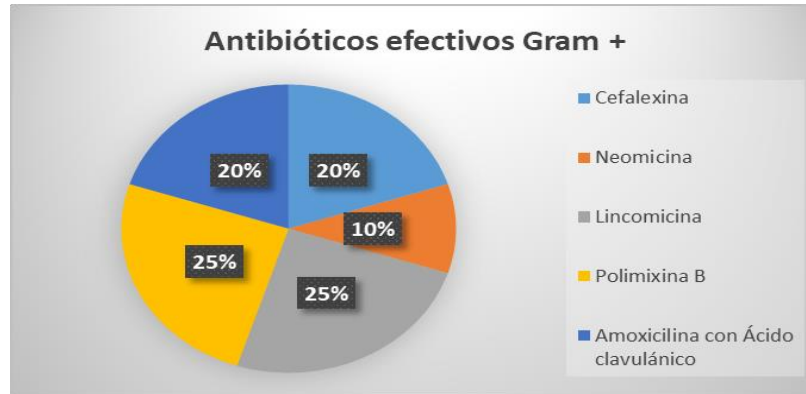
Antibióticos	Total	Porcentaje
Amoxicilina con ácido clavulánico	7	35
Cefalexina	9	45
Lincomicina	2	10
Neomicina	2	10

4.1.6. Antibióticos más efectivos contra las bacterias Gram positivas, según encuestados

Los resultados de la tabla de contingencia revelan que no existe relación ($\chi^2=0.8266$) en el valor de chi cuadrado ya que es un valor mayor a 0.05. Lo que permite ver que no existe un consenso en las respuestas acerca de cuál antibiótico consideran más efectivo para bacterias Gram positivas. Según los datos de la Figura 26 señalan a la polimixina b y a la lincomicina como los considerados más efectivos según los encuestados contra las bacterias Gram positivas con un 25% cada una, siguiéndole la amoxicilina con ácido clavulánico con un 20% al igual que la cefalexina, mientras que la neomicina es considerada la menos efectiva con un 10%.

Figura 27

Antibióticos efectivos para bacterias Gram positivas, según encuestados.



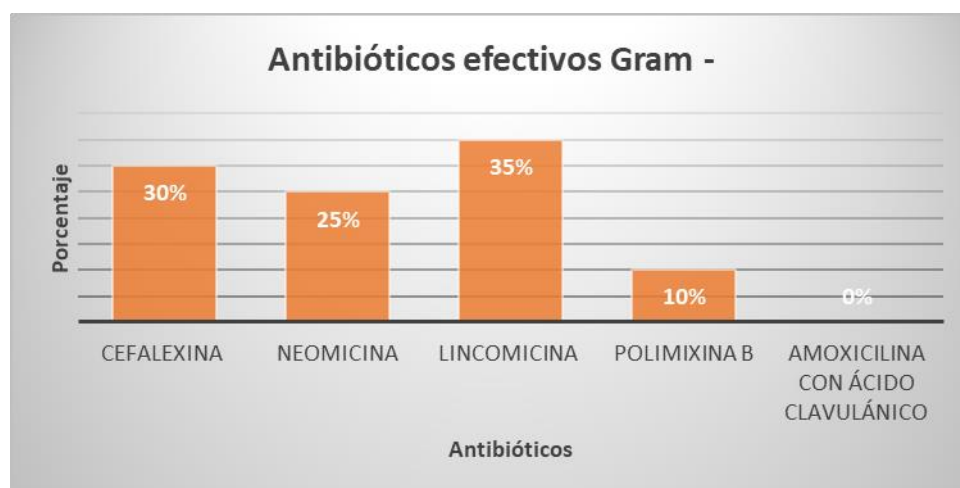
4.1.7. Antibióticos más efectivos contra las bacterias Gram negativas

Los resultados de la tabla de contingencia revelan que no existe relación ($\chi^2=0.4235$) en el valor de chi cuadrado ya que es un valor mayor a 0.05. Lo que permite ver que no existe un consenso en las respuestas obtenidas acerca de cuál antibiótico consideran más efectivo para bacterias Gram negativas.

Según los porcentajes de la Figura 27 la lincomicina sería el antibiótico más efectivo con un 35% siguiéndole la cefalexina con un 30%, la neomicina con un 25%, la polimixina b con 10%, mientras que la amoxicilina/ácido clavulánico consideran es la menos efectiva.

Figura 28

Antibióticos efectivos para bacterias Gram negativas, según encuestados.



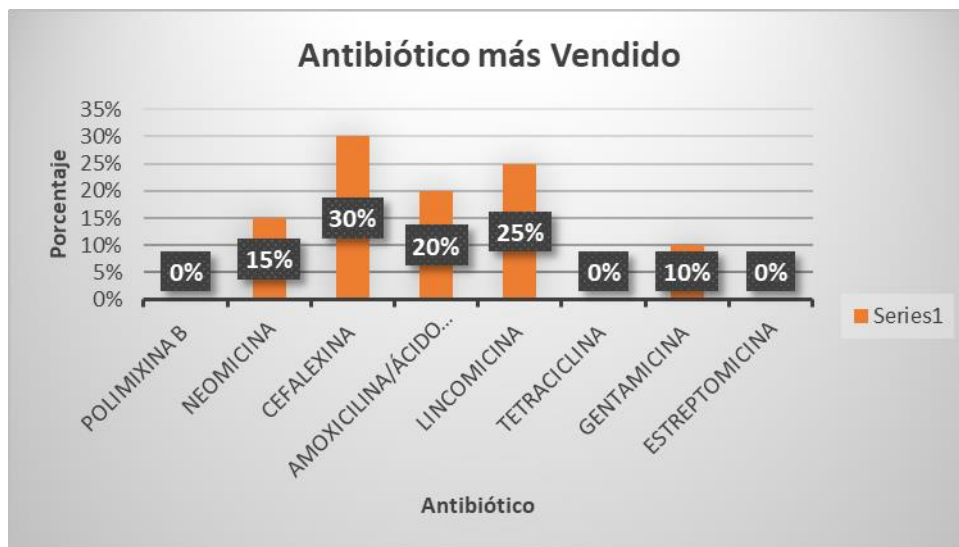
4.1.8. Antibiótico más vendido, dentro del almacén agropecuario

Según los resultados de la tabla de contingencia el valor de ($\chi^2=0.6446$) indica que no hay relación con respecto a cuál es el antibiótico más vendido el último año dentro de los

almacenes agropecuarios de los cantones Antonio Ante e Ibarra. En la Figura 28 se observa que la cefalexina resultó ser la más vendida según los encuestados con un 30%, siguiéndole la lincomicina con un 25%, la amoxicilina con ácido clavulánico con 20%, luego la neomicina con 15% y por último la gentamicina con 10%.

Figura 29

Antibióticos más vendidos en los almacenes agropecuarios del cantón Antonio Ante.



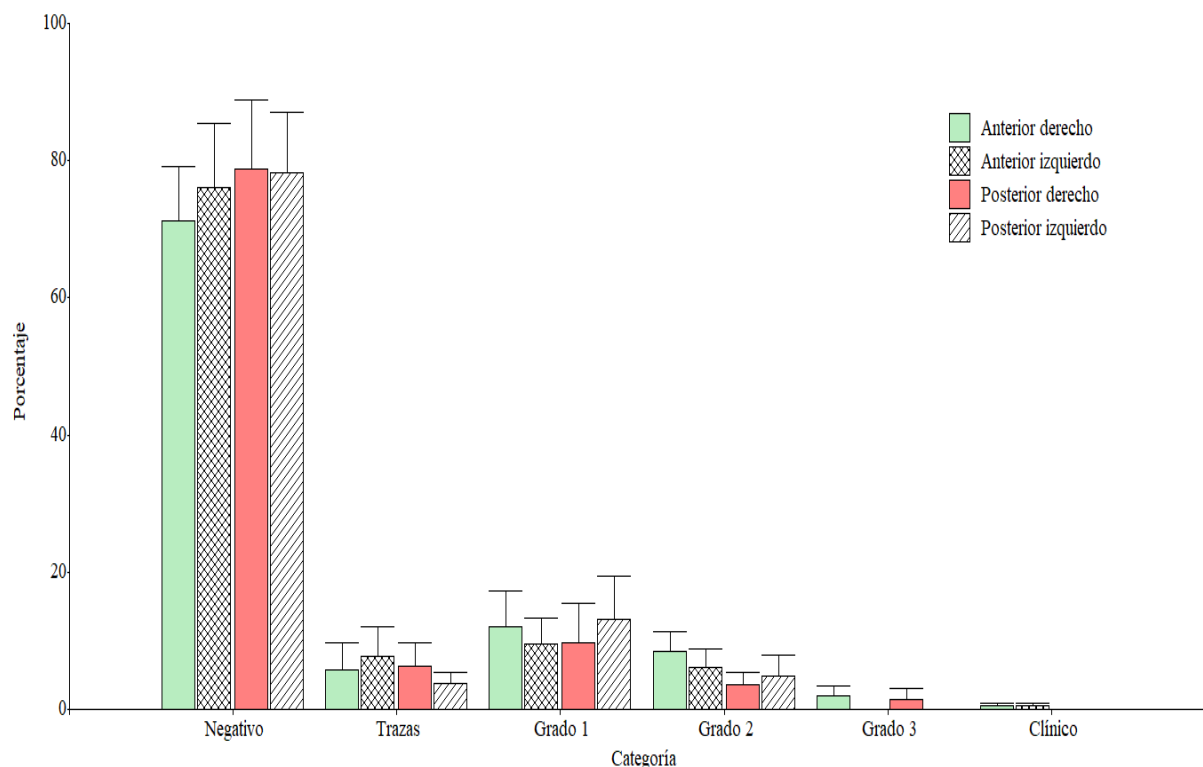
4.2. Prueba de California Mastitis Test

Los resultados del análisis de varianza para datos no paramétricos de la prueba Kruskal Wallis indican que existe interacción entre los cuartos mamarios y el grado de afectación ($p < 0.0001$).

En la Figura 29 se observa el grado de afectación de mastitis por cuartos mamarios de todas las fincas en estudio, donde se obtuvo que de los 133 animales evaluados ($n=532$ cuartos) casi el 80% de cuartos mamarios evaluados dieron negativo a la mastitis y el 20% resultaron positivos a algún grado de mastitis. Estos resultados son similares a los obtenidos por Chasi (2015) quien aplicó el mismo test de mastitis a animales de una comunidad del cantón Cayambe. En donde, de los 272 cuartos muestreados el 61.76% resultaron negativos mientras que, el 38.24% de los mismos reflejaron positivos a la prueba CMT. Indicando de esta manera un porcentaje mayor de animales sanos vs animales enfermos.

Figura 30

Prueba de CMT de todas las fincas en estudio.



Dentro del 80% de los resultados negativos se encuentra: en el cuarto anterior derecho existe una diferencia en comparación a los demás cuartos, para la categoría negativo. Para mejor comprensión se toma de referencia los cuartos extremos. El cuarto posterior derecho que presentó un 78.75% de grado negativo a mastitis en relación al cuarto anterior derecho 71.27%, existiendo una diferencia del 7.48% entre ellos. En tanto que, el cuarto posterior izquierdo reveló un porcentaje de 78.27% a comparación del cuarto anterior izquierdo 76.10%, observándose una diferencia de 2.17% entre sí. Demostrando de esta manera que, en este estudio, los cuartos posteriores demuestran menor incidencia de mastitis a relación de los cuartos anteriores. Resultados que difieren con los obtenidos por Echeverría (2016) quien en su investigación determinó la prevalencia de mastitis subclínica promedio de las tres tomas de muestras realizadas en algunas ganaderías de la provincia de Imbabura, manifestando que el 84.92% se presentó en los cuartos anteriores; mientras que la mastitis clínica reveló el 3.97% en los cuartos anteriores en relación a los cuartos posteriores que presentaron valores menores.

Para la categoría trazas, el cuarto anterior izquierdo es el que presenta mayor porcentaje de afectación con 7.79% a diferencia del cuarto posterior izquierdo 3.70%, existiendo una diferencia del 4.09% entre los dos. Los cuartos anteriores izquierdo, anterior derecho y posterior derecho tienen bastante similitud en sus porcentajes de afectación promedio a diferencia del cuarto posterior izquierdo. Mientras que el cuarto posterior derecho presentó 6.34% y el cuarto anterior derecho 5.82%, indicando una diferencia del 0.52% entre ellos.

Para el grado 1, el cuarto posterior izquierdo presentó el 13.15% de afectación a diferencia del cuarto anterior izquierdo que es menos afectado según los resultados obtenidos con un 9.58% con relación al cuarto posterior izquierdo con una diferencia de 3.57%, además que sus errores estándares indican que no hay similitud entre estos dos cuartos. A diferencia de los cuartos anterior derecho 12.09% y posterior derecho 9.77% que si existe una similitud del error estándar y una diferencia promedio del 2.32% entre sí, respectivamente.

Para el grado 2, el cuarto anterior derecho mostró un porcentaje de 8.39% mientras que el cuarto posterior derecho 3.63% existiendo una diferencia del 4.76% entre ellos. Mientras que, entre el cuarto anterior izquierdo 6.07% y el posterior izquierdo 4.88% hay una similitud entre ellos y una diferencia en porcentajes de apenas el 1.19%.

Mientras que, para el grado 3, el cuarto anterior derecho exhibió el 1.98% y el cuarto posterior derecho 1.52%. Existiendo una diferencia del 0.46% entre sí. Por otro lado, los cuartos anterior y posterior izquierdos no revelaron ningún porcentaje de incidencia para este grado.

Por último, para mastitis clínica, el único cuarto que presentó este tipo de mastitis fue el anterior derecho indicando un 0.46% de infección a diferencia de los demás cuartos mamarios que no revelaron casos de mastitis clínica.

Estos resultados fueron diferentes a los obtenidos por Espinoza y Mier (2013) ya que en su estudio sobre prevalencia de mastitis bovina en ganaderías del cantón El Chaco, el 50% de los cuartos mamarios evaluados presentaron diferentes grados de mastitis; la mastitis subclínica representó el 47,75% y la mastitis clínica el 1,60%. La distribución de los grados de mastitis subclínica fue: trazas 18,47%, grado 2 10,71%; grado 1 10,37% y finalmente grado 3, 8,20%. Determinando a la categoría trazas como la más presente en los animales analizados seguido de la categoría grado 2.

En tanto que, en la presente investigación la categoría más prevalente de mastitis subclínica en los cuartos mamarios fue: el grado 1 seguido del grado 2. De igual manera se obtuvo que más del 70% de todos los cuartos mamarios estudiados resultaron ser negativos al test de mastitis. Mientras que, los resultados del test de mastitis aplicado por finca evaluada se encuentran como (Anexo 5).

4.2.1. Identificación bacteriana en fincas de productores

Los resultados del análisis de tablas de contingencia revelan que existe relación con respecto a la presencia de varios agentes etiológicos en las muestras de leche positivas a mastitis ($\chi^2=0.0002$). En la Tabla 14 se observa el porcentaje de prevalencia de los agentes etiológicos causantes de la mastitis identificados en las fincas. El análisis permitió identificar la presencia de *Staphylococcus simulans* K. con el 36.36%, mientras que, *Staphylococcus epidermis* W., *Staphylococcus chromogenes* G. y *Staphylococcus aureus* R. mostraron un 18.18% de prevalencia respectivamente. Finalmente, las bacterias *Staphylococcus chromogenes* cepa 1 y la cepa 2 presentaron el menor porcentaje de prevalencia con 9.09%.

Tabla 13*Identificación bacteriana de las fincas en estudio*

Agente etiológico	Nº muestras	%
<i>Staphylococcus epidermis</i> W.	2	18.18
<i>Staphylococcus simulans</i> K.	4	36.36
<i>Staphylococcus chromogenes</i> G.	2	18.18
<i>Staphylococcus chromogenes</i> cepa 1	1	9.09
<i>Staphylococcus chromogenes</i> cepa 2	1	9.09
<i>Staphylococcus aureus</i> R.	2	18.18
Total	11	100

En el presente estudio *Staphylococcus simulans* K. fue el agente etiológico (Gram positivo) más presente en las muestras obtenidas, el cual es un estafilococo coagulasa negativo (CoSN) los cuales tradicionalmente se han considerado parte de la microbiota normal de la piel ; en este contexto, como bacterias oportunistas, pueden adoptar un comportamiento patógeno y provocar mastitis. Los cuales se han convertido en patógenos oportunistas capaces de producir una biopelícula protectora para de esta manera adherirse a dispositivos metálicos. Ocasionando así, que persistan en las manos de los ganaderos, así como en el equipo de ordeño. A diferencia de lo que sucede en la mayoría de investigaciones, en dónde la bacteria causal protagonista de la enfermedad es el *S. aureus* R. (Gram positivo) el cuál es un estafilococo coagulasa positivo (CoSP) (Ruegg, 2009).

Los resultados del presente estudio son muy similares a los obtenidos de Hosseinzadeh y Dastmalchi Saei (2014) quienes en su estudio aislaron e identificaron las principales especies de estafilococos causantes de mastitis bovina en 7 hatos lecheros ubicados en 4 áreas diferentes de Irán. De las 158 muestras de leche mastítica recolectadas, identificaron 113 aislamientos de estafilococos (71,5%) de los cuales 5 (4,4%) fueron *S. aureus* R. y 108 (95,6%) eran estafilococos coagulasa negativos (CoNS). Logrando identificar 9 especies diferentes de CoNS entre ellos: 17 *Staphylococcus chromogenes* G. (15,7%), 11 *Staphylococcus epidermidis* W. (10,2%), 6 *Staphylococcus simulans* K. (5,5%), entre otros. Mientras que, *S. haemolyticus* S. y K., *S. chromogenes* G. y *S. warneri* K. y *S.* fueron las únicas especies identificadas a partir de mastitis clínica.

Los resultados obtenidos de la presente investigación son comparables con los de Echeverría (2016) quién analizó la susceptibilidad y resistencia a los antibióticos en vacas lecheras con mastitis en haciendas ganaderas proveedoras de una empresa de lácteos privada en la provincia de Imbabura. Encontrando otro tipo de agentes etiológicos, siendo *Staphylococcus aureus* R. con el 46% el que predominó en las fincas en estudio. Algo semejante sucedió con los resultados obtenidos por Andrade y Sánchez (2018), donde *S. aureus* R. preponderó en un 26.9% a comparación de los demás microorganismos; en

dónde de los agentes aislados causantes de mastitis (n=67) el 89,6% fueron bacterias Gram positivas.

Los datos de las investigaciones mencionadas anteriormente dan señal de que los microorganismos causales de mastitis subclínica en zonas de estudio en donde su temperatura promedio anual va desde los 13 hasta los 20°C por lo general son patógenos contagiosos. Mientras que, en la parroquia de Imbaya lugar donde se encuentran las fincas del presente estudio, la temperatura media es de 24°C (GAD Municipal de Antonio Ante, 2021).

Es por esto que, se infiere que los microorganismos causantes de la mastitis en la presente investigación son patógenos comunes del ambiente en donde viven los animales; mientras que, los agentes etiológicos más preminentes en los estudios ya señalados con anterioridad son promotores de mastitis contagiosa (Andresen, 2001).

4.2.2. Antibiograma de los agentes etiológicos aislados

Según los resultados del análisis de tablas de contingencia determinó que si existe relación entre los antibióticos y los agentes etiológicos ($\chi^2=0.0005$). Los resultados generales del antibiograma por finca estudiada fueron los siguientes: las bacterias *S. aureus* R. y *S. epidermis* W. fueron las que presentaron mayor resistencia al grupo de antibióticos usados en esta investigación (cefalexina, lincomicina, amoxicilina con ácido clavulánico, gentamicina y neomicina) con un 3% de resistencia respectivamente. Siguiéndole *Sthaphylococcus chromogenes* G., *S. chromogenes* cepa 2 y *Sthaphylococcus simulans* K. cada una con un 2% de resistencia a todos los antibióticos, tal como lo muestra la Tabla 15.

Tabla 14

Porcentaje de resistencia y de sensibilidad por muestra, a todos los antibióticos en estudio

Agente etiológico	Porcentaje de resistencia	Porcentaje de sensibilidad	Total
<i>Sthaphylococcus aureus</i> R.	3%	13%	16%
<i>Sthaphylococcus epidermis</i> W.	3%	13%	16%
<i>Sthaphylococcus chromogenes</i> G.	2%	15%	17%
<i>S. chromogenes</i> cepa 1	2%	8%	10%
<i>S. chromogenes</i> cepa 2	0%	7%	7%
<i>Sthaphylococcus simulans</i> K.	2%	32%	34%

En tanto, *S. simulans* K. presentó el 32% de sensibilidad a los antimicrobianos mencionados anteriormente, *S. chromogenes* G. el 15%, *S. aureus* R. y *S. epidermis* W. el 13% respectivamente, *S. chromogenes* cepa 1 el 8% y por último *S. chromogenes* cepa 2 el

7%. Mientras que, los resultados de la efectividad por antibiótico de las seis fincas evaluadas fueron los siguientes:

Amoxicilina con ácido clavulánico:

En la finca B (2 muestras) de la bacteria *S. simulans* K. presentaron 50% de sensibilidad para este antibiótico, pero (2 muestras) de *S. epidermis* W. mostraron 50% de resistencia. Mientras que, en la finca C (1 muestra) de *S. chromogenes* G. indicó 50% de susceptibilidad y (1 muestra) de la misma bacteria mostró 50% de resistencia para este antimicrobiano. En tanto, en la finca D (1 muestra) de *S. chromogenes* cepa 1 y *S. chromogenes* cepa 2 revelaron un 50% de sensibilidad cada una. Por otro lado, en la finca E (2 muestras) de *S. aureus* R. demostraron un 100% de sensibilidad. En la finca F (2 muestras) de *S. simulans* K. indicaron 100% de susceptibilidad, Tabla 16.

Tabla 15

Efectividad de la amoxicilina/ácido clavulánico, por finca evaluada

Amoxicilina/ácido clavulánico		
Fincas	Sensibilidad	Resistencia
B	<i>S. simulans</i> K. (50%)	<i>S. epidermis</i> W. (50%)
C	<i>S. chromogenes</i> G. (50%)	<i>S. chromogenes</i> G. (50%)
D	<i>S. chromogenes</i> cepa 1 (50%) <i>S. chromogenes</i> cepa 2 (50%)	
E	<i>S. aureus</i> R. (100%)	
F	<i>S. simulans</i> K. (100%)	

Cefalexina:

En la finca B (2 muestras) de *S. epidermis* W. presentaron un 50% de susceptibilidad. y (2 muestras) de *S. simulans* K. revelaron 50% de sensibilidad. Pero en la finca C (2 muestras) de *S. chromogenes* G. demostraron un 100% de sensibilidad. Mientras que, en la finca D en una muestra de *S. chromogenes* cepa 1 y *S. chromogenes* cepa 2 presentaron 50% de susceptibilidad respectivamente. En la finca E (2 muestras) de *S. aureus* R. revelaron 100% de sensibilidad. Entre tanto, en la finca F (2 muestras) de *S. simulans* K. indicaron 100% de sensibilidad, tal como indica la Tabla 17.

Tabla 16*Efectividad de la cefalexina, por finca evaluada*

Cefalexina		
Fincas	Sensibilidad	Resistencia
B	<i>S. epidermis</i> W. (50%) <i>S. simulans</i> K. (50%)	
C	<i>S. chromogenes</i> G. (100%)	
D	<i>S. chromogenes</i> cepa 1 (50%) <i>S. chromogenes</i> cepa 2 (50%)	
E	<i>S. aureus</i> R. (100%)	
F	<i>S. simulans</i> K. (100%)	

Gentamicina:

Para la finca B (2 muestras) de *S. epidermis* W. indicaron 50% de susceptibilidad y (2 muestras) de *S. simulans* K. también mostraron el mismo porcentaje de sensibilidad. En la finca C (2 muestras) de *S. chromogenes* G. presentaron un 100% de susceptibilidad. En tanto, en la finca D una muestra de *S. chromogenes* cepa 1 y *S. chromogenes* cepa 2 demostraron 50% de sensibilidad cada una. Mientras en la finca E, (2 muestras) de *S. aureus* R. mostraron 100% de susceptibilidad. Por último, en la finca F (2 muestras) de *S. simulans* K. indicaron 100% de sensibilidad, tal como indica la Tabla 18.

Tabla 17*Efectividad de la gentamicina, por finca evaluada*

Gentamicina		
Fincas	Sensibilidad	Resistencia
B	<i>S. epidermis</i> W. (50%) <i>S. simulans</i> K. (50%)	
C	<i>S. chromogenes</i> G. (100%)	
D	<i>S. chromogenes</i> cepa 1 (50%) <i>S. chromogenes</i> cepa 2 (50%)	
E	<i>S. aureus</i> R. (100%)	
F	<i>S. simulans</i> K. (100%)	

Lincomicina:

En la finca B (2 muestras) de *S. epidermis* W. presentaron 50% de sensibilidad y una muestra de *S. simulans* K. mostró 25% de sensibilidad, pero también otra muestra de la misma bacteria reveló 25% de resistencia. Para la finca C (2 muestras) de *S. chromogenes* G. demostraron 100% de susceptibilidad. Por otra parte, en la finca D una muestra de *S. chromogenes* cepa 1 y *S. chromogenes* cepa 2 presentó un 50% de susceptibilidad respectivamente. Mientras que, en la finca E una muestra de *S. aureus* R. indicó 50% de sensibilidad, así como también otra muestra de la misma bacteria reveló 50% de resistencia

para el mismo antibiótico. Por lo que, en la finca F (2 muestras) de *S. simulans* K. presentaron 100% de sensibilidad, Tabla 19.

Tabla 18

Efectividad de la lincomicina, por finca evaluada

Lincomicina		
Fincas	Sensibilidad	Resistencia
B	<i>S. epidermis</i> W. (50%) <i>S. simulans</i> K. (25%)	<i>S. simulans</i> K. (25%)
C	<i>S. chromogenes</i> G. (100%)	
D	<i>S. chromogenes</i> cepa 1 (50%) <i>S. chromogenes</i> cepa 2 (50%)	
E	<i>S. aureus</i> R. (50%)	<i>S. aureus</i> R. (50%)
F	<i>S. simulans</i> K. (100%)	

Neomicina:

Para la finca B (2 muestras) de *S. epidermis* W. indicaron una susceptibilidad del 50%, mientras que, (2 muestras) de *S. simulans* K. mostraron el mismo porcentaje de sensibilidad. En la finca C (2 muestras) de *S. chromogenes* G. revelaron 100% de sensibilidad. En cuanto a la finca D una muestra de *S. chromogenes* cepa 1 presentó 50% de sensibilidad, pero para la bacteria *S. chromogenes* cepa 2 reveló 50% de resistencia para el mismo antimicrobiano. En la finca E una muestra de *S. aureus* R. indicó 50% de susceptibilidad para neomicina, pero otra muestra del mismo microorganismo mostró 50% de resistencia para el mismo antimicrobiano. Finalmente, en la finca F (2 muestras) de *S. simulans* K. demostraron 100% de sensibilidad, Tabla 20.

Tabla 19

Efectividad de la neomicina, por finca evaluada

Neomicina		
Fincas	Sensibilidad	Resistencia
B	<i>S. epidermis</i> W. (50%) <i>S. simulans</i> K. (50%)	
C	<i>S. chromogenes</i> G. (100%)	
D	<i>S. chromogenes</i> cepa 1 (50%)	<i>S. chromogenes</i> cepa 2 (50%)
E	<i>S. aureus</i> R. (50%)	<i>S. aureus</i> R. (50%)
F	<i>S. simulans</i> K. (100%)	

Estos resultados no concuerdan con los de El Garch et al. (2020) en donde fue evaluada la susceptibilidad antimicrobiana de nueve patógenos de ubres recuperados de la leche de mastitis clínica bovina en Europa 2015-2016; mediante el programa de monitoreo VetPath. Los aislados de *S. aureus* R. ($n = 247$) y estafilococos coagulasa negativos ($n = 189$) fueron susceptibles a la mayoría de los antimicrobianos probados (ampicilina, tetraciclina, kanamicina, amoxicilina / ácido clavulánico, cefazolina, danofloxacina, enrofloxacina, marbofloxacina) y pirlimicina), excepto a la penicilina (25,1% y 29,1% de resistencia

respectivamente). Algo parecido ocurrió en la investigación de Abdeen et al. (2020) donde destacaron la prevalencia, el antibiograma y la diversidad genética de los genes de enterotoxina de *S. aureus* R. mismos que mostraron alta resistencia a cefoxitina, sulfa / trimetoprim, tetraciclina, norfloxacin, penicilina y cefradina. Sin embargo, observaron una alta susceptibilidad a gentamicina y vancomicina.

Así como tampoco coinciden con los obtenidos por Echeverría (2016) quien, a partir de 189 muestras, da a conocer que la amoxicilina con ácido clavulánico no presentó resistencia bacteriana (0%), mientras que la lincomicina 3.2%, neomicina 3.2% y cefalexina 4.2% de resistencia bacteriana para cada antibiótico; en tanto que el mayor porcentaje de muestras resistentes presentó la polimixina B con el 20.6% de las tres tomas de datos. En cuanto a la sensibilidad bacteriana, existió un alto porcentaje de muestras que son susceptibles a todos los antibióticos, siendo la amoxicilina con a. clavulánico y la cefalexina los antibióticos que presentan mayor sensibilidad bacteriana con 98.9% y 92.6% respectivamente; mientras que la polimixina B fue el antibiótico que presentó menor sensibilidad con 48.7%; seguido de la lincomicina con el 83.1% y la neomicina con 86.3%.

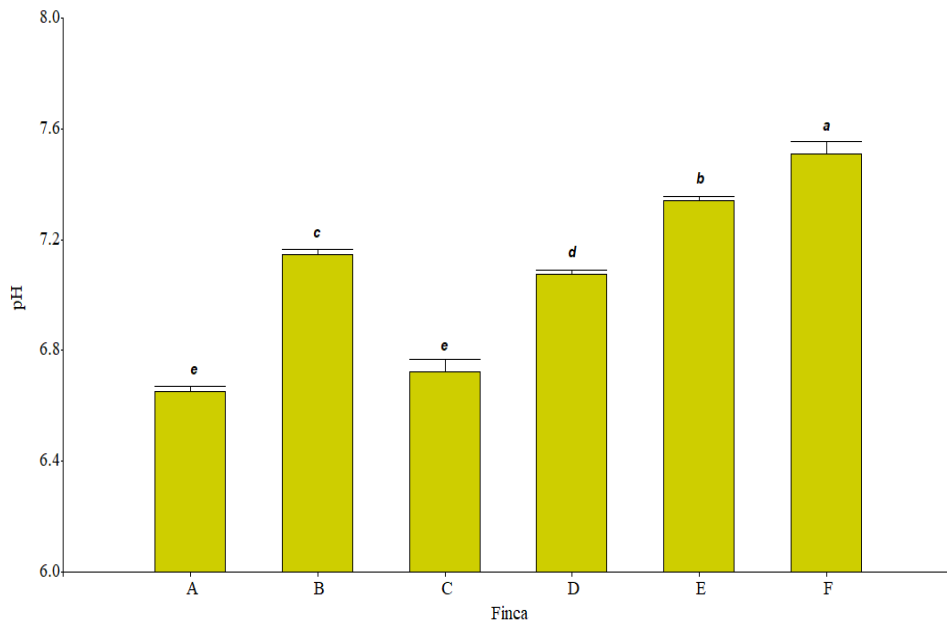
4.3 Resultados de la prueba de pH

Los resultados del análisis de varianza para datos paramétricos de la prueba LSD Fisher al 5% indican que existe diferencia significativa para el pH de las fincas en estudio ($p < 0.0001$). En la Figura 30 se observa que la finca A es la que posee el menor valor de pH de todas las fincas con un promedio de 6.65, siguiéndole a ésta la finca C con un valor de 6.72, luego le sigue la finca D con un 7.07, seguida de la finca B con 7.14, inmediatamente la finca E con 7.34 y finalmente la finca F con 7.51. Lo que muestra que de las seis fincas evaluadas sólo dos fincas se encontraron en el rango ideal (6.5- 6.8) de una leche normal y esas fueron las fincas A y C. Mientras que, las demás fincas sobrepasaron dicho rango mostrando así, que existe un problema en la calidad de la leche o que varios factores estén ocasionando alcalinidad en la misma.

Los cuales pueden deberse a factores zootécnicos, asociados al manejo, alimentación y potencial genético de los animales, los cuales son los responsables por las características de la composición de la leche y por la productividad (Ortiz et al., 2002). Así como factores relacionados a la obtención y almacenamiento de la leche recién ordeñada, se relacionan directamente con la calidad microbiológica del producto, determinando inclusive su tiempo de vida útil (Harding, 1995).

Figura 31

Resultados promedio de la prueba de pH por finca.



En cuanto a los aspectos físico-químicos de la leche, la acidez constituye el parámetro de mayor variabilidad entre los animales de una misma raza. La leche normal presenta una variación de pH de entre 6.6 a 6.8, lo que corresponde a 16-18° en la escala Dornic (°D) (Spreer, 1991). En tanto, el Programa de Desarrollo Lechero del Antiplano (PDLA, 2003) revela que el aumento del pH por encima de 6.6 es un indicador de alcalinidad a causa de mastitis u otros factores y valores inferiores muestran presencia de calostro o descomposición bacteriana.

Los resultados obtenidos en el presente estudio de las fincas A y C concuerdan con los obtenidos por Guevara-Freire et al. (2019) quienes evaluaron la calidad de la leche en pequeñas ganaderías de Cotopaxi obteniendo valores de pH de 6.6 -6.8 en la una empresa y 6.3-6.4 en la otra empresa evaluada.

4.4 Resultados de la prueba de alcohol

Los resultados del análisis de las tablas de contingencia revelan que no existe relación para la prueba de alcohol ($\chi^2=0.3908$). En la Tabla 21 se indica que la finca D presentó el 3% de muestras de leche positivas a la prueba de alcohol, seguidamente de la finca F con el 7% y por último la finca E con el 8%. Demostrando así que, al número total de animales de las seis fincas estudiadas, en promedio el 2% representa las muestras positivas a la prueba de alcohol.

Tabla 20*Porcentaje de muestras, de la prueba de alcohol por finca*

Finca	% Negativas	% Positivas
A	1.00	0.00
B	1.00	0.00
C	1.00	0.00
D	0.97	0.03
E	0.92	0.08
F	0.93	0.07
Total	0.98	0.02

El alcohol etílico neutro al 75% v/v en partes iguales produce precipitación o coagulación cuando la leche tiene poca estabilidad proteica debido a la acidificación y el ensayo se reporta como positivo. Esta prueba es también útil para la detección de leche anormal como calostro o leches con alteraciones en el balance salino. La misma permite detectar la presencia de bacterias coliformes tales como *Echerichia coli* E. dentro de la leche. En caso de existir este tipo de bacterias, éstas digieren la lactosa de la leche y la transforman en ácido láctico (AGROCALIDAD, 2013).

Estos resultados difieren a los obtenidos por Castillo y Ortega (2016) quienes determinaron la alteración de leche cruda mediante análisis físico químicos en medios de transporte legalizados, provenientes de la parroquia Tarqui, cantón Cuenca encontrando que el 8,69% del total de las muestras recolectadas presentaron alteración a la estabilidad proteica.

4.5 Ficha técnica de campo

Se aplicó una ficha técnica de campo a las fincas en estudio para obtener una mayor visión sobre cómo es el manejo de los hatos y poder corroborar los resultados obtenidos en campo como en laboratorio. Los resultados estadísticos obtenidos en la aplicación de la ficha técnica de campo son los siguientes:

4.5.1. Tipo de Sistema de Ordeño

Los resultados de la tabla de contingencia para analizar el tipo de sistema de ordeño que utilizaban las fincas en estudio determinó que todas las fincas usaban sistemas de ordeño mecánico. Según Temple et al., (2014) los sistemas de ordeño automáticos son una práctica cada vez más común en producción lechera. El uso del mismo, tiene tanto ventajas como desventajas, y algunos estudios recientes concluyen que el ordeño automático y el convencional son igualmente aceptables en términos de bienestar de la vaca lechera. Además, según Delgado (2003) el ordeño debe realizarse cada 12 horas, ya que la secreción de oxitocina permanece en niveles altos en ese lapso de tiempo. Asimismo, Castro (1984) señala que, mediante el uso eficiente de estos equipos, la mastitis se controla de mejor manera que con un ordeño manual ya que se obtiene una leche más higiénica.

4.5.2. Análisis de la Rutina de Ordeño

En el análisis de la rutina de ordeño utilizada por los ganaderos de las fincas en estudio, según los resultados de la tabla de contingencia ($\chi^2=0.4142$) indica que no existe relación con la rutina de ordeño aplicada. Según la Tabla 22, el 66.67% de los ganaderos si aplican BPO (Buenas Prácticas de Ordeño) y el 33.33% no aplica BPO.

Tabla 21

Aplicación de BPO en las fincas estudiadas

Rutina de ordeño	Total	Porcentaje
Aplica BPO	4	66.67
Omite BPO	2	33.33
Total	6	100

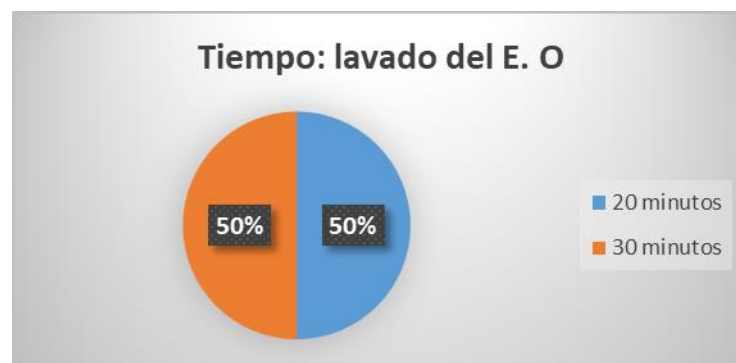
La implementación de las buenas prácticas de ordeño involucra la práctica de actividades que cumplen los requisitos mínimos para obtener leche apta para el consumo humano y luego procesarla adecuadamente al elaborar productos lácteos (FAO Guatemala, 2011).

4.5.3 Tiempo aplicado en el lavado del equipo de ordeño

En el análisis de tablas de contingencia se evidenció que no existe relación con el tiempo aplicado en el lavado del equipo de ordeño entre las fincas estudiadas ($\chi^2=0.6446$). En la Figura 31 se indica, que el 50% correspondiente a tres fincas utilizan 30 minutos en el lavado del equipo de ordeño, mientras que el otro 50% de las fincas correspondiente a las otras tres fincas en estudio se demora 20 minutos en el lavado del equipo.

Figura 32

Tiempo empleado en el lavado del equipo de ordeño.



Si no se revisa regularmente el equipo de ordeño mecánico, al menos dos veces al año, podrían producirse muchos problemas. La limpieza y desinfección inapropiada de los equipos y tanques es la principal causa de baja calidad de leche. Esto no ocurrirá si el agua y los productos de limpieza son compatibles y se formula y sigue un procedimiento puntual (Jones, 2019). Según el mismo investigador el ciclo de lavado debe tomar entre 6-10 minutos, con tiempos más largos, el agua se vuelve demasiado fría. Mientras que, en el enjuague ácido se lo realiza con agua acidulada (pH 3.0-4.0) para eliminar todos los rastros

de la solución de limpieza (2-3 min. mínimo de contacto). Esto debe hacerse después de cada ordeño porque ayuda a prevenir los depósitos minerales y el pH más bajo es bacteriostático.

4.5.4 Lugar adecuado para el ordeño

Según las observaciones en campo todas las fincas en estudio cuentan con un lugar adecuado para realizar el proceso de ordeño. Por otro lado, Callejo (2018) señala que la sala de ordeño debe ser elegida, dimensionada y diseñada para que todos los elementos del sistema (vacas, ordeñadores e instalación) trabajen de forma conjunta para que el proceso de ordeño se lo realice de forma eficaz y eficiente.

4.5.5 Implementación adecuada para el ordeño

Todas las fincas evaluadas contaban con implementación adecuada para realizar el ordeño. Por ejemplo, contaban con: rollos de toallas desechables, soluciones germicidas, baldes, jarras, sogas, utensilios e implementos de limpieza y desinfección, etc. Según la guía de buenas prácticas de producción de leche de AGROCALIDAD (2012) se debe realizar una limpieza adecuada de las áreas de ordeño, los equipos y utensilios para evitar la proliferación de bacterias.

4.5.6 Control veterinario

Según los resultados de las tablas de contingencia señalan que no existe relación en cuanto a sí las fincas llevan un control veterinario de sus animales ($\chi^2=0.1025$). En la Tabla 23, se observa que un total de cinco fincas con un 83.33% si realiza controles veterinarios mientras que, una sola finca con 16.67% no realiza control veterinario. Lo que es bueno, que la mayoría de las fincas evaluadas lleven un control por parte de un veterinario ya que él es el más indicado de diagnosticar, tratar y prevenir enfermedades del ganado bovino. Y que apenas una minoría de las fincas no lo haga son datos muy favorecedores a mediano y largo plazo. Según La Ley de la Federación de Veterinarios del Ecuador (2008) señala sólo los veterinarios con título académico o revalidado por las universidades del país y afiliados a los colegios, podrán desempeñar las funciones inherentes a la profesión. En tanto, la FAO (2002) menciona que, los servicios veterinarios buscan mejorar la calidad y cobertura de los servicios suministrados a los productores pecuarios, el control eficaz de las enfermedades zoonóticas peligrosas para la salud humana. Los servicios veterinarios se clasifican en:

- Servicios clínicos: tratamiento de animales enfermos y control de enfermedades que limitan la producción.
- Servicios preventivos de enfermedades.
- Suministro de medicamentos, vacunas y otros productos (inseminación artificial).
- Protección de la salud humana.

Tabla 22*Fincas estudiadas que llevan control veterinario*

Control veterinario	Total	Porcentaje
No	1	16.67
Si	5	83.33
Total	6	100

4.5.7 Productos, tratamiento y duración

Los resultados del análisis de tablas de contingencia revelan que no existe una relación entre los antibióticos aplicados por los ganaderos de las fincas con la duración del tratamiento de los mismos ($\chi^2=0.5762$). La Tabla 24, indica los antibióticos usados por los ganaderos estudiados y la duración del tratamiento. En donde la aplicación por tres y cinco días son las más usuales. Por consiguiente, los tratamientos intramamarios son los que más tiempo de tratamiento tienen con una duración de cinco días, a comparación de los tratamientos intramusculares en donde, tienen una duración de uno a tres días.

Tabla 23*Duración del tratamiento de antibióticos, usados por ganaderos evaluados*

Antibiótico	Tipo de tratamiento	Duración del tratamiento			
		1 día	3 días	5 días	Total
Ceftiofur HCl	Intramuscular	1	1	0	2
Lincomicina clorhidratado	Intramuscular	0	1	0	1
Penicilina/Estreptomicina	Intramamario	0	0	1	1
Lincomicina HCl/Neomicina	Intramamario	0	0	1	1
Cefalexina/Neomicina	Intramamario	0	0	1	1
Cafalexina	Intramuscular	0	0	1	1
Penicilina/ Dihidroestreptomicina	Intramuscular	0	1	0	1
Tilosina/Sulfametoxipiridasina	Intramuscular	0	1	0	1
Total		1	4	4	9

Según Jiménez et al. (2014) el número de días recomendado para el tratamiento de la mastitis es de 5 a 8 días, dependiendo del agente etiológico que este causando la enfermedad, ya que si la duración del tratamiento es incompleta se puede presentar resistencia bacteriana.

4.6 Encuesta aplicada a ganaderos de las fincas evaluadas

Se aplicó una encuesta a los ganaderos de las seis fincas evaluadas, luego de haber culminado con la toma de muestras. Para de esta manera no interferir en los resultados o que exista un cambio en la forma como ellos normalmente manejan las fincas. La encuesta como tal, sirvió para tener mayor información sobre el manejo de las fincas, además de

conocer el tipo de antibióticos que utilizan para sus animales. Misma que estuvo dividida en cuatro apartados según el tipo de información requerida, como se muestra a continuación:

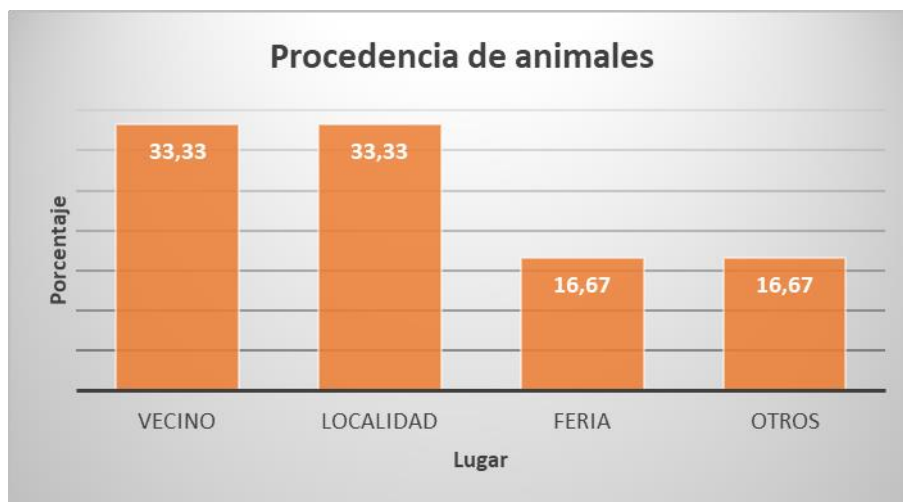
A. Sistema de bioseguridad

4.6.1 Procedencia de animales de reemplazo

Los análisis de tablas de contingencia indican que no existe relación con respecto a la procedencia de los animales de reemplazo ($\chi^2=0.6065$). Por lo que, la Figura 33 muestra que el 50% de animales proviene de ahí mismo es decir de la localidad, el 33.33% proviene de los vecinos y apenas el 16.67% sus animales proceden de otros lugares.

Figura 33

Lugar de procedencia de animales de reemplazo.



Para realizar una compra de animales debe existir un procedimiento documentado sobre la adquisición de estos, donde se especifique que deben provenir de predios registrados, el estado sanitario de los animales y que incluya los requisitos sanitarios que deben cumplir previo al ingreso del predio (Palomino Cadavid, 2018). Por otra parte, la Guía de Buenas Prácticas de Pecuarias de Producción de Leche descrita por AGROCALIDAD (2012) indica que en el caso de adquirir animales y material genético importado y nacional, se debe cumplir con la legislación nacional vigente (períodos cuarentenarios y controles) autorizados por AGROCALIDAD. Así como también, para introducir animales nuevos en una explotación pecuaria deberá contarse con un certificado de salud, firmado por el profesional médico veterinario oficial o autorizado, que señale que los animales se encuentran libres de enfermedades infecto contagiosas (MAGAP, 2010).

B. Agua de bebida y alimentación

4.6.2 Procedencia del agua de bebida

Según los resultados del análisis de tablas de contingencia señala que no existe relación en la procedencia del agua de bebida para los animales ($\chi^2=0.2231$). En la Figura 34, se observa que el 66.67% de los evaluados respondieron el literal otros refiriéndose a que ellos suministraban agua potable a sus animales, mientras que, el 16.67% mencionaron que el agua de bebida provenía de la acequia y el otro 16,67% indicó que el agua de bebida era del río. Por otra parte, nadie respondió que suministran agua de bebida de un pozo o de una cisterna.

Figura 34

Lugar de procedencia del agua de bebida.



Por ende, Agrocalidad (2012) menciona que el agua para consumo animal y para procesos de limpieza de los equipos y utensilios de ordeño. Así como, para la limpieza del almacenamiento y conservación de la leche debe ser de buena calidad, propendiendo a cumplir los parámetros químicos, físicos y microbiológicos establecidos en la norma NTE INEN 1 108 para agua potable o agua segura y como mínimo debe cumplir con turbidez <10 NTU (unidades de turbidez nefelométricas) y ser negativa para coliformes y *E. coli*/100 ml.

C. Calendario sanitario

4.6.3 Calendario sanitario

Los resultados del análisis de tablas de contingencia indica que no existe relación entre el calendario de vacunación, aplicación de vacuna contra brucelosis y tuberculosis y quién lo realiza ($\chi^2=0.6242$). La Tabla 25 muestra que, el 83.33% de las fincas evaluadas si posee calendario de vacunación, por ende, el 16.67% no lo tiene. No obstante, todas las fincas realizan la vacunación pertinente a fiebre aftosa así como para brucelosis y tuberculosis; motivo por el cual son fincas certificadas en el cantón. En cuanto a, quien es el encargado

de realizar la vacunación a sus animales, el 83.33% de las haciendas utiliza al veterinario y el 16.67% el mismo vaquero lo realiza.

Tabla 24

Calendario sanitario de las fincas evaluadas

Posee calendario de vacunación		Aplicación				Encargado de vacunar	
		Vacuna de Brucelosis y Tuberculosis		Vacuna Fiebre Aftosa		Vaquero	Veterinario
Sí	No	Sí	No	Sí	No		
83.33%	16.67%	100%	0%	100%	0%	33.33%	66.67%

Según el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, (OIRSA,2016) un programa de vacunación debe ser establecido por un médico veterinario, de acuerdo a un análisis de riesgo, es decir, las enfermedades que existen en la región y las que se establezcan de conformidad con las campañas zoonosanitarias del país. Asimismo, el artículo 2 de la resolución N° DAJ-2013461-0201.0214 menciona que toda persona natural o jurídica estará obligada a notificar a Agrocalidad cualquier sospecha, indicio, diagnóstico de enfermedades zoonóticas de declaración obligatoria, que se presenten en animales propios, ajenos, vivos o muertos. A más de, aplicar las medidas de sanitarias establecidas por la misma entidad, a fin de prevenir, controlar y erradicar ese tipo de enfermedades en los animales (AGROCALIDAD, 2013). Por otra parte, la certificación garantiza que los bovinos y subproductos están libres de la enfermedad y no serán un riesgo para la salud humana. El ganadero mejorara la rentabilidad en la producción. El proceso se realiza según lo indicado en la Resolución 238 la cual adopta el Instructivo para la certificación y recertificación de predios libres de brucelosis y tuberculosis bovina (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario [ARCFZ], 2021).

D. Conocimientos sobre la enfermedad

4.6.4 Conocimientos sobre la mastitis

Según los resultados del análisis de tablas de contingencia indica que no existe relación sobre los conocimientos de la enfermedad ($\chi^2=0.3839$). La Tabla 26 muestra que cuatro de los seis ganaderos evaluados si conoce de que se trata la mastitis y dos de ellos no. De la misma manera, respondieron al preguntarles sobre sí conocían de que se trataba las BPO (Buenas Prácticas de Ordeño). Por otro lado, el 50% de los encuestados considera que una ventaja de obtener leche de buena calidad es adquirir un mayor precio por litro de leche, el 33% estima desconoce cuáles son las ventajas de ello, y el 17% opina que producir leche con altos estándares de calidad es tener leche con un nivel bajo de conteo de células somáticas.

Tabla 25*Conocimientos acerca de la enfermedad*

Mastitis y BPO	%	Ventajas	%
Conoce	66.67	Mayor precio	50
Desconoce	33.33	Menor CCS	16.67
		Desconoce	33.33
Total	100		100

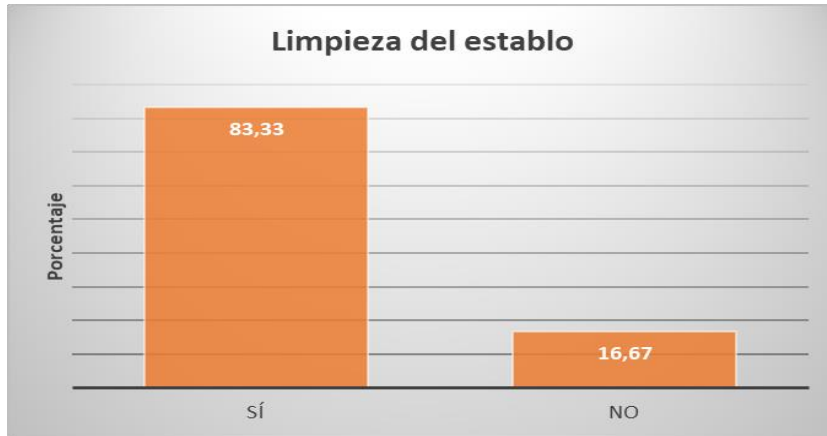
La aplicación de buenas prácticas de ordeño está orientada a garantizar leche de excelente calidad, ya sea para consumo directo o para la fabricación de quesos y otros subproductos que garanticen al consumidor un producto fresco y saludable. Así como también es importante conocer las ventajas de producir leche de buena calidad, entre ellas está: obtención de productos lácteos de mejor calidad, mayor posibilidad de venta de la leche y a un mejor precio y porque así cuidamos la salud de nuestra familia y de la población en general (FAO Guatemala, 2011). Tal como mencionan, los artículos 8 de la Resolución N° 111 el personal debe recibir inducción y capacitación sistemática y continua en los aspectos sobre BPP, POES (Procedimientos Operacionales Estándares de Sanitización) y requerimientos de hábitos e higiene personal en el trabajo. Al mismo tiempo, deben mantenerse registros que avalen las acciones de capacitación, con el nombre de los/las capacitados/as y del responsable de la capacitación. Del mismo modo, el artículo 31 señala que el personal que trabaje en el ordeño de los animales debe estar constantemente capacitado en la metodología, rutina del ordeño y condiciones sanitarias de la ubre (MAGAP, 2010). De esta manera, es que se infiere que la falta de conocimiento sobre las buenas prácticas de ordeño es una de las principales causas que conlleva a la prevalencia de la mastitis en los hatos estudiados. Así como también, la falta de interés y apoyo por parte de los dueños de las fincas en estudio de capacitar continuamente a su personal en todo lo concerniente a manejo, sanidad de los animales y BPO. Son las causas para que se prolifere esta enfermedad.

E. Manejo de animales y proceso de ordeño**4.6.5 Limpieza del establo**

Los resultados del análisis de tablas de contingencia indican que no existe relación con respecto a la limpieza del establo ($\chi^2=0.1025$). La Figura 35 revela que el 83.33% de los ganaderos realizan una limpieza diaria del establo de ordeño antes de la hora de ordeño, mientras que el 16.67% no lo realiza.

Figura 35

Porcentaje de ganaderos que realizan una limpieza diaria del establo de ordeño.



Según Nieto et al. (2012) una vez enjuagada la máquina de ordeñar, finalizado el ordeño, se debe lavar la sala para evitar que la bosta y el barro perjudiquen el buen lavado de la máquina. Tener la precaución de que si se hace el lavado con manguera pueden salpicar al equipo de ordeño, pudiendo ocasionar contaminación post ordeño; también deben dejarse bien limpios los bretes.

4.6.6 Lavado de manos, en el proceso de ordeño

Según los análisis de tablas de contingencia muestran que no existe relación en la frecuencia del lavado de manos antes del proceso de ordeño ($\chi^2=0.4142$). Por lo que, en la Figura 36 muestra, que el 66.67% de ganaderos siempre se lavan las manos antes del ordeño y el 33.33% se lava pocas veces las manos.

Figura 36

Frecuencia del lavado de manos antes del proceso de ordeño.



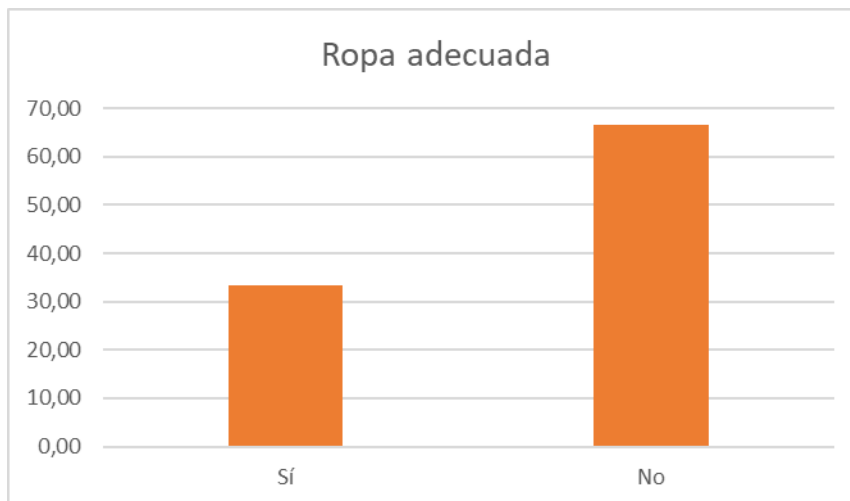
Lavarse las manos y brazos constantemente antes, durante y después del ordeño, preferiblemente debe de haber maneador y ordeñador. Así como también, las manos del ordeñador siempre deben estar limpias, con las uñas cortas, sin anillos ni objetos metálicos y en caso de usar guantes deben estar limpios y su uso no evita el lavado previo (AGROCALIDAD , s/f). Por consiguiente, lavarse las manos es la más eficaz de las acciones sencillas que pueden realizarse para reducir la propagación de enfermedades infecciosas (Naranjo Hernández, 2014).

4.6.7 Utilización de ropa especial por parte de los ganaderos

Según los resultados del análisis de tablas de contingencia señalan que no existe relación con respecto a la limpieza del establo ($\chi^2=0.4142$). La Figura 37 indica que el 66.67% de los ganaderos no utiliza ropa adecuada para el proceso de ordeño y el 33.33% si usa ropa especial apropiada para su trabajo.

Figura 37

Uso de ropa adecuada de los ganaderos, en el proceso de ordeño.



La resolución N° 111 artículo 8 revela que se debe exigir que el personal lleve una indumentaria de trabajo adecuada (vestimenta y botas) y limpia, o que se cambie con la frecuencia necesaria y que se respeten las medidas de bioseguridad antes de entrar en las zonas controladas (ducharse o lavarse las manos) (MAGAP, 2010).

4.6.8 Arreado de los animales

El 100% de las fincas estudiadas tienen un arreado tranquilo de los animales antes de ingresar al proceso de ordeño. Es crucial arrear a la vaca con tranquilidad y buen trato, proporcionándole un ambiente tranquilo antes de ordeñarla. Esto estimula la salida de la leche de la ubre (FAO Guatemala, 2011).

4.6.9 Actividades que realiza antes del ordeño en las ubres

Los resultados revelan que el 100% de los ganaderos realizan primero un despunte, lavado, secado y luego un sellado de los pezones de la ubre de las vacas antes de iniciar el proceso

de ordeño mecánico. Según el Manual de Buenas Prácticas de Nieto et al. (2012) indican la rutina que se debe realizar antes del ordeño es:

- Limpiar los pezones con agua limpia y secar con un papel cada pezón.
- Luego sacar los primeros chorros de leche, observando que no haya impurezas.
- Esperar a que se cargue de leche el pezón.
- Colocar las pezoneras evitando la entrada de aire en cada colocación del pezón.
- Extraer las pezoneras observando el final del ordeño y cuidando que el vacío se corte.
- Tener cuidado con el sub y sobre ordeño.
- Realizar el sellado de pezones.
- Tratar a la vaca con cariño.

En tanto, una buena preparación de la ubre antes del ordeño mejora la calidad bacteriológica de la leche y reduce la contaminación bacteriana de la piel del pezón. El lavado se debe realizar con agua limpia y con baja presión, mojando y masajeando preferiblemente sólo los pezones; el lavado de la piel de la ubre puede transferir patógenos, especialmente *Streptococcus uberis* R., a los pezones y penetrar con el agua al interior de las pezoneras durante el ordeño (Bramley, 1981). Puesto que, el manipuleo y lavado de los pezones dentro de la sala inevitablemente transfiere patógenos entre pezones de una misma vaca y entre vacas, especialmente si se usan paños de lavado; para minimizar esta transmisión se recomienda utilizar una solución desinfectante con el agua de lavado (solución clorada con 100-300 ppm/cloro disponible o solución yodada con 25-75 ppm/yodo disponible) y que las manos del ordeñador se laven y sequen antes de preparar cada vaca para la ordeña (Sarán, 1995).

Por lo que, la preparación de la ubre previo al ordeño, junto con el despunte, constituyen el principal estímulo para que la glándula mamaria envíe una señal nerviosa al cerebro y se libere la hormona oxitocina, la que por vía sanguínea llega al tejido mamario y desencadena la eyección de la leche. Si no se libera oxitocina, o ésta es inhibida por la adrenalina que se libera durante el estrés, la ordeña será incompleta (Kruze, 1998).

4.6.10 Uso de toallas desechables

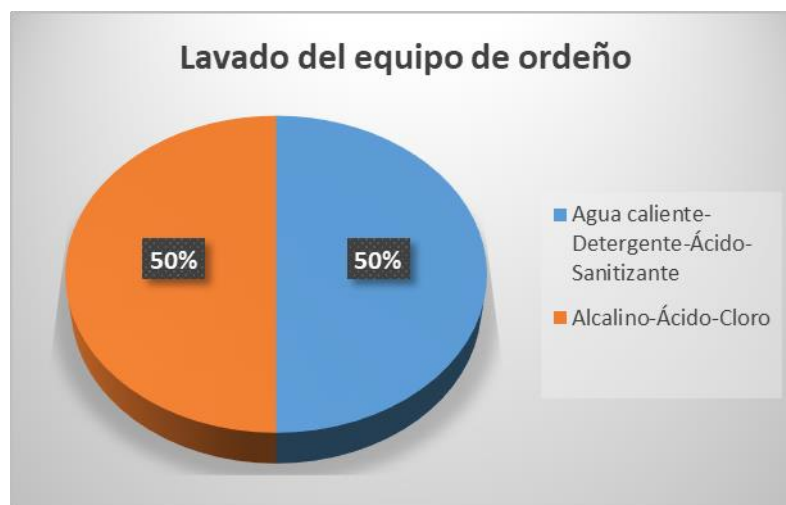
Los resultados mencionan que todos los ganaderos utilizan toallas desechables diferentes para cada vaca ordeñada. Una alternativa de preparación pre ordeño de las ubres que merece ser considerada es el uso de toallas individuales impregnadas en una solución desinfectante y que han demostrado ser efectivas para reducir la contaminación de la piel de ubre y pezones en Israel (Adkinson et al. 1991; Dan y Paz, 1995; Dan y Pochard, 1995). Esta es una medida higiénica simple, que no agrega tiempo adicional a la rutina de ordeño, y que puede ser aplicada correctamente por los ordeñadores con resultados similares a los obtenidos con el método convencional de lavado y secado (Kruze, 1998).

4.6.11 Lavado del equipo de ordeño

De acuerdo con, los resultados del análisis de tablas de contingencia revelan que no existe relación sobre el proceso del lavado del equipo de ordeño de las fincas en estudio ($\chi^2=0.9999$). Puesto que, el 50% de los ganaderos evaluados realizan de los ganaderos realizan el proceso de aplicar (agua caliente, luego detergente, seguido de ácido y por último el sanitizante) para lavar el equipo mecánico de ordeño. Mientras que, el otro 50% aplican (primero detergente alcalino, seguido de detergente ácido y por último emplean cloro); tal cómo se muestra en la Figura 38.

Figura 38

Proceso del lavado del equipo de ordeño.



Todas aquellas personas de la unidad productiva deberán encontrarse capacitados y familiarizados con este procedimiento (MAGAP, 2010). La limpieza eficaz del equipo de ordeño comienza con el análisis del contenido de minerales o dureza del agua y la elección de un compuesto de limpieza compatible con el agua. Cuando la dureza del agua excede a 10 partículas por galón, puede ser necesario aumentar la concentración de detergente. En agua muy dura (30 partículas por galón o más), debe utilizarse un ablandador de agua. Los bicarbonatos, sulfatos y cloruros de calcio o magnesio presentes en el agua dura pueden neutralizar los detergentes, disminuir el enjuague, crear películas en el equipo, y causar problemas con los calentadores de agua (Jones, 2019).

Por tanto, el mismo autor detalla que habitualmente se usa un limpiador alcalino o clorado (limpiador alcalino con cloro añadido), seguido por un limpiador ácido. Los limpiadores alcalinos por lo general contienen álcalis básicos, fosfatos, agentes humectantes y agentes quelantes. Estos disuelven las grasas, proteínas y carbohidratos de la leche, y ablandan los residuos e modo que puedan ser eliminados por acción mecánica, por ejemplo, el cepillado o circulación del limpiador. El cloro ayuda a la eliminación de depósitos de proteínas y evita la formación de películas. Estos no son agentes de desinfección. Los limpiadores ácidos eliminan o previenen depósitos de mineral acumulado o la formación de piedra de

leche. Se debería enjuagar la tubería con un enjuague ácido (por ejemplo 1 oz de ácido por 5 galones de agua) inmediatamente después de enjuagar la solución detergente del sistema.

4.6.12 Forma de almacenaje de los tarros de leche

De acuerdo con lo evidenciado, todas las fincas en estudio almacenan la leche producida en tinas de refrigeración. Tal es el caso que, el artículo 13 de la Resolución N° 111 menciona que (MAGAP, 2010):

- Los tanques de almacenamiento deben ser fabricados con materiales adecuados para alimentos de acuerdo a la norma vigente: lisos y que permitan la fácil limpieza de las superficies.
- Deben estar equipados con agitadores suficientes para: mantener la leche homogeneizada, evitar la formación de película termal y asegurar que la leche sea agitada sin formación de espuma.
- También debe contener un medidor de leche, o debe tener una alternativa aceptable para la medición del volumen de la leche.
- Todos los tanques deben ser instalados con un equipo adecuado para medición de la temperatura y con dispositivo de visualización.
- Tanques y bidones de leche utilizados para el almacenamiento y transporte de leche cruda no deben ser usados para el almacenamiento de cualquier otro producto diferente de leche cruda.
- Se prohíbe el uso de recipientes plásticos para el almacenamiento y transporte de leche

4.6.13 Registros de producción diaria de leche por animal

Los resultados muestran que todos los ganaderos de las fincas en estudio no levan registros de la producción diaria de cada animal. Según Pronaca (2021) toda explotación ganadera necesita registrar los movimientos, acontecimientos y demás eventos que ocurren en el día a día. Por eso es recomendable adoptar o diseñar un sistema que permita documentar con precisión todos los eventos que se produzcan.

Hay diversos sistemas para llevar un registro de la empresa ganadera, desde un simple papel y lápiz, hasta el uso de sofisticados programas de computador. Es importante tener claro que los registros deben ser simples y prácticos, enfatizando los factores de producción. Las ventajas de llevar registros son:

- La información de los registros ayuda a mejorar índices económicos, de productividad y de reproducción.
- Ayudan a medir, reportar y comparar el presente y pasado para realizar proyecciones.

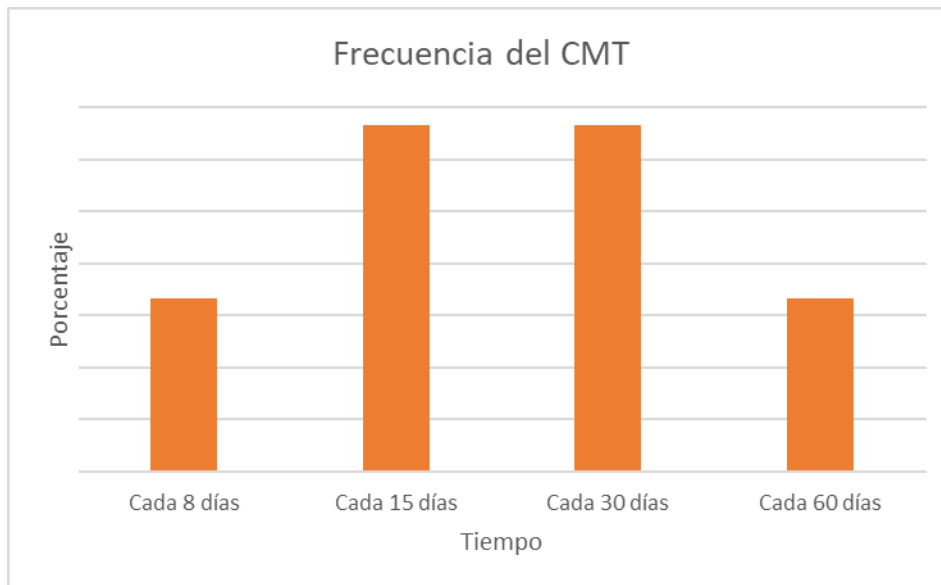
4.6.14 Frecuencia de aplicación de la prueba de CMT

Los resultados del análisis de las tablas de contingencia indican que no existe relación respecto a la frecuencia de aplicación del test de CMT a los bovinos de las fincas

estudiadas ($\chi^2=0.8810$). En la Figura 39 se muestra que el 16.67% de las fincas evaluadas realizan la prueba del CMT cada ocho días a sus animales, el 33.33% cada 15 días, otro 33.33% cada 30 días, mientras que el 16.67% cada 60 días. Esto quiere decir, que más de la mitad de los ganaderos de las fincas evaluadas aplica el test de mastitis a sus animales, de una a cuatro veces en el lapso de un mes.

Figura 39

Frecuencia de aplicación del test de mastitis.



La prueba del CMT debe hacerse normalmente cada 30 días. En establos con problemas de mastitis es necesario hacer el CMT cada 15 días, para la redistribución de los lotes (Andresen, 2001). De igual manera como lo menciona, Bernal (2016) el control de la mastitis en ganaderías se hace cada 8, 10, 15 o 30 días, según el estado sanitario de las vacas. La periodicidad juega un papel importante en el manejo de la enfermedad, si los ganaderos quieren producir un lácteo de alta calidad, en el volumen deseado y recibir un pago justo por él. Mismo que asegura, que primero se debe realizar un chequeo de la finca, mediante la prueba de CMT, para conocer el grado de incidencia de la enfermedad y luego se compara el resultado con el recuento de células somáticas que la pasteurizadora da al productor. Según los primeros análisis, se tomará la decisión de hacer pruebas cada mes, 15 u 8 días. Cuando la finca, muestra un mínimo de presencia de mastitis se formulará un plan para evitar que aumente. Pero si el caso es clínico, se deberá atender de inmediato para contrarrestarlo.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- El tipo de mastitis que más se encontró presente en los animales de las fincas en estudio fue la mastitis subclínica ya que el 20% de los cuartos evaluados demostraron mayor prevalencia a ese tipo de mastitis en algún grado de infección, mediante la aplicación del test de mastitis California Mastitis Test. Mientras que, la mastitis clínica tan sólo reveló un 0.46% en un cuarto mamario con respecto a los demás. Mostrando de esta manera, que casi el 80% del total de las muestras evaluadas resultaron negativas a la prueba de mastitis.
- Solo dos de las seis fincas evaluadas se encontraron en el rango ideal de pH (6.6-6-8), en tanto que, los demás hatos mostraron rangos mucho más elevados indicando tener leches alcalinas y problemas de calidad. Mientras que, para la prueba de alcohol el 2% de los animales evaluados de todas las fincas resultaron ser positivos a dicha prueba, revelando problemas de estabilidad en la leche cruda y que la leche de estos animales no es apta para procesos de industrialización.
- En resumen, de los grados positivos al test de mastitis el grado 1 fue el más dominante en todas las fincas con relación a los demás grados, encontrándose mayormente en el cuarto posterior izquierdo. Además de identificar a *Staphylococcus simulans* K. como el patógeno más representativo; las causas principales están asociadas al mal manejo durante el ordeño en algunos aspectos, mal lavado de los pezones, tratamientos antibióticos incompletos, falta de aplicación del test de mastitis con mayor frecuencia a los animales y sobre todo el mayor error encontrado en la mayoría de las fincas fue la falta de llevar registros individuales y generales de los animales.
- Se encontraron seis agentes etiológicos en el área de estudio los cuales fueron: *Staphylococcus simulans* K. con 36.36% siendo la bacteria más predominante en las muestras obtenidas, seguida de *Staphylococcus epidermis* W., *Staphylococcus chromogenes* G., *Staphylococcus aureus* R. y la menos prevalente resultó ser *Staphylococcus chromogenes* cepa 1 y la cepa 2 con 9.09% respectivamente.
- Los resultados obtenidos con el antibiograma fueron eficientes, ya que no solo permitió determinar la susceptibilidad y resistencia bacteriana, sino que además se determinó que antibiótico se puede utilizar y cual no. Las muestras de *S. aureus* R. y *S. epidermis* W. fueron las que presentaron mayor resistencia al grupo de antibióticos usados en esta investigación (cefalexina, lincomicina, amoxicilina con ácido clavulánico, gentamicina y neomicina). Siguiéndole *Staphylococcus chromogenes* G., *S. chromogenes* cepa 2 y *Staphylococcus simulans* K. con menores porcentajes de resistencia. Por lo cual se determinó que el uso incorrecto de antibióticos para tratar la mastitis constituye otro factor para que la enfermedad prevalezca en el hato. Rechazando de esta manera la hipótesis nula y aceptando la

alternativa, ya que sí existió resistencia a los antibióticos aplicados de al menos un agente etiológico en los animales muestreados para mastitis en las ganaderías certificadas del cantón Antonio Ante.

- Se propuso una estrategia de tipo comunicacional que permitirá prevenir y controlar la enfermedad de mejor manera en la zona de estudio. Además de socializar los resultados obtenidos en las pruebas realizadas a los animales de cada finca certificada del cantón. Dando a conocer las falencias que tienen durante el ordeño, la implementación de buenas prácticas de ordeño, el grado de mastitis que fue más representativo, el tipo de antibiótico que se recomienda utilizar para el tratamiento de la mastitis según cada animal y la identificación del agente etiológico causal de la enfermedad.

5.2 Recomendaciones

- Se aconseja que los únicos encargados de diagnosticar, tratar y prevenir enfermedades del ganado bovino sean los médicos veterinarios. Para de esta manera utilizar sólo medicamentos debidamente pre escritos por un profesional.
- Llevar registros de todo el manejo de los hatos ya que la información descrita en ellos, ayuda a mejorar índices económicos, de productividad, de reproducción y de alimentación. A más de ello, ayudan a realizar proyecciones a futuro cuando se lleva un buen manejo de las fincas.
- Se recomienda, realizar la prueba del CMT cada ocho días en las fincas en estudio. Para de esta manera llevar un mayor control y registro de la presencia de mastitis en sus hatos. Mientras que, a los animales enfermos aplicarles el tratamiento completo para mastitis ya sea por vía parenteral o intramamaria durante 5 a 8 días dependiendo del agente etiológico; ya que la presencia de resistencia bacteriana se manifiesta usualmente cuando no se aplica todo el tratamiento con la dosis y los días recomendados por el médico veterinario.
- Realizar las pruebas de pH y alcohol a cada animal por finca por lo menos cada 15 días, para de esta manera tener un mayor control de sus animales en cuanto a parámetros de calidad de la leche y evitar así problemas de devolución de leche por parte de las empresas de acopio.
- Se recomienda trabajar conjuntamente con los laboratorios de diagnóstico veterinario acreditados, enviando muestras de los animales enfermos ya que de esta manera se puede identificar el agente etiológico causante de la enfermedad y mediante el antibiograma establecer el antibiótico específico para tratar la mastitis, evitando así el uso indiscriminado de antibióticos y su posterior resistencia bacteriana.

REFERENCIAS

- Abdeen, E. E. M. (2020, august). Antibioqram and phylogenetic diversity of enterotoxigenic *Staphylococcus aureus* strains from milk products and public health implications. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 27(8), 1968-1974. doi:<https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.06.028>
- Acuerdo Ministerial N° 394 . (2013, 14 de octubre). *Registro Oficial N° 100*. Obtenido de <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu155259.pdf>
- Acuña, V., y Rivadeneira, A. (2008). *Aislamiento, identificación y antibiograma de patógenos presentes en leche con mastitis en ganaderías bovinas de la provincia de Pichincha* [Tesis de pregrado, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE]. <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2553/1/T-ESPE-IASA%20I-003435.pdf>
- Adkinson, R. G. (1991, 01 of december). Use of individual premoistened disposable wipes in preparing cow teats for milking and resultant raw milk quality and production. *Journal of Food Protection*, 54(12), 957-959. doi:<https://doi.org/10.4315/0362-028X-54.12.957>
- Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario [AGROCALIDAD]. (s/f). *Manual de Aplicabilidad de Buenas Prácticas Pecuarias de Producción de Leche* . Obtenido de <https://es.calameo.com/read/0041143063769b4aeb30e>
- Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario [AGROCALIDAD]. (2012, 23 de octubre). *Guía de Buenas Prácticas Pecuarias de Producción de Leche. Resolución técnica N° 0217*. Obtenido de Inocuidad de alimentos.: <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/pecu3.pdf>
- Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario [AGROCALIDAD]. (2013). Obtenido de <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/leche1.pdf>
- Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario [AGROCALIDAD]. (2013, 21 de noviembre). *Resolución DAJ-2013461-0201.0214*. Obtenido de <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/documentos/v2.pdf>
- Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario [AGROCALIDAD]. (2015, 08 de noviembre). *Laboratorio de Control de Calidad*. Obtenido de Instructivo para "Tomas de leche cruda": <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/pdf/laboratorios/control-calidad-leche/instructivo-toma-de-muestra-leche-cruda-laboratorios-agrocalidad.pdf>
- Andrade, C. y Sánchez, A. (2018). *Estudio clínico, microbiológico y estimación económica de mastitis bovina, en la Cooperativa de Producción Agropecuaria "El Salinerito", provincia Bolívar - Ecuador*. [Tesis de pregrado, Universidad de las

Fuerzas Armadas ESPE]. Archivo digital.
<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/14267/1/T-IASA%20I-005437.pdf>

Andresen, H. (2001). Mastitis: Prevención y control. *Revista de Investigación Veterinaria de Perú*, 12(2), 55-64.
http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/veterinaria/v12_n2/mastitis.htm

Arencibia, D., Rosario, L., y Gámez, R. (2008). *Métodos Generales de Conservación de Microorganismos*. I Taller Científico de los Laboratorios LIORAD, VI Taller de Colecciones de Cultivos Microbianos y otros Materiales Biológicos. Finlay Ediciones. ISBN: 978-959-7076-20-9.

Arroyave, A., Cardona, M., y Agudelo, L. (2013, 07 de octubre). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. Recuperado el 12 de septiembre de 2019, de Identificación de cepas nativas con potencial para obtención de polihidroxicarbohidratos (PHSs) en lodos activados:
<http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v11nsp/v11nespa08.pdf>

Bartlett, P., Miller, G., Anderson, C., y Kirk, J. (1990). Milk production and somatic cell count in Michigan dairy herds. *Journal Dairy Science*, 73(10), 2794-2800.
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(90\)78966-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(90)78966-7)

Bedolla, C. (2004). *Métodos de detección de la mastitis bovina*. Obtenido de Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/infecciosas/bovinos_leche/12-mastitis.pdf

Bedolla, C. (2017). *Sitio Argentino de Producción Animal*. Obtenido de Etiología de la Mastitis Bovina:
http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/infecciosas/bovinos_leche/128-Etiologia.pdf

Bernal, L. (2016, 26 de abril). *Contexto ganadero*. Obtenido de Control de la mastitis se debe hacer mínimo cada 15 días.:
<https://www.contextoganadero.com/regiones/control-de-mastitis-en-vacas-se-debe-hacer-minimo-cada-15-dias>

Beveridge, T. (2001). Use of the Gram stain in microbiology. Obtenido de Biotechnic and Histochemistry.

Biologiemarine. (2008). *SLIDEX Strepto Plus*. Obtenido de
http://www.biologiemarine.com/___fiches/APIpdf/kit%20slidex%20strepto_13420_-_D_-_58811_-_58818_-_58819_-_58820.pdf

Blowey, R., y Edmondson, P. (1995). *Control de la mastitis en granjas de vacuno de leche*. Acibia S.A.

- Botaro, B., Cortinhas, C., Dibbern, A., Silva, L., y Benites, N. Y. (2014). *Staphylococcus aureus* intramamary infection affects milk yield and SCC of dairy cows. *Tropical Animal Health and Production*, 47(1), 61 -66.
- Bramley, A. (1981). The role of hygiene in preventing intramammary infection. *Mastitis Control and Herd Management*, A.J.Bramley, F.H.Dodd and T.K.Griffin eds., *NIRD Tech. Bull.*, 4, 53-66.
- Callejo, A. (2018, 21 de noviembre). *Portal Veterinaria*. Obtenido de El correcto diseño de las instalaciones de ordeño: <https://www.portalveterinaria.com/rumiantes/articulos/14707/el-correcto-diseno-de-las-instalaciones-de-ordeno.html>
- Calvinho, L. (2005). *Estreptococos ambientales causantes de mastitis bovina*. Obtenido de http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/infecciosas/bovinos_leche/09-estreptococos_ambientales.pdf
- Calvinho, L. (2010). *Tratamiento de mastitis clínicas y Manejo en el tambo*. Recuperado el 02 de junio de 2019, de APROCAL: http://www.aprocal.com.ar/wp-content/uploads/manejo_antibioticos.htm.pdf
- Calvo Velasco, F. y. (s/f). *Cartilla de Buenas Practicas en Lecherías para Pequeños Productores del Norte Argentino*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/as946s/as946s.pdf>
- Campo, R. (2015). *Presentación del tema: "Familia Streptococcaceae"*. Recuperado el 22 de agosto de 2019, de <https://slideplayer.es/slide/5496712/>
- Carión, R. (2013). *Mastitis subclínica y conteo de células somáticas*. Recuperado el 12 de abril de 2019, de <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-leche/sanidad/articulos/mastitis-subclinica-conteo-celulas-t5235/165-p0.htm>
- Carrión, G. (2001). *Principios básicos para el control de la mastitis y el mejoramiento de la calidad de leche*. Obtenido de Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Michoacán, Departamento de Recursos Naturales Programa de Apoyo a la Ganadería Regional.
- Cartes, I. (2014). *Caracterización molecular de cepas de Escherichia coli*. [Tesis de pregrado, Universidad de Chile]. Archivo digital. <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/132070/Caracterizaci%C3%B3n-molecular-de-cepas-de-Escherichia-coli-aisladas-desde-muestras-de-leche-provenientes-de-vacas-con-mastitis-bovina-cl%C3%ADnica-y-subcl%C3%ADnica.pdf?sequence=1>

- Castillo, P. y Ortega, R. (2016). *Determinación de la alteración-adulteración de leche cruda mediante análisis físicoquímicos en medios de transporte legalizados, provenientes de la Parroquia Tarqui, Cantón Cuenca*. [Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca]. Archivo digital. Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23505/1/Tesis%20Castillo%2C%20Ortega.pdf>
- Ceniti, C., Britti, D., Santoro, A., Musarella, R., Ciambrone, L., y Casalnuovo, M. Y. (2017). Resistance profile of isolates causing clinical mastitis in dairy animals *Italian Journal of Food Safety*, 6(2), 84-87. <https://doi:0.4081 / ijfs.2017.6612>
- Cerón-Muñoz, M., Agudelo, E., y Maldonado-Estrada, J. (2007, 13 de septiembre). Relación entre el recuento de células somáticas individual o en tanque de leche y la prueba CMT en dos hatos lecheros de Antioquia (Colombia). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 20, 472-483.
- Charles, A. (1984). *Ciencia de la leche. Principios de técnicas lechera*. México: CECSA.
- Chasi, E. (2015, mayo). *Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de California Mastitis Test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad de Muyurco, Cayambe - Ecuador, 2014*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/9839/1/UPS-YT00309.pdf>
- Cháves, J. (2010). Mastitis bovina: su control y prevención es una tarea permanente. 7.
- Cohn, L. y Middleton, J. (2010). A veterinary perspective on methicillin-resistant staphylococci. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care* HYPERLINK, 20(1), 31-45. <https://onlinelibrary.wiley.com/journal/14764431>
- Coltrán, J. (2014, 22 de abril). *Técnicas de Microbiología*. Recuperado el 17 de agosto de 2019, de Pruebas para el reconocimiento de bacterias.: <http://tecnicasdemicrobiologia.blogspot.com/p/prueba-del-indol.html>
- Constitución de la República del Ecuador. (2008, 20 de octubre). *Constitución de la República del Ecuador*. Obtenido de Artículos 13 y 32: <https://wipolex.wipo.int/es/text/516280>
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [CORPOICA]. (2012). La mastitis bovina enfermedad infecciosa de gran impacto en la producción lechera. Boletín mensual: Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria. Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos_factores_de_produccion_ago_2014.pdf
- Correa, R. (2008). *Decreto Ejecutivo N° 1042*. Recuperado el 04 de marzo de 2019, de Quito: Decreto Ejecutivo.

- Côté-Gravel, J. y Malouin, F. (2019). Symposium review: features of *Staphylococcus aureus* mastitis pathogenesis that guide vaccine development strategies. *Journal Dairy Science*, 102(5), 4727 - 4740. doi:10.3168 / jds.2018-15272.
- Da silva, M. (2018, 04 de diciembre). *SegundoMedico.com*. Recuperado el 23 de agosto de 2019, de IMVIC- Prueba rojo de metilo.: <https://www.segundomedico.com/imvic-prueba-rojo-de-metilo/>
- Dan, Y. y Pochard, G. (1995). Evaluation of sanitizing wet wipes for pre-milking udder preparation. *34th Annual Meeting National Mastitis Council*, 163-165.
- Dan, Y. y Paz, B. (1995). *Pre-milking udder preparation: the use of sanitizing wet wipe and its evaluation*. Tel-Aviv, Israel.
- Deutsche, Veterinärmedizinische Gesellschaft. (2002). Leitlinien zur Bekämpfung der Mastitis als Bestandsproblem. (G. 5.Ausfl. Verlag DVG e.V., Ed.)
- Dürr, W., Cue, R., Monardes, H., y Moro-Méndez, J. W. (2008). Milk losses associated with somatic cell counts per breed, parity and stage of lactation in Canadian dairy cattle. *Livest Science* 117, 225-232.
- Echeverría, R. (2016, 27 de enero). *Análisis de susceptibilidad y resistencia a los antibióticos en vacas lecheras con mastitis en las haciendas ganaderas proveedoras de la empresa Floralp S. A en la provincia de Imbabura* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra]. Archivo digital.
- El Garch, F. Y. (2020, june). Antimicrobial susceptibility of nine udder pathogens recovered from bovine clinical mastitis milk in Europe 2015–2016: VetPath results. *Veterinary Microbiology*, 245, 108644. doi:<https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2020.108644>
- Ericsson, U., Lindberg , A., Person Waller, K., Ekman, T., Arturson, K., Nilsson- Ost and Bengtsson, B. (2009). Microbial aetiology of acute clinical mastitis and agent-specific risk factors. *VetMicrobiology*, 137(1-2), 7 -90. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2008.12.005>
- Espinoza, M. G., y Mier, J. P. (2013, febrero). *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 de las Fuerzas Armadas ESPE]. Archivo digital. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1281/1/T-UCE-0014-33.pdf>
- European Food Safety Authority [EFSA]. (2009, 09 of july). Scientific Report of Efsa prepared by the Animal Health and Animal Welfare Unit on the Effects of

Farming Systems on Dairy Cow Welfare and Disease.
<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2009.1143r>

- Fernandez Bolaños, O. F., Trujillo Graffe, J. E., Peña Cabrera, J. J., Cerquera Gallego, J., y Granja Salcedo, Y. T. (2012). Mastitis bovina: generalidades y métodos de diagnóstico. *REDVET*, 13(11).
- Fernández del Río, J. (1997). Mastitis. En D. técnico. (Ed.), *Calidad y eficiencia en la producción de leche*. (págs. 13-18 pp.). México.: Virbac. Obtenido de Calidad y eficiencia en la producción de leche.
- Fernández, A., García, C., Saéz, J., y Valdezate, S. (2010). *Metodos de identificación bacteriana en el laboratorio de microbiología*. (E. C. Cantón, Ed.) Obtenido de <https://www.seimc.org/contenidos/documentoscientificos/procedimientosmicrobiologia/seimc-procedimientomicrobiologia37.pdf>
- Figueroa, M., Vargas, L., Acevedo, O., Fonseca, E., Mendoza, L., Chavarría, M., y Moya, F. (1984). *Etiología* (Primera ed.). San José, Costa Rica: EUNED.
- García, D. (2014). *Pruebas bioquímicas*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/DarGarc/pruebas-bioquimicas-35704784>
- Gasque Gómez, R. (2015). *Mastitis Bovina*. Enciclopedia Bovina, BM Editores. Obtenido de https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/infecciosas/bovinos_leche/107-Mastitis_bovina.pdf
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Antonio Ante. (2011). *Actualización Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Antonio Ante*. Obtenido de "Avanzamos 2012 - 2030": http://www.antonioante.gob.ec/AntonioAnte/images/PDF/plan_desarrollo_cantonal_2011.pdf
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Antonio Ante. (2021). Obtenido de Imbaya: <https://www.antonioante.gob.ec/AntonioAnte/index.php/canton/informacion-general/17-canton/99-imbaya>
- Gómez, R. (2008). *Enciclopedia bovina*. Recuperado el 27 de octubre de 2018, de Mastitis bovina.
- González, G., Molina, B., y Coca, R. (2010). *Primer Foro sobre Ganadería Lechera de la Zona Alta de Veracruz*. Calidad de la leche cruda. https://www.uv.mx/apps/agronomia/foro_lechero/Bienvenida_files/CALIDADDEL_ALECHECRUDA.pdf

- Guerra, S., Reyes, M., y Atilano, M. (2003). *Pruebas bioquímicas para la identificación bacteriana*. Recuperado el 15 de septiembre de 2019, de <https://slideplayer.es/slide/10184611/>
- Guerrier, A., y Espada, C. (2011). *Mycoplasma bovis en explotaciones bovinos España*. Obtenido de http://bayervetconecta.com/static/documents/Azulyverde/Azul_y_Verde_n1.pdf
- Guevara-Freire, D. M.-R.-E. (2019). Calidad de leche acopiada de pequeñas ganaderías de Cotopaxi, Ecuador. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(1), 247-255. . doi:<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i1.15679>
- Guizar, J., y Bedolla, C. (2008, 10 de octubre). Determinación de la prevalencia de mastitis bovina en el municipio de Tarímbaro, Michoacan mediante la prueba de California. *REDVET*, VIII(9), 18 pp. Obtenido de REDVET.
- Hagnestam-Nielsen C, U. E. (2009). Relationship between somatic cell count and milk yield in different stages of lactation. *Journal Dairy Science* 92, 3124-3133.
- Halasa, T., Huijps, K. O., y Hogeveen, H. (2007). Economic effects of bovine mastitis and mastitis management: A review. *Veterinary Quarterly*, 29(1), 18-31.
- Harding, F. (1995). *Milk Quality* (1 ed.). (S. US, Ed.) doi:<https://doi.org/10.1007/978-1-4615-2195-2>
- Hogeveen H, K. H. (2011). Economics aspects of mastitis:New developments. *New Zeal. Veterinary Journal* 59, 16-23.
- Hogeveen, H., Kamphuis, C., Steeneveld, W., y Mollenhorst, H. (2010). Sensors and clinical mastitis the quest for the perfect alert. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 10(9), 7991-8009.
- Hosseinzadeh, S. D. (2014, june). Staphylococcal species associated with bovine mastitis in the North West of Iran: Emerging of coagulase-negative staphylococci. *International Journal of Veterinary Science and Medicine*, 2(1), 27-34. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijvsm.2014.02.001>
- Ibarra, M. M. (2011). *Conteo celular somático en dos sistemas de lavados de pezones*. [Tesis de Pregrado, Universidad de Cuenca]. Archivo digital. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/26628/1/Tesis.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. (2008). *Leche cruda requisitos. INEN 0009*. Obtenido de <ftp://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0009.2008.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. (2012). *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 9:2012*. (P. edición, Ed.) Obtenido de Leche cruda. Requisitos.: http://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_9-5.pdf

- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC]. (2010). Obtenido de Censo de Población y Vivienda 2010.: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC]. (2017). Obtenido de Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua- ESPAC 2017: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/Presentacion_Principales_Resultados_ESPAC_2017.pdf
- Iñiguez, F. (2011). *Mastitis. Manual de manejo y control*. Obtenido de Guadalajara - México. Laboratorios Virbac, México, S.A de C.V. <https://issuu.com/hitsoft/docs/manualmastitis>
- Jiménez, L. M. (2014). *El tratamiento de las mastitis clínicas*. Obtenido de albeitar: <http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/11484/articulos-rumiantes-archivo/el-tratamiento-de-las-mastitis-clinicas.html>
- Jiménez, S. (2002). Indicadores del deterioro de la leche [conferencia]. HYPERLINK "https://dialnet.unirioja.es/servlet/revista?codigo=18492" *Anales de la Real Academia de Ciencias Veterinarias*, España. <http://www.racve.es/publicaciones/indicadores-del-deterioro-de-la-leche/>
- Jones, G. (2019, 16 de agosto). *Dairexnet*. Obtenido de Limpieza y desinfección del equipo de ordeño: <https://dairy-cattle.extension.org/limpieza-y-desinfeccion-del-equipo-de-ordeno/>
- Koneman, E. W. (2006). *Diagnóstico microbiológico*. Madrid, España: Médica Panamericana.
- Kruze, J. (1998). La rutina de ordeño y su rol en los. *Archivos de medicina veterinaria.*, 30(2), 07-16. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X1998000200001>
- Ley 71. (2008). *Ley de la federación de veterinarios del ecuador*. Obtenido de Capítulo VI. De la defensa personal: Solo los veterinarios con título académico o revalidado por las Universidades del País "y afiliados a los Colegios", podrán desempeñar las funciones inherentes a la profesión.
- Ley de Fomento de Desarrollo Agropecuario. (1994, 14 de junio). Obtenido de Ley de Fomento de Desarrollo Agropecuario: <https://vlex.ec/vid/ley-fomento-desarrollo-agropecuaria-671645753>
- Martínez-Pacheco, D., Cruz-Carrillo, A., Millán, A., y Moreno-Figueredo, G. (2015). Evaluación del estado de resistencia de agentes etiológicos de mastitis clínica y subclínica frente a algunos antimicrobianos utilizados en hembras bovinas del municipio de Sotaquirá (Boyacá-Colombia). *Revista Científica, FCV-LUZ*, 25(3), 223-231.

- Martínez, R., Tepal, J. H., Escobar, M., Gutiérrez, R., y Blanco, M. (2011). Mejora continua de la calidad higiénico - sanitaria de la leche de vaca. México.
- Medina, C., y Montaldo, V. (2003). El uso de la prueba de conductividad eléctrica y su relación con la prueba de California para mastitis,. Aguascalientes, México. Obtenido de V Congreso Nacional de Control de Mastitis.
- Mellenberger, R. (2016). Vacas lecheras infectadas con *Staphylococcus aureus*. *Sitio Argentino de Producción Animal*. Obtenido de http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/infecciosas/bovinos_leche/123-Staphylococcus_aureus.pdf
- Miller, R., Paape, M., Fulton, L., y Schutz, M. (1993). The relationship of milk somatic cell count to milk yields for Holstein heifers after first calving. *Journal Dairy Science* 76, 728 -733.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, [MAGAP]. (2013). Recuperado el 02 de marzo de 2019, de Acuerdo Interministerial N° 2013001: <http://servicios.agricultura.gob.ec/>
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca [MAGAP]. (2010, 22 de diciembre). *Agencia de regulación y Control Fito y Zoonosario*. Obtenido de Resolución N° 111: <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/pecu1.pdf>
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca [MAGAP]. (2013, 04 de septiembre). *Acuerdo Ministerial N° 394*. Obtenido de https://www.eltelegrafo.com.ec/images/eltelegrafo/banners/2013/17-09-13-Acuerdo_394_Leche.pdf
- Muñoz D, K. A. (2004). Los antibióticos y su situación actual. *Revista de la Facultad de Química Farmacéutica*, 11(1), 21-33. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1698/169818259003.pdf>
- Nagahata, H., Kawai, H., Higuchi, H., Kawai, K., Yayou, K., y Chang, C. (2011). Altered leukocyte responsiveness in dairy cows with naturally occurring chronic *Staphylococcus aureus* mastitis. *Journal of Veterinary Medical Science*, 7(1), 94 - 885.
- Nagata, K., Mino, H., y Yoshida, S. (2010). Usefulness and limit of Gram staining smear examination. En R. Byori.
- Naranjo Hernández, Y. (2014, diciembre). La importancia del lavado de las manos en la atención sanitaria. *MediSur*, 12(6). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2014000600001

- Nielsen, C. (2009). *Economic Impact of Mastitis in Dairy Cows*. [Doctoral Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences]. Digital file.
https://pub.epsilon.slu.se/1968/1/Christel_Nielsen_kappa.pdf
- Novoa, R. L. (2003). *Evaluación epizootiológica de la mastitis bovina en dos UBPC ganaderas de la provincia de Cienfuegos*. Cienfuegos. Obtenido de <https://infolactea.com/wp-content/uploads/2015/03/539.pdf>
- Olivares-Pérez, J., Kholif, A., Rojas-Hernández, S., ElghandourZeidan, M. M. M. Y., Salem, A. Z., Zaragoza, A., Velásquez-Reinoso, D., Cipriano-Salazar, M., Camacho-Días, L. M., Alonso-Fresan, M. U., y Dilorenzo, N. (2015). Prevalence of bovine subclinical mastitis, its etiology and diagnosis antibiotic resistance of dairy farms in four municipalities in tropical region of Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 47(8), 1497 - 1504.
- Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria [OIRSA]. (2016). *Manual de Buenas Prácticas Pecuarias, en bovinos, porcinos y aves*. Obtenido de Dirección Regional de Inocuidad de Alimentos-2016: <https://www.oirsa.org/contenido/biblioteca/Manual%20de%20buenas%20pr%C3%A1cticas%20pecuarias%20en%20bovinos,%20porcinos%20y%20aves.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (s,f). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de Portal lácteo.: <http://www.fao.org/dairy-production-products/production/es/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2002). *Reforma y Descentralización de Servicios Agrícolas: Un Marco de Políticas*. Obtenido de Colección de política agrícola y desarrollo económico de la FAO: <http://www.fao.org/3/y2006s/y2006s0e.htm>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2011). *Buenas prácticas de ordeño*. Obtenido de http://coin.fao.org/coin-static/cms/media/1/13346882217260/fao_manual1_lacteos_rip.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2013). Recuperado el 02 de marzo de 2019, de AGRONOTICIAS: www.fao.org/agronoticias/agro-noticias/detalle/es/c/196507/
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2019). Obtenido de FAO y El Ordeño presentaron los resultados de su alianza enfocada en la Agricultura Inteligente: <http://www.fao.org/ecuador/noticias/detail-events/es/c/1206682/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] Guatemala. (2011). *Buenas Prácticas en el Manejo de la Leche*. Obtenido de Buenas Prácticas de Ordeño: <http://www.fao.org/3/bo952s/bo952s.pdf>

- Ortiz, O. A. (2002). *Manejo de ganado bovino de doble propósito en el trópico*. (Segunda ed.). Veracruz, México: INIFAP. CIRGOC.
- Palomino Cadavid, P. J. (2018, septiembre). *Implementación de Buenas Prácticas Ganaderas: principios ganaderos*. Medellín, Colombia: Editorial CES, Universidad CES. Obtenido de <https://repository.ces.edu.co/bitstream/10946/3585/1/Implementaci%C3%B3n-de-Buenas-Pr%C3%A1cticas-Ganaderas-principios-b%C3%A1sicos.pdf?fbclid=IwAR3EemoahrXzlp7f8Aay1EtY0TdXrIoHNIVtaE1PpIMj5pyhNYuBaIVd1Hnk>
- Paredes, F. y. (2004, marzo). Acción de los antibióticos. Perspectiva de la medicación antimicrobiana. *Offarm*, 23(3), 116-124. Obtenido de <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-accion-antibioticos-perspectiva-medicacion-antimicrobiana-13059414>
- Passey, S., Bradley, A., y Mellor, H. (2008). *Escherichia coli* isolated from bovine mastitis invade mammary cells by a modified endocytic pathway. *Veterinary microbiology*, 130(1-2), 151–164. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2008.01.003>
- Pérez, C., Bedolla, C., y Castañeda, V. (2005). Importancia del conteo de células somáticas en la cría sustentable de vacas productoras de leche. En M. Universidad de Jalisco, *Suceptibilidad*. (Vol. 3, págs. 86-94). Jalisco, México.
- Pérez, M., Baro, J., Carlos, C., Coya, M., Muñiz, R. y Ortega. (2009). *La video-microscopía automática como un método de recuento de células somáticas de alta precisión*. Recuperado el 16 de mayo de 2019, de CYSB n° 17: http://axonveterinaria.net/web_axoncomunicacion/criaysalud/17/cys_17_video_microscopia.pdf
- Pinzón-Trujillo, A., Moreno-Vásquez, F. C. y Rodríguez-Martínez, G. (2007). Efectos de la mastitis subclínica en algunos hatos de la cuenca lechera del Alto Chicamocha (Departamento de Boyacá). *Revista de Medicina Veterinaria* N°17, 23-35. <http://www.scielo.org.co/pdf/rmv/n17/n17a03.pdf>
- Procesadora Nacional de Alimentos [PRONACA]. (2021). Obtenido de Importancia de manejo de registros ganaderos: <https://www.procampo.com.ec/index.php/blog/10-nutricion/101-importancia-de-manejo-de-registros-ganaderos>
- Programa de Desarrollo Lechero del Altiplano [PDLA]. (2003). *Higiene del ordeño y cantidad de leche*. Obtenido de Manual de autoinstrucción.
- Radostits, O., Gay, C., y Blood, D. H. (2000). *Veterinary Medicine A Textbook of the Diseases of Cattle, Sheep, Pigs, Goats and Horses*. *WB Saunders Co*.
- Ramírez, J. M. (2015). Prevalencia y factores predisponentes a mastitis subclínica en establos lecheros de la provincia de Trujillo. *Revista CEDAMAZ*, 5(1), 12 - 22.

- Rall, V.L.M., Miranda, E.S., Castilho, I.G., Camargo, C.H., Langoni, H., Guimarães, F.F., Araújo Júnior, J.P., Fernandes Júnior, A. (2014). Diversity of Staphylococcus species and prevalence of enterotoxin genes isolated from milk of healthy cows and cows with subclinical mastitis, *Journal of Dairy Science*, 97(2), 829-837. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7226>.
- Reyes, J., Hernández, L., Garcia, G., y Lares, C. (2011). *Control de la mastitis en el ganado bovino*.
- Reyes, L. (2014, 30 de octubre). *Microbiología*. Obtenido de Pruebas bioquímicas: <http://microbiologia3bequipo5.blogspot.com/2014/10/pruebas-bioquimicas.html>
- Reynaldi, F. (2006). *Evaluación de antibióticos para el control de lo que americana en colmenas de abejas melíferas*. Obtenido de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/4290>.
- Rodríguez, A., Cassoli, L., Machado, P., y Ruegg, P. (2009). Short communication: Evaluation of an on-farm test to estimate somatic cell count. *Journal of Dairy Science*, 990-995.
- Rojas, S. (2009). *Mastitis en ganado bovino*. (Colombia, Productor) Recuperado el 18 de marzo de 2019, de Buendato.com-Red Universidades: <http://buendato.com/profiles/blogs/mastitis-en-ganado-bovino>
- Romero, A. R. (2010). *Mastitis bacteriana en ganado bovino: etiología y técnicas de diagnóstico*. Obtenido de http://www.ammveb.net/articulos/Mastitis_bacteriana.pdf
- Ruegg, P. L. (2009, february). The quest for the perfect test: Phenotypic versus genotypic identification of coagulase-negative staphylococci associated with bovine mastitis. *Veterinary Microbiology*, 134(1-2), 15-19. doi:<https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2008.09.013>
- Salvador, J., y Peñafiel, J. (2011). *Determinación de la Incidencia de Mastitis Subclínica Mediante los Métodos de California Mastitis Test (CMT) y Somaticell en Cinco Ganaderías del Cantón Vinces en la Provincia de Los Ríos*. Recuperado el 31 de enero de 2018, de Guayaquil: UCSG.
- Sánchez, P., Murillo, N., y Almanza, I. (2018). Prevalencia de mastitis bovina en el cañón anaime, una región lechera colombiana, incluyendo etiología y resistencia a los antimicrobianos. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 226-239 pp.
- Sarán, A. (2000). *Mastitis y Calidad de Leche*. Buenos Aires.: Inter-Médica.
- Sarán., A. (1995, 1 de marzo). Disinfection in the dairy parlour. *Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)*, 14(1), 207-224. doi:<http://dx.doi.org/10.20506/rst.14.1.832>

- Schepers, J., y Dijkhuizen, A. (1991). The economics of mastitis and mastitis control in dairy cattle-a critical analysis of estimates published since 1970. *Preventive Veterinary Medicine* 10, 213-224.
- Schukken, Y.H., Barb, D., Hertl, J., Gröhn, Y.T. (2010). Correlated time to event data: Modeling repeated clinical mastitis data from dairy cattle in New York State. *Preventive Veterinary Medicine*, 97(3),150-156. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2010.09.012>
- Sistema de Información de Precios [SIPSA]. (2014). La mastitis bovina, enfermedad infecciosa de gran impacto. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos_factores_de_produccion_ago_2014.pdf
- Sobarzo, O. (2016). Identificación por PCR de *Listeria monocytogenes*, *L. innocua* y *L. ivanovii* aisladas de Apio (*Apium graveolens*) expedido en Ciudad Obregón, Sonora. [Tesis de pregrado, Instituto Tecnológico de Sonora]. Archivo digital. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15094.80964>
- Sosa, M. (2013, 31 de enero). *Pruebas bioquímicas de identificación*. Recuperado el 22 de septiembre de 2019, de <https://es.slideshare.net/StephaneLovon/pruebasbioquimicasdeidentificacion243338506-16283374>
- Souto, L., I., Minagawa, C., Y., Telles, E., O., Garbulio, A., Amaku, M., Melville, P., A., Dias, R., Sakata, S. y Benites, N., R. (2010). Correlation between mastitis occurrence and the count of microorganisms in bulk raw milk of bovine dairy herds in four selective culture media. *Journal of Dairy Research*, 77(1), 63 - 70.
- Spreer, E. (1991). *Lactología industrial*. Zaragoza, España: Acribia S. A.
- Steenefeld, W., Hogeveen, H., Barkema, H. W., van den Broek, J., y Huirne, R. B. (2008). The influence of cow factors on the incidence of clinical mastitis in dairy cows. *Journal of dairy science*, 91(4), 1391–1402. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0705>
- Tejeiro, W. (2013). *Buenas prácticas de ordeño con ternero*. Obtenido de Tame-Arauca, Colombia.
- Temple, D. M. (2014). *Sitio Argentino de Producción Animal*. (B. I. Animal, Ed.) Obtenido de Ventajas y desventajas del ordeño automático.: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/234-VENTAJAS_DESVENTAJAS.pdf

- Tikofsky, L. B. (2004, 08 of july). A comparison of antimicrobial susceptibility patterns for *Staphylococcus aureus* in organic and conventional dairy herds. *Microbial Drug Resistance*, 9(1), 39-45. doi:<https://doi.org/10.1089/107662903322541883>
- Universidad Nacional Autónoma de México [UNAM]. (2008). *Enciclopedia Bovina*. Obtenido de http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/e_bovina/04MastitisBovina.pdf
- Van Asseldonk, M., Renes, R., Lam, T., y Hogeveen, H. (2010). Awareness and perceived value of economic information in controlling somatic cell count. *Veterinary Record* 166, 263-267.
- Vásquez, M. (2016). *Pruebas Bioquímicas para la Identificación Bacteriana*. Recuperado el 15 de agosto de 2019, de <https://slideplayer.es/slide/10184611/>
- Vilar, M. (2012). Desarrollo del análisis de peligros y puntos de control críticos en explotaciones de vacuno lechero en Galicia. En U. D. Compostales (Ed.), *Estudio Epidemiológico de Patógenos Zootécnicos*. Galicia, Espana.
- Villareal, D. (2016). *Manual de Procedimientos para Análisis de Calidad de la leche*. Obtenido de https://www.academia.edu/25637637/Manual_de_Procedimientos_para_An%C3%A1lisis_de_Calidad_de_la_leche._Contenido
- Villegas de Gante, A. y Santos Moreno, A. (2011). *Manual básico para elaborar productos lácteos.*, Trillas Sa de Cv. . Obtenido de <https://goo.gl/nNCfTY>.
- Wattiaux, M. y. (2013). *Mastitis: Prevención y detección*. Recuperado el 17 de abril de 2019, de Wisconsin: Escenciales lecheras.
- Watts, J.L. (1988). Etiological agents of bovine mastitis. *Veterinary Microbiology*, 16(1), 1988, 41-66. [https://doi.org/10.1016/0378-1135\(88\)90126-5](https://doi.org/10.1016/0378-1135(88)90126-5).
- Wolter, W., Castañeda, V., y Kloppert, B. (2002). *La Mastitis Bovina*. Obtenido de <http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2002/912/pdf/p020003.pdf?>
- Wolter, W., Castañeda, H., Kloppert, B. y Zschöck, M. (2004). Prevención, diagnóstico y tratamiento. En *Mastitis bovina*. (pág. 146 pp.). Guadalajara.: Editorial Universitaria.
- Zhao, X. y Lacasse, P. (2008). Mammary tissue damage during bovine mastitis: causes and control. *L Animal Science*, 86(13), 57 - 65.

ANEXOS

Anexo 1. Ficha técnica de campo.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
AMBIENTALES
INGENIERÍA AGROPECUARIA



FICHA TÉCNICA DE CAMPO

GANADERÍAS CERTIFICADAS DEL CANTÓN ANTONIO ANTE

Propietario/a:	
Localización:	
Fecha:	
Tipo de ordeño:	Mecánico <input type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/>
Cómo se realiza el ordeño:	
Lavado del equipo de ordeño:	Tiempo:
Número de animales totales:	
Número de vacas en producción:	
Prueba de CMT	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Tiempo:
Lugar adecuado para el ordeño:	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Implementación adecuada para el ordeño:	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Ejm:	
Control veterinario:	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Productos aplicados para tratamiento de mastitis:	
Tipo de tratamiento:	
Duración del tratamiento:	
Observaciones de las ubres:	
Tipo de alimentación:	
Observaciones:	

3. ¿Realiza lavado de manos antes de ordeñar a la vaca?: Siempre Pocas veces
Nunca
4. ¿Cuál es el proceso que realiza para lavar el equipo de ordeño?:
5. ¿Utiliza ropa especial o adecuada para el momento del ordeño?:
Sí No
6. Marque las actividades que realiza antes del ordeño en las ubres:
Despunte Lavado Secado Sellado
7. Luego del ordeño, cuál es la actividad de limpieza que realiza primero: Utensilios y
Equipo Establo
8. ¿Cómo es la forma de almacenaje de los tarros de leche?:
Tina de refrigeración Pila de agua
9. ¿Lleva registros de producción diaria de leche de cada animal?: Sí No
10. ¿Utiliza toallas o papel desechable diferente para cada vaca ordeñada?:
Sí No
11. Realiza una limpieza continua de los corrales en donde están los animales: Sí
No
12. Suministra vitaminas y sales minerales, con frecuencia a los animales:
Sí No
13. ¿Con qué frecuencia realiza la prueba de CMT a sus vacas?:

Anexo 3. Cartilla de mejora del ordeño.

CARTILLA BÁSICA DE MEJORA DEL ORDEÑO PARA PREVENIR LA MASTITIS BOVINA EN FINCAS DEL CANTÓN ANTONIO ANTE

1) ¿Qué son las (BPG) Buenas Prácticas Ganaderas?

Son un conjunto de normas y recomendaciones técnicas aplicadas a todas las etapas de la producción agropecuaria, cuyo objetivo es ofrecer un producto de calidad, con un mínimo impacto ambiental, permitiendo el bienestar de los animales, seguridad y salud para el consumidor y los trabajadores.

2) Trazabilidad y registro

La trazabilidad es la identificación del origen y seguimiento de todas las etapas y sucesos de la vida del animal y la producción de leche hasta su consumo, para conocer bajo qué condiciones se produjo.

Para ello hay que tener un libro de registros de la explotación, con registros sencillos y claros donde se anote, señale y contabilice las actividades y eventos que se presenten en el establecimiento o fuera de él, que afectan a la producción o la vida normal de la familia. Como ejemplos que se indican a continuación:

REGISTRO DE CONFORMACIÓN GENERAL

Razón social:

Propietario:	
Dirección:	
Integrantes de la Familia:	
Grupo de Ganaderos al que pertenece:	
Número de animales:	
Superficie:	
Ubicación o Croquis del Tambo:	

REGISTRO DE ANIMALES

		Sexo				Animales que Ingresan			Animales Vendidos					Fecha	Etapa Productiva				
Id.	Fecha Nacimiento	Macho	Hembra	Raza	Origen	Fecha	Estado Sanitario	Destino	Fecha	Madre	Padre	N° Partos	Fecha	Destete	Ordeño	Secado	Preñez	Muertes	Causas

REGISTRO DE CONSUMO DE ALIMENTO

Fecha	Tipo de alimento	Animales suministrados

REGISTRO DE PRODUCCIÓN DE LECHE

Vacas ordeñadas	Cantidad de leche diaria/animal	Cantidad Total	Incidencias	Destino de la leche

REGISTRO SANITARIO

Historial de Enfermedades				Tratamientos Veterinarios				Tratamiento de Plagas		Eliminación de Cadáveres
Tipo	Fecha	Duración	Id. Animal	Tipo	Fecha	Fármaco	Vacuna	Plaga	Fecha	

REGISTRO DE PRODUCTOS QUÍMICOS

Limpieza y Desinfección del Equipo	Control de Plagas y Roedores	Agrícolas

REGISTRO DE VENTAS

Entregas				Animales Vendidos		
Fecha	Precio	Cantidad Leche	Derivados	Id. Animal	Comprador	Fecha

3) Sanidad animal

Para una buena sanidad animal es necesario una prevención de enfermedades y el mantenimiento de la salud, evitando así posibles transmisiones a los humanos y pérdidas durante la producción y reproducción.

Prevenir la introducción de enfermedades en la explotación	Eficaz gestión sanitaria del rebaño	Utilizar los medicamentos tal como son prescritos por el veterinario
<ul style="list-style-type: none"> • Adquirir solo animales sanos. • Tener controlados, a los animales para evitar la propagación de enfermedades. • Limitar el acceso de personas y vehículos. • Controlar a los animales silvestres, roedores, insectos y pájaros. • Utilizar equipos limpios y de origen conocido. • Todos los animales muertos deberán ser enterrados o eliminados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar individualmente a los animales. • Revisar regularmente a los animales para detectar presencia de enfermedades. • Atender rápida y adecuadamente a los animales enfermos para reducir al mínimo la duración de la enfermedad y su contagio. • Mantener aislados a los animales enfermos y separar la leche procedente de animales enfermos o en tratamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Calcular las dosis cuidadosamente y observar rigurosamente los periodos de espera de los medicamentos. • Los residuos de cualquier medicamento administrado a los animales son susceptibles de llegar al mercado a través de la leche. • Almacenar de forma segura los productos químicos y los medicamentos, en lugares distintos para impedir contaminación y eliminarlos de manera responsable, verificar las fechas de caducidad de los medicamentos para su eliminación.

4) Rutina de Ordeño Mecánico

Asegurarse que la leche sea recogida y almacenada en adecuadas condiciones higiénicas, sin lesionar a las vacas ni introduciendo contaminantes en la leche y que el equipo utilizado para el ordeño y para el almacenamiento de la leche reciba el mantenimiento debido.

CORRECTA HIGIENE PERSONAL



RUTINA DE ARREO DE VACAS ANTES DEL ORDEÑO

- Levantar a las vacas con tranquilidad, arrear despacio a pie respetando el paso de la vaca.
- Sin gritos.
- Sin perros.
- Vaca tranquila baja con rapidez leche y tiene menos posibilidades de tener mastitis.

Respetar los horarios de ordeño	Cada 12 horas.
Antes de iniciar el ordeño	Revisar el aceite de la máquina, antes de buscar las vacas.
	Dejar la máquina lista para el ordeño.
Lavado de pezones	Con agua limpia y manguera con pico de cierre manual en la punta.
	Nunca lavar arriba de la base del pezón pues el agua sucia de la ubre se escurre por el mismo y se introduce en la pezonera contaminando la leche.
Secado de pezones	Usar toallas desechables por pezón para secarlos.
	Nunca usar trapos porque si un pezón está con mastitis es probable que infecte a los demás.
Estímulo	Extraer los primeros chorros de leche, esto posibilita verificar la calidad de la leche de cada cuarto para evitar ordeñar leche de cuartos enfermos.
Colocación de pezoneras	Evitando la entrada de aire que puede perjudicar a la vaca ordeñada produciendo mastitis o cayéndose las pezoneras.
Extracción de pezoneras	Verificando cortar el vacío abriendo la válvula de corte, dejando caer las pezoneras por su propio peso. -No forzar haciendo fuerza, puede lesionar el pezón o la glándula provocando mastitis. Cuidado con: Sacar las pezoneras antes de finalizado el ordeño, dejando un remanente de leche en la glándula. -Dejar las pezoneras más tiempo después del final del ordeño. Los dos casos son causa de mastitis.
Sellado de pezones	Aplicando una solución germicida a los pezones antes de insertar la ordeñadora.

SEPARAR Y DESECHAR LA LECHE PROCEDENTE DE ANIMALES ENFERMOS O EN TRATAMIENTO.

Asegurar que el ordeño se lleve a cabo en condiciones higiénicas

-El area de ordeno debe estar siempre limpia. Se debe comenzar por la sala de ordeno y luego seguir con el corral.

Debe:

- Ser facil de limpiar.
- Disponer de suministro de agua limpia.
- Tener instalación para la manipulación de desperdicios.
- Disponer de suficiente luz y regulación de temperatura.
- Evitar corrientes de aire para evitar que el polvo, y la suciedad contaminen la leche.
- Los equipos de ordeno deben estar limpios.

Limpiar los grupos de ordeño con agua caliente y detergente bactericida. Nunca usar lavandina.

Enjuagar los grupos de ordeño con agua limpia y fria. No recircular el agua.

Una vez por semana usar detergente ácido (desincrustante) con agua caliente.

Finalizado el ordeño revisar que el tanque de reserva esta vacío y dejar limpio para el próximo ordeño.

Asegurar que después del ordeño la leche sea manipulada adecuadamente

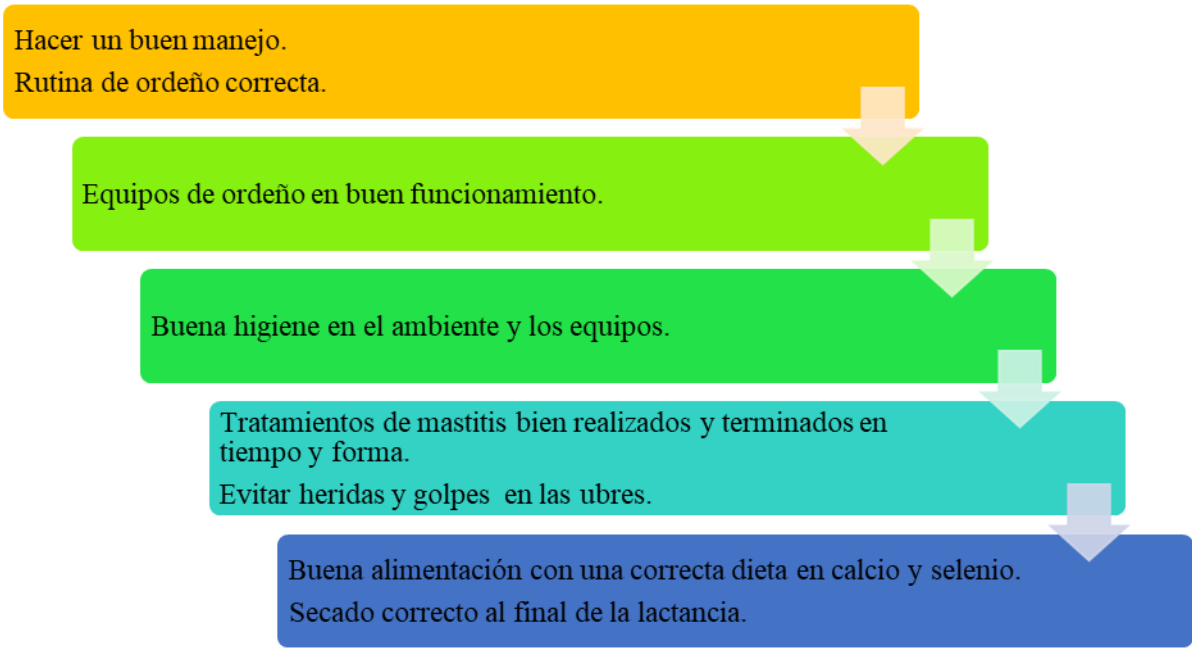
-El area de almacenamiento de la leche debe estar limpia.

-Enfriar la leche después del ordeño, a la temperatura de almacenamiento requerida, tan pronto como sea posible y dentro del tiempo especificado. Debe almacenarse la leche fuera del area de ordeno.

-El acceso al area de recogida de leche nose debe cruzar con los caminos utilizados por los animales.

PREVENCIÓN DE LA MASTITIS

La **mastitis** es una enfermedad infecciosa de la glándula mamaria que se manifiesta por inflamación de uno o más cuartos. Para prevenirla se debe:



Adaptado de: (Calvo Velasco y Pinto, s/f)

Anexo 4. Resultados del test de mastitis por finca evaluada.

