



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA ZOOTÉCNIA**

**“DIAGNÓSTICO MICROBIOLÓGICO DE LA MASTITIS BOVINA  
Y EVALUACIÓN DE TRES ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO  
EN EL CRIADERO JERSEY “EL PUENTE” DE CHIMBORAZO”**

**Trabajo de Titulación**

**Tipo:** Trabajo Experimental

**Presentado para optar al grado académico de:**

**INGENIERA ZOOTECNISTA**

**AUTORA:** ERIKA PILAR GUZÑAY APUGLLON

**DIRECTOR:** ING. BYRON LEONCIO DIAZ MONROY, PhD.

**Riobamba – Ecuador**

**2021**

© 2021, ERIKA PILAR GUZÑAY APUGLLON

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, **ERIKA PILAR GUZÑAY APUGLLON**, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 30 de noviembre del 2021.

**Erika Pilar Guzñay Apugllon**  
**160082994-7**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA ZOOTÉCNIA**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto de Investigación, “**DIAGNÓSTICO MICROBIOLÓGICO DE LA MASTITIS BOVINA Y EVALUACIÓN DE TRES ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO EN EL CRIADERO JERSEY “EL PUENTE” DE CHIMBORAZO**”, realizado por la señorita: **ERIKA PILAR GUZÑAY APUGLLON**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

**FIRMA**

**FECHA**

MVZ. Pamela Vinueza Veloz. MSc. \_\_\_\_\_ 2021/11/30  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

Ing. Byron Leoncio Díaz Monroy. PhD. \_\_\_\_\_ 2021/11/30  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Ing. M.c. Manuel Enrique Almeida Guzmán \_\_\_\_\_ 2021/11/30  
**MIEMBRO DE TRIBUNAL**

## **DEDICATORIA**

A mis padres, Lourdes Guzñay y Manuel Gadvay por su apoyo incondicional en toda mi trayectoria de formación profesional y guiarme por el mejor camino, gracias por ser buenos seres humanos que a pesar de los problemas hemos sabido salir adelante como una familia, por sus consejos que han hecho de mi un buen ser humano.

A mis hermanos Jennifer y Joel Gadvay por ese apoyo y amor que me han brindado ya que son una parte fundamental de mi vida y a pesar de todo hemos sido muy unidos

A mis abuelitos Tomasa Apugllon y Juan Guzñay por ser unos luchadores, mi abuelito desde cielo me ha guiado siempre y mi abuelita que siempre me da ánimos y mucho cariño para formarme día a día en la vida.

A un buen ser humano que, con sus consejos, enseñanzas me ido formando como un buen profesional de calidad humana tanto para mi familia y para la sociedad ya que el éxito está solo en las mala noches.

**Erika Pilar Guzñay Apugllon**

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento a Dios, por todo su amor guía y fuerza de coraje que me ha brindado para culminar una etapa más de formación.

A mi familia por ser un pilar fundamental de apoyo, creer en mí y sobre todo en mi capacidad que a pesar de todo mis tropiezos he salido adelante.

A mis amig@s y compañeros que han formado parte de este logro, Andrea Carrillo, Mishell Borja, Gladys Macas, Daniela, Sebastián, Leidy, Edwin, Fabián, por ser unos excelentes compañeros y personas que a pesar de mi carácter siempre me han apoyado y he valorado la amistad que nos une tanto como compañeros y como ingenieros.

A mi querida ESPOCH por permitir formar parte de esta gran institución. A sus docentes, que han aportado con sus conocimientos y valores para formarme como un buen profesional sobre todo de calidad humana.

Al Club de Juzgamiento de la ESPOCH por darme ese apoyo, perseverancia en formarme como un profesional y sobre todo por valorar y amar nuestra carrera.

A mis tutores Ing. Byron Diaz e Ing. Manuel Almeida que con toda su paciencia supieron guiarme en el desarrollo del trabajo de titulación, gracias por su predisponibilidad y compartir conocimientos.

**Erika Pilar Guzñay Apugllon**

## TABLA DE CONTENIDOS

INDICE DE TABLAS.....	X
INDICE DE FIGURAS.....	XI
INDICE DE ANEXOS.....	XIII
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT.....	XIV
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPITULO I

<b>1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Raza Jersey.....</b>	<b>3</b>
1.1.1. <i>Características.....</i>	3
1.1.2. <i>Precocidad.....</i>	5
1.1.3. <i>Fertilidad y longevidad.....</i>	5
1.1.4. <i>Rusticidad.....</i>	5
1.1.5. <i>Producción de leche.....</i>	5
1.1.6. <i>Sanidad.....</i>	6
<b>1.2. Mastitis.....</b>	<b>7</b>
1.2.1. <i>Manejo.....</i>	8
1.2.2. <i>Factores físicos.....</i>	8
1.2.3. <i>Desinfectantes.....</i>	9
1.2.4. <i>Personal.....</i>	9
1.2.5. <i>Equipos de ordeño.....</i>	9
1.2.6. <i>Otros factores.....</i>	9
<b>1.3. Tipos de mastitis.....</b>	<b>10</b>
1.3.1. <i>Clasificación de la mastitis de acuerdo con el origen.....</i>	10
1.3.2. <i>Clasificación por la intensidad de afección mastitis subclínica.....</i>	10
1.3.3. <i>Mastitis clínica.....</i>	11
<b>1.4. Posibles tratamientos de la mastitis.....</b>	<b>12</b>
1.4.1. <i>Cefalosporinas.....</i>	13
1.4.1.1. <i>Periodo de suspensión del fármaco y descarte de la leche.....</i>	13
1.4.2. <i>Tetraciclinas.....</i>	13
1.4.3. <i>Penicilinas.....</i>	14
<b>1.5. Métodos alternativos.....</b>	<b>15</b>

1.5.1.	<i>Ozonoterapia</i> .....	15
1.5.1.1.	<i>Vías de aplicación</i> .....	15
<b>1.6.</b>	<b>Ácido hipocloroso</b> .....	<b>16</b>
<b>1.7.</b>	<b>Antibiograma</b> .....	<b>16</b>

## CAPITULO II

<b>2.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1.</b>	<b>Localización y duración del experimento</b> .....	<b>17</b>
<b>2.2.</b>	<b>Unidades Experimentales</b> .....	<b>18</b>
<b>2.3.</b>	<b>Materiales, Equipos E Insumos</b> .....	<b>18</b>
2.3.1.	<i>Equipo de campo</i> .....	18
2.3.2.	<i>Equipos de laboratorio</i> .....	19
2.3.3.	<i>Reactivos</i> .....	20
<b>2.4.</b>	<b>Tratamientos y diseño experimental</b> .....	<b>20</b>
<b>2.5.</b>	<b>Mediciones Experimentales</b> .....	<b>21</b>
2.5.1.	<i>Fase 1</i> .....	21
2.5.2.	<i>Fase 2</i> .....	21
<b>2.6.</b>	<b>Análisis estadísticos y pruebas de significancia</b> .....	<b>21</b>
<b>2.7.</b>	<b>Procedimiento Experimental</b> .....	<b>22</b>
2.7.1.	<i>Selección de animales</i> .....	22
2.7.2.	<i>Técnica de campo mediante el California mastitis test</i> .....	22
2.7.3.	<i>Toma de muestras</i> .....	23
2.7.4.	<i>Aislamiento de los microorganismos presentes en las muestras de leche</i> .....	23
2.7.4.1.	<i>Preparación del agar sangre</i> .....	23
2.7.4.2.	<i>Siembras de las muestras de leche</i> .....	24
2.7.4.3.	<i>Incubación de las cajas Petri</i> .....	24
2.7.4.4.	<i>Fijación de las bacterias</i> .....	24
2.7.4.5.	<i>Tinción Gram</i> .....	25
<b>2.8.</b>	<b>Metodología de evaluación</b> .....	<b>25</b>
2.8.1.	<i>Fase 1</i> .....	25
2.8.1.1.	<i>Número y porcentaje de vacas positivas para mastitis mediante CMT</i> .....	26
2.8.1.2.	<i>Número y porcentaje de cuartos positivos para mastitis mediante CMT</i> .....	26
2.8.1.3.	<i>Producción lechera por vaca (<i>L. dia</i><sup>-1</sup>)</i> .....	26
2.8.2.	<i>Fase 2</i> .....	26
2.8.2.1.	<i>Tipo de grupo bacteriano por morfología y tinción Gram, Sensibilidad de las bacterias a los antibióticos</i> .....	26

2.8.2.2.	<i>Eficacia curativa de cada uno de los tres tratamientos evaluados</i> .....	27
2.8.2.3.	<i>Costos / beneficios de cada alternativa de tratamiento</i> .....	27

### **CAPITULO III**

<b>3.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES</b> .....	<b>28</b>
<b>3.1.</b>	<b>Número y porcentaje de vacas positivas para mastitis mediante la prueba de California Mastitis Test (CMT)</b> .....	<b>28</b>
3.1.1.	<i>Producción lechera por vaca (L · día – 1)</i> .....	30
3.1.2.	<i>Producción de leche antes y después del tratamiento</i> .....	32
3.1.3.	<i>Efectividad del tratamiento ante la mastitis</i> .....	36
3.1.4.	<i>Resistencia al tratamiento</i> .....	39
3.1.5.	<i>Tipo de bacterias</i> .....	40
3.1.6.	<i>Producción de leche después del tratamiento</i> .....	46
3.1.7.	<i>Análisis Económico</i> .....	49

	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>51</b>
--	---------------------------	-----------

	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>52</b>
--	------------------------------	-----------

	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	
--	---------------------------	--

### **ANEXOS**

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b> Supresión del fármaco y periodos de descarte de la leche para las cefalosporinas....	13
<b>Tabla 2-1:</b> Supresión del fármaco y periodos de descarte de la leche para las tetraciclinas	14
<b>Tabla 3-1:</b> Supresión del fármaco y periodos de descarte de la leche para las penicilinas	14
<b>Tabla 4-3:</b> Evaluación estadística de la producción de leche después de que las vacas recibieran el tratamiento.....	46
<b>Tabla 5-3:</b> Análisis del beneficio costo de la producción de leche .....	50

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b> Ilustración de un ejemplar de vaca Jersey.....	4
<b>Figura 2-1:</b> Ilustración del pezón de una vaca infectado por mastitis.....	8
<b>Figura 1-2:</b> Georreferenciación del criadero Jersey “El Puente” .....	17

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b> Evaluación del porcentaje de vacas positivas para mastitis mediante el método CMT (California Mastitis Test).....	30
<b>Gráfico 2-3:</b> Evaluación de la producción de leche por día de las vacas de acuerdo con el tratamiento aplicado para el tratamiento de la mastitis .....	32
<b>Gráfico 3-3:</b> Evaluación estadística de la producción de leche antes y después de que las vacas recibieran el tratamiento .....	35
<b>Gráfico 4-3:</b> Evaluación de la eficacia en el tratamiento de la mastitis utilizando antibióticos.	36
<b>Gráfico 5-3:</b> Evaluación de la eficacia en el tratamiento de la mastitis utilizando ozono .....	37
<b>Gráfico 6-3:</b> Evaluación de la eficacia en el tratamiento de la mastitis utilizando ácido hipocloroso .....	37
<b>Gráfico 7-3:</b> Evaluación de la resistencia en el tratamiento de la mastitis utilizando los diferentes tratamientos .....	40
<b>Gráfico 8-3:</b> Evaluación del tipo de grupo bacteriano en el tratamiento de la mastitis utilizando antibióticos .....	41
<b>Gráfico 9-3:</b> Evaluación del tipo de grupo bacteriano en el tratamiento de la mastitis utilizando hipoclorito de sodio .....	42
<b>Gráfico 10-3:</b> Evaluación del tipo de grupo bacteriano en el tratamiento de la mastitis utilizando hipoclorito de sodio .....	43
<b>Gráfico 11-3:</b> Evaluación del tipo de grupo bacteriano en el tratamiento de la mastitis utilizando hipoclorito de sodio .....	47

## **INDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** PRODUCCIÓN LECHERA POR VACA

**ANEXO B:** ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LA PRODUCCIÓN LECHERA POR VACA

**ANEXO C:** PRODUCCIÓN DE LECHE ANTES Y DESPUÉS DEL MEDCAMENTO

**ANEXO D:** SENSIBILIDAD DE LAS BACTERIAS A LOS ANTIBIÓTICOS

**ANEXO E:** RODUCCIÓN LECHERA

**ANEXO A:** RESULTADOS DE LABORATORIO DEL ANÁLISIS DE LA LECHE CRUDA DE VACA

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue realizar el diagnóstico microbiológico de la mastitis bovina y evaluar tres alternativas para su tratamiento en el criadero Jersey “El Puente” de Chimborazo, las unidades experimentales fueron asignadas bajo un Diseño Completamente al azar, con tres tratamientos: antibiótico, Ozono y Ácido hipocloroso y 4 repeticiones por tratamiento. Resultados experimentales de la fase 1, se utilizó Medidas estadísticas de tendencia central, y dispersión. Los resultados mediante la prueba CMT determinó 7 animales infectados en cuatro cuartos. Mediante técnicas de cultivo microbiano de laboratorio se determinó los tipos de agentes causales de la mastitis, algunas de las cuales prevalecieron después de utilizar los diferentes medicamentos; identificando así que el tipo de bacterias que más prevalecieron en general fueron las del tipo coco bacilos gram negativas(-) con un 31% de prevalencia y en la aplicación de ácido hipocloroso las bacterias con mayor prevalencia fueron del tipo coco bacilos gram positivas(+) y gran negativas(-) con una prevalencia del 40%. El análisis económico se realizó evaluando los costos de producción antes y después de la aplicación de los medicamentos; con lo cual se reportó que antes del tratamiento el costo promedio de la leche fue igual a \$13,96 por grupo de vacas; mientras que después de la aplicación de los medicamentos el costo de producción ascendió a \$14,50 por grupo de vacas y la diferencia promedio de costo de producción fue \$0.54, reportando un beneficio-costo del sistema lechero de esta finca de 1,13. Por lo tanto se concluye que el mejor tratamiento es al utilizar ozono debido a que se determinó una eficacia del 75%, es decir que existió solo el 25 % de prevalencia de mastitis. Se recomienda replicar el estudio en otras ganaderías con más número de animales, con la finalidad de erradicar la mastitis.

**Palabras clave:** <MICROBIOLÓGICO>, <MASTITIS BOVINA>, <TRATAMIENTO ANTIBIÓTICO >, < ÁCIDO HIPOCLOROSO>, <BOVINOS>, <CULTIVO MICROBIANO >.



2252-DBRA-UTP-2021

## **ABSTRACT**

The objective of this research was to carry out the microbiological diagnosis of bovine mastitis and evaluate three alternatives for its treatment in the Jersey “El Puente” hatchery in Chimborazo province. The experimental units were assigned under a Completely randomized Design with three treatments: antibiotic, ozone and hypochlorous acid and 4 repetitions per treatment. For the experimental results of phase 1, statistical measures of central tendency and dispersion were used. The results by means of the CMT test determined 7 infected animals in four rooms. By means of laboratory microbial culture techniques, the types of mastitis causal agents were determined, some of which prevailed after using the different medications. It was identified that the type of bacteria that prevailed the most were those of the coconut type gram negative bacilli (-) with a 31% prevalence and in the application of hypochlorous acid the bacteria with the highest prevalence were the type of coconut gram positive bacilli (+) and great negatives (-) with a prevalence of 40%. The economic analysis was carried out evaluating the production costs before and after the application of the drugs and it was reported that before the treatment the average cost of milk was equal to \$ 13.96 per group of cows; while after the application of the drugs the production cost increased to \$ 14.50 per group of average cows and the difference in production cost was \$ 0.54, reporting a benefit-cost of the dairy system of this farm of 1.13 . Therefore, it is concluded that the best treatment is to use ozone because an efficacy of 75% was determined, that is, there was only a 25% prevalence of mastitis. It is recommended to replicate the study in other herds with a greater number of animals in order to eradicate mastitis.

**Key words:** <MICROBIOLOGICAL>, <BOVINE MASTITIS>, <ANTIBIOTIC TREATMENT>, <HYPOCHLOROUS ACID>, <BOVINOS>, <MICROBIAN CULTURE>.

## INTRODUCCIÓN

La mastitis a nivel mundial es considerada la enfermedad infecciosa más costosa de las vacas lecheras debido a que induce a una disminución en la producción del 4 al 30% de leche y baja su calidad, además de incrementar los costos del cuidado de la salud del hato y un desecho prematuro de animales genéticamente mejorados. La mastitis bovina es una enfermedad compleja que causa daños a los hatos en todo el mundo, principalmente en regiones productoras de leche que tienen un sistema de cría intensivo, en resumen la mastitis es uno de los mayores problemas de higiene que enfrentan los pequeños y medianos criadores en sus explotaciones ganaderas. Este se debe a la falta de comprensión de las condiciones y entornos que realizan esta tarea y gestionan esta actividad (Bonifaz, 2020, pag. 12).

Es una enfermedad grave que afecta a la ubre provocando cambios en la composición de la leche (reducción de calcio, fósforo, proteína y grasa, e incrementos de cloro y sodio) reduciendo su calidad misma que se produce por distintos factores entre los cuales interviene: el animal, medio ambiente, agentes causales y otros. Representado una pesadilla para la industria ganadera, poco se sabe sobre su incidencia, surgimiento microbiano de los agentes causantes en Ecuador. La mastitis es una enfermedad bacteriana que ingresa a la ubre cuando existe daño en la máquina de ordeño y causa un proceso inflamatorio leve o severo. La mastitis se caracteriza por cambios en el tejido glandular y la leche. Si estos cambios son detectables en el examen o en la palpación, se denomina mastitis clínica. Si no hay cambios clínicamente detectables, se utilizan métodos indirectos de campo o de laboratorio, si son positivos, esto indica mastitis subclínica (Hans, 2021, pág. 15)

Esta enfermedad no solo provoca una reducción de la producción y la calidad de la leche, sino que también aumenta los costos de producción porque se tiene que aplicar tratamientos que por la magnitud de la enfermedad pueden llegar a ser costosos. A pesar de varias medidas de control de enfermedades, la terapia con antibiótico juega un papel importante en la erradicación de la mastitis en el ganado. Los antibióticos utilizados en el tratamiento de la mastitis afectan significativamente a la cantidad y a la calidad de la leche como también a los productos de procesamiento, reduciendo el tiempo de conservación, calidad de los productos, sabor y aroma, llegando hasta el punto de desechar la producción; por tanto, estos parámetros indeseados afectan, de manera significativa, a la industria láctea económicamente (Giraud, 2017, pág. 14)

El dióxido de cloro se ha mostrado como un producto químico muy efectivo para utilizar como antimicrobiano y sobre todo para desinfectar, higienizar, esterilizar, una de las propiedades más

interesantes es su eficacia biocida en un amplio rango de pH que va de 3 a 10. Además, este producto químico se ha mostrado muy útil en la prevención y tratamiento de la mastitis bovina, por lo que es recomendable el lavado de ubres con agua con 25 a 50 ppm de ClO<sub>2</sub>, previo y posterior al ordeño, es una gran medida que ayuda a controlar e incluso combatir problemas de mastitis, (Acuña, 2018, pág. 26).

Por ello la necesidad de llevar un control específico de la mastitis, lo que se puede lograr mediante análisis bacteriológicos, aislamiento, y antibiograma, así tener una idea precisa del estado de la enfermedad y disminuir los gastos ocasionados en el hato ganadero el Puente mediante tres alternativas de tratamientos (Bonifaz, 2020, pág. 12).

La presencia de mastitis en los sistemas de producción de leche constituyen una gran pérdida económica para los dueños del ganado, al no tener un diagnóstico efectivo que determina que bacterias están causando la patología se ha generado un uso excesivo de antibióticos que ha creado resistencia en los sistemas productivos, frente a esto la presente investigación plantea un método de diagnóstico california mastitis test (CMT), que permita determinar la presencia de mastitis en los cuartos, además las muestras recolectadas de animales que presentan esta patología serán sometidas a un cultivo bacteriano que permitirá identificar las bacterias presentes con antibiogramas para determinar la sensibilidad del grupo de bacterias con los antibióticos disponibles en el mercado (Bonifaz, 2020, pág. 20)

La mastitis sigue siendo la causa principal del uso de medicamentos antibacterianos, y el uso de leche que contiene residuos de estos medicamentos que se convierte en un problema importante en la producción de productos lácteos y que requiere la aplicación de diversos tratamientos, así como el retiro y eliminación de la leche contaminada para evitar la presencia de trazas de sustancias utilizadas para controlar estas enfermedades (Aguilar, 2017, pág. 41)

Por lo expuesto anteriormente los objetivos fueron: realizar el diagnóstico de campo de la mastitis subclínica mediante CMT (California mastitis test) en el hato, así como identificar mediante cultivo microbiano de laboratorio los grupos bacterianos de la mastitis y su sensibilidad ante los antibióticos más comunes del mercado mediante antibiogramas. Además, se evaluó tres alternativas de tratamiento de la mastitis: antibiótico, Ozono y Ácido hipocloroso, y determinar los beneficio-costos de las alternativas de curación evaluadas, (Basurto, 2021, pág. 49)

## CAPITULO I

### 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 1.1. Raza Jersey

la raza Jersey procede de las islas Jersey que se encuentra en el Canal de la Mancha, la cual se desarrolló a partir del siglo XVIII, estos bovinos fueron adaptándose a las necesidades de los habitantes y las condiciones ambientales, dentro las principales es la reducida disponibilidad de alimento. Los lugares de crianza no contaban con superficies extensas y estos bovinos tuvieron que dar espacio a la agricultura. Parece ser descendiente de ganado de la región de Normandía y se registró por primera vez como una raza separada alrededor de 1700. Desde 1789, la ley prohíbe la importación de ganado a Jersey para la cría de ganado. se considera que el semen es una fuente importante de ingresos económicos para la isla (Basurto, 2021, pág. 41).

No se ha podido comprobar exactamente cuáles fueron las razas que dieron origen a la Jersey, pero las más probables son el ganado negro pequeño de Bretaña el colorado grande de Normandía. Esta isla es un pequeño espacio, en donde no podía albergar muchos bovinos, pero gracias a su adaptabilidad y cualidades de producción se ha difundido en todo el mundo contando con poblaciones numerosas en Estados Unidos, Canadá, Nueva Zelanda, Argentina, etc (ASOCIACION JERSEY DEL ECUADOR, 2020, pág. 10).

##### *1.1.1. Características*

Su piel es fina y de pelo corto y el color varía del cervato al café o al café negruzco, que puede ser completo o presentar algunas manchas blancas pequeñas, tanto vacas como toros tienen zonas de la capa más oscuras, especialmente la cara, que en muchos animales es de pelaje oscuro. La primera diferencia entre las razas Jersey que afecta el beneficio económico es la calidad de la leche en términos de contenido de grasas, proteínas y minerales, la vaca Jersey es la más ligera de las razas, así como también la de tipo más refinado (angulosidad y proporción); la piel es fina y el pelo corto. El color varía del cervato al café o al café negruzco, que puede ser completo o mostrar algunas manchas blancas pequeñas. La cabeza es pequeña y tiene una característica hendidura o concavidad frontal; los ojos son saltones y el hocico oscuro. Su conformación corporal refleja un acentuado temperamento lechero y una buena conformación de ubre (Basurto, 2021, pág. 41).

De la misma manera expone que las características que definen a la vaca Jersey en nuestro país, es que varían mucho de color, pero es peculiaridad alguna la tonalidad de ciervo, con manchas blancas o sin ellas, con una frente ancha y moderadamente cóncava, sus ojos son muy grandes y brillantes: de líneas definidas y proporcionada al cuerpo, el ganado Jersey es muy famoso por presentar sus ubres bien conformadas y con abundante tejido glandular. Además, son animales muy angulosos, refinados, buena precocidad sexual, con una calidad de leche muy alta en grasa y sobre todo una alta fertilidad (Arias, 2018, pág. 25). Como se puede observar en la figura 1.1.



**Figura 1-1.** Ilustración de un ejemplar de vaca Jersey.  
Fuente: (ASOCIACION JERSEY DEL ECUADOR, 2020, pág. 10).

En cuanto a peso se refiere, esta raza en estado adulto es la más ligera de todas las razas lecheras. La vaca adulta pesa en promedio 430 Kg y tiene una altura de 1.20 m y los toros 680 Kg y de altura 1.51 m. No obstante, su rendimiento lechero en relación con su peso compite codo con codo con el de la raza Holstein Friesian. Respecto a su leche, se trata de la más rica en grasa y sólidos totales de todas las razas: 3.7% de proteína y 4.7% de grasa promedio. Los sólidos no grasos (proteína, azúcares y minerales), totalizan 9.7% para un promedio de 14.1% de sólidos totales, Aunque el promedio de la raza es de 5265 kg/lactancia en los E.U.A. y 4580 kg/lactancia para el ganado canadiense, el registro DHIR que enrola al 1% de los criadores superiores, da un promedio actualizado de 6170 kg por vaca por lactancia. Se dice que su rendimiento quesero por cada 45 Kg de leche es el siguiente: 5.6 Kg de cheddar, 7.4 Kg de cottage (seco) ó 4.28 Kg de leche en polvo descremada (ASOCIACION JERSEY DEL ECUADOR, 2020, pág. 12).

### ***1.1.2. Precocidad***

Su velocidad de desarrollo, y su pubertad temprana permiten obtener preñeces antes de los 15 meses pero que promedio está bordeando los 14 meses, con un peso aproximado de 250 kilogramos, están aptas para el primer servicio, pariendo por primera vez alrededor de los 24 meses, la precocidad de la raza permite el entore a menor edad, lo que significa mayor utilidad económica, puesto que permite disminuir costos de mantenimiento de los animales de reemplazo. Por su mayor precocidad y elevada producción de componentes para la elaboración de quesos, la convierten en una raza muy interesante para la producción ganadera (Thorsten, 2020, pág. 2).

### ***1.1.3. Fertilidad y longevidad***

Sus pocos problemas reproductivos hacen que presenten intervalos más cortos entre partos, traduciéndose esto en más crías para el ganadero a lo largo de la vida útil de la vaca. La conformación de su ubre y de sus patas hace que sea una vaca lechera que fácilmente llegue a las diez lactancias o más, en los últimos años se han incluido características de fertilidad en los índices de selección del ganado Jersey y consideran que su incorporación en esquemas de mejoramiento genético en ganado de leche tiene gran importancia. Existe un antagonismo genético entre características productivas y reproductivas que perjudica la fertilidad de las vacas cuando éstas han sido seleccionadas por su alto mérito genético para producción lechera (Zambrano, 2020, pág. 48).

### ***1.1.4. Rusticidad***

El ganado Jersey se adapta rápida y fácilmente a los distintos tipos de clima y suelos. Es muy resistente al estrés calórico; resisten hasta 5 grados centígrados más que las otras razas antes que el exceso de calor afecte la producción, el ganado Jersey es excelente para la producción lechera en los trópicos debido a su simplicidad y longevidad Baja vida útil, baja incidencia de problemas metabólicos posparto, altamente adaptable a climas severos (Zambrano, 2020, pág. 48).

### ***1.1.5. Producción de leche***

(Las vacas Jersey llegan a producir hasta 4203 kg, con un 5,2% de grasa y ajustando la producción a dos ordeños día durante 365 días se puede obtener 12819 kg, de leche con 4,74% de grasa. Una vaca Jersey de 356 kg, produce 955 kg de leche con 48,4 kg de grasa. Proteína y grasa En los países donde la leche se paga por contenidos de sólidos la raza Jersey adquiere real importancia.

Para una leche de 3% de grasa el contenido de proteína fluctúa entre el 2,5% y el 3%. Comparada con la leche que tiene 5% de grasa (común en la raza Jersey) las proteínas oscilan entre 3,6% y el 5% lo que indica que cada litro de la leche mencionada en último término tiene de 11 a 20 gramos más de proteínas que la leche con 3% de grasa y el valor alimenticio (no energético) también se incrementa (Domingues, 2020, pág. 14).

Entre las genéricamente denominadas proteínas, se encuentra la caseína, componente lácteo que determina el rendimiento industrial de la leche. La Jersey es la más rica en caseína, y en especial de la fracción BB, sólido imprescindible para la obtención de subproductos lácteos y que los convierte en más nutritivos. Dado que ya todos los países adelantados aplican el pago de acuerdo al valor proteico, la leche Jersey es de indudable mayor valor para el consumidor y las industrias, ahorrando además al transportar menores volúmenes de agua (Domingues, 2020, pág. 14).

#### ***1.1.6. Sanidad***

Las bacterias que pueden causar mastitis se encuentran en diferentes nichos ecológicos, por lo que se diferencia en sus mecanismos de contagio e infección, así como en su facilidad de control. Uno de los factores más importantes en la explotación de ganado lechero es el de bioseguridad factor de gran importancia para prevenir las enfermedades infecciosas y controlar los parásitos. Ello significa que los edificios deben construirse de modo que sea posible limpiarlos con facilidad y desinfectarlos minuciosamente, y permanezcan libres de insectos. También se mejoran estructuralmente las condiciones sanitarias por medio de la luz solar directa y la eliminación de la humedad (Aguilar, 2017, pág. 26).

Desde este punto de vista, lo más satisfactorio son las paredes lisas y los pisos de materiales resistentes. La forma más efectiva de prevenir la propagación de enfermedades contagiosas es mantener un hato cerrado. Esto significa que no entren en el hato animales del exterior, y que animales que ya no pertenecen al hato puedan volver a entrar. En la práctica esto es difícil de conseguir, por lo que es esencial mantener un estricto control de cualquier entrada de animales (Zambrano, 2020, pág. 15).

El riesgo de enfermedades también puede verse incrementado cuando los animales comparten pastos o instalaciones, antes de su introducción en la explotación, todos los animales deberán ser examinados para detectar enfermedades, especialmente aquellas que son comunes en la región de origen o en la nueva localización, (Calderon, 2018, pág. 45).

Por lo tanto es necesario que cada animal debe tener un sistema de identificación que permita su trazabilidad desde su origen (es decir desde el nacimiento hasta la muerte), y algún tipo de declaración del vendedor en la que se detalle la situación sanitaria del hato y cualquier tratamiento/vacunas, etc., que se haya llevado o se esté llevando a cabo (esto significa que los potenciales vendedores de ganado deben mantener los registros adecuados y permanentes de las enfermedades y de sus tratamientos), una de las enfermedades que afecta a gran escala es la mastitis provocando pérdidas irreversibles tanto en genética, leche, entre otros aspectos que se consideran importantes (Hans, 2021, pág. 41).

## **1.2. Mastitis**

El termino Mastitis proviene del griego mastos = glándula mamaria y del sufijo itis = inflamación, se define como la inflamación de la glándula mamaria que normalmente es una respuesta a la invasión por microorganismos y provoca daños en el epitelio glandular, seguido por una inflamación clínica o subclínica, pudiendo presentarse con cambios patológicos localizados o generalizados, dependiendo de la magnitud del daño (Acuña, 2018, pág. 42).

La mastitis es la enfermedad común y costosa del ganado lechero, debido a los efectos que ocasiona sobre la producción y la calidad de leche. Algunas investigaciones aseguran que la mastitis causa una disminución en la producción del 70% de las pérdidas totales, y otros porcentajes contribuyen a la disminución en el precio por deficiencias de calidad, gastos en medicamentos, servicio veterinario, desecho de animales, descarte en la leche, problemas de residuos de antibióticos. Diferentes investigadores han reportado que los porcentajes de vacas eliminadas a causa de mastitis varían anualmente desde 1,3 hasta 25%, datos obtenidos en un hato del Altiplano de México (Arias, 2018, pág. 19).

La mastitis es una inflamación de la glándula mamaria causada por la invasión de patógenos a través del esfínter del pezón. Estos microbios siempre ocurren fuera de la ubre, pero su fuente se puede encontrar en otro animal o ambiente infectado, causa dolor, malestar y estrés en las vacas, afecta la producción de leche y la calidad fisicoquímica de la misma, afecta el gusto y aumenta la cantidad de bacterias, es un importante problema de salud pública y económica en nuestra sociedad. Por lo tanto, para reducir el riesgo de nuevas infecciones, es necesario un diagnóstico específico y preciso para que se puedan tomar medidas lo antes posible. Hasta la fecha, el método estándar para identificar estos patógenos ha sido el cultivo bacteriano (Guerrón, 2017, pág. 15).

### **1.2.1. Manejo**

Es importante considerar la fuente y formas de transmisión de la enfermedad. Los organismos que causan la mastitis viven en diferentes ambientes (materia fecal, cama, piel, etc.). La limpieza general de las vacas y su alojamiento, como también buenos procedimientos de manejo (especialmente ordeño) son formas efectivas de controlar la difusión de la mastitis, que dependiendo de la gravedad de la enfermedad, se producirán trastornos secundarios como fibrosis, edema inflamatorio, atrofia y abscesos del tejido mamario y, en casos graves, necrosis, dando como resultado la mama total o parcial gangrena, por lo que es considerada la enfermedad más frecuente y costosa a nivel de las fincas de ganado bovino a nivel mundial, en la figura 2-1. se ilustra el pezón de una vaca infectada con mastitis (Aguilar, 2017, pág. 25).



**Figura 2-1.** Ilustración del pezón de una vaca infectado por mastitis  
Fuente: (Aguilar, 2017, pág. 25)

### **1.2.2. Factores físicos**

El trauma físico puede dañar la piel del pezón, si estas llagas están asociadas con la abertura al final del pezón (canal), generalmente no se curan adecuadamente. Tales llagas aumentan el riesgo de que las bacterias ingresen a las glándulas a través de la abertura del pezón, provocando una reinfección y aumentando el número de células somáticas, los factores físicos que lo provocan puede ser malos hábitos de ordeño, el mal funcionamiento de la máquina de ordeño, la presencia de heridas en los pezones y la presencia de patógenos alrededor de la vaca, por mala manipulación o equipos en mal estado (Mahmmod, 2019, pág. 10).

### ***1.2.3. Desinfectantes***

La desinfección de pezones que se realizan después del ordeño por inmersión en desinfectantes es muy eficiente para eliminar la bacteria *C. bovis*, sin embargo, la terapia de secar a la vaca es más eficaz para eliminar este patógeno. Al adquirir un desinfectante para pezones es aconsejable que se conozca su capacidad de controlar la microflora existente en el medio donde se aplicará. Después de terminado el ordeño del ganado se deberá eliminar los restos del desinfectante y lavar bien los recipientes (Aguilar, 2017, pág. 25).

### ***1.2.4. Personal***

En producción el personal utiliza el ordeño mecánico, pero ejecuta las actividades con diferentes grados de eficiencia, ya que carecen de entrenamiento específico. En explotaciones menores el ordeño se hace manualmente, con el empleo de diferentes métodos de ordeño como son: "mano llena", "pellizco" y "pulgar", siendo recomendable el primer método, pero son pocos los ordeñadores que lo emplean ya que la mayoría aplica una combinación de los tres métodos mencionados (Aguilar, 2017, pág. 14).

### ***1.2.5. Equipos de ordeño***

Los sistemas para ordeño han evolucionado buscando reducir el número de trabajadores destinados al manejo de las unidades en ordeño, mejorando la capacidad del equipo y las condiciones sanitarias durante el proceso de ordeño. Cuando el funcionamiento del equipo es ineficiente, así como las condiciones sanitarias con que se realizan las actividades de ordeño, la máquina ordeñadora puede tomar parte en la presentación de mastitis al transportar microorganismos, establecer estos y/o lesionar al pezón (Cook, 2021, pág. 14).

### ***1.2.6. Otros factores***

El uso de selladores de baja calidad (químicos fuertes que pueden ser muy ácidos, muy cáusticos, detergentes muy agresivos), así como productos que tienen tendencia a remover grasas de la piel y dejarla muy seca. Picaduras de insectos y exposición a la humedad o el calor (condiciones de mucho sol), también pueden provocar problemas en la piel y en la punta del pezón, que llevarán a una inflamación de la glándula mamaria (Mahmmod, 2019, pág. 10).

### **1.3. Tipos de mastitis**

Los tipos de mastitis se clasifican de acuerdo con los siguientes criterios que se enuncian a continuación (Zirena, 2018, pág. 35).

#### ***1.3.1. Clasificación de la mastitis de acuerdo con el origen***

Las bacterias que pueden causar mastitis existen en diferentes nichos ecológicos, lo que resulta en diferentes infecciones, mecanismos de infección y controlabilidad, se ha definido esta enfermedad tradicionalmente se la clasifico como multifactorial, porque el riesgo de infección depende de la enfermedad, el tipo, la cantidad y la capacidad del bovino para eliminar la patogenicidad de las bacterias presentes. La mastitis de acuerdo con el origen se clasifica de la siguiente manera. (Zirena, 2018, p. 19), que se describe a continuación:

- Mastitis contagiosa: Streptococcus agalactiae, Staphylococcus aureus, Corynebacterium bovis, Mycoplasma spp.
- Mastitis originada en la piel de los pezones: Staphylococcus no aureus, S. hyicus, S. chromogenes y otros, Streptococcus no agalactiae, S. dysgalactiae, S. bovis, S. uberis, etc.
- Mastitis ambiental: Escherichia coli, Enterobacter spp, Pseudomonas aeruginosa, Klebsiella spp, Serratia spp, Citrobacter freundii.
- Mastitis iatrogénica: Asociada al uso inadecuado de cánulas intramamarias con la etiología de Mohos o Levaduras de los géneros: Candida, Cryptococcus y Trichosporum. El aspecto cremoso de la secreción láctea, el largo periodo de evolución de la enfermedad, la no respuesta clínica a antibióticos y el uso repetido de los mismos por vía intramamaria son factores que se deben tener en cuenta para sospechar de estos microorganismos.

#### ***1.3.2. Clasificación por la intensidad de afección mastitis subclínica***

La mastitis subclínica no es fácilmente visible ni se puede detectar sin ayuda de pruebas especiales. Casi todos los cuartos afectados se ven normales y la leche tiene apariencia normal; existe una disminución en la producción de leche e incremento en el número de células somáticas (Cook, 2021, pág. 14).

La mastitis subclínica es considerada la más importante por diversas razones, es de 15 a 40 veces más común que la mastitis clínica, generalmente precede a la forma clínica, por lo tanto, si queremos controlar la forma clínica, debemos empezar por controlar la subclínica, es de larga duración, es difícil de detectar, disminuye la producción de leche, influye negativamente en la calidad de la leche, provoca infección en otros animales del rebaño (Corvellini, 2017, pág. 23).

### **1.3.3. Mastitis clínica**

Es aquella que se puede ver a simple vista los síntomas mediante la anomalía en la leche tales como escamas o grumos. El cuarto afectado en una vaca puede estar caliente, inflamado y muy sensible. La clasificación de la mastitis clínica es: (Hans, 2021, pág. 41).

- **Mastitis moderadamente aguda (MMA):** La infección tiene más de 24 horas, la vaca presenta sus constantes fisiológicas y ubre totalmente normales, pero en la leche se observa natillas o tolondrones que pueden ser detectados al realizar la prueba del tazón oscuro obligatoria antes de ordeñar a cada vaca. Se reduce en un 30 % la producción. La MMA se trata localmente por vía intramamaria o intrapezón, se desinfecta la abertura natural del pezón y se aplican productos comerciales para mastitis, es decir cada 12 horas, utilizando el mismo producto comercial con el mismo principio activo por 3 ordeños consecutivos o de acuerdo lo requiera el caso, si este tratamiento no es efectivo se debe cambiar a otro antibiótico aplicándolo por 3 ordeños por lo menos; al seguir el procedimiento mencionado se evitará resistencia a los antibióticos aplicados (Hans, 2021, pág. 41).
- **Mastitis Severamente Aguda (MSA):** La infección tiene más de 72 horas. Las constantes fisiológicas están normales; la leche sale con más cantidad de tolondrones, se puede apreciar cierta inflamación en la glándula, la misma que está dura y caliente. Se pierde el 40% de producción (Cano 2006). Según Ávila y Gutiérrez (2004), en esta forma de mastitis podrán presentarse signos sistémicos como septicemia, toxemia, fiebre, anorexia, depresión, movimientos ruminales disminuidos, entre otros signos.
- **Mastitis Crónica (MC):** La infección tiene más de 5 días, toda la leche sale con tolondrones, la ubre está severamente inflamada, endurecida y caliente, la vaca tiene fiebre, taquicardia, atonía ruminal, anorexia, etc., se pierde el 50% de producción (Cano 2006). La MC también se tratará local y parenteral, igual que la anterior con la diferencia de que al estar más tiempo infectada el tratamiento será más prolongado, más agresivo, la glándula tardará más en recuperarse y las pérdidas económicas serán mayores; ya que se considera la leche que se deja de producir, la leche que se tira por la infección y por el tiempo del tratamiento. Al utilizar el antibiótico vía parenteral la dosis inicial es generalmente el doble en comparación a las dosis

subsecuentes, el tratamiento dura aproximadamente 5 días. Antes de realizar el tratamiento local es necesario efectuar lavados intramamarios con Soluciones Salinas Fisiológicas (SSF) y antibiótico, acompañadas de un masaje, el lavado debe realizarse las veces que sea necesario hasta que la solución salga sin tondrones o exudados y posteriormente se iniciará con el tratamiento local. Se realizará un tratamiento sintomático, si el animal presenta fiebre, dolor e inflamación mediante la aplicación de un antipirético, analgésico y antiinflamatorio; si presenta anorexia se aplica por vía oral una transfusión de líquido ruminal con sonda, microflora comercial liofilizada o estimular el apetito con vitaminas; si está deshidratado se aplicará agua por vía oral con sonda o se aplicarán sueros intravenosos.

- Mastitis con glándula improductiva o glándula ciega (MI) La infección tiene en ocasiones semanas, la glándula se ve pequeña, está flácida y fría, no se obtiene leche sino exudados, las constantes fisiológicas están normales debido a que la fibrina aisló esta glándula provocando una hipoxia y necrosis del parénquima con abscesos y exudados; inclusive el parénquima se puede desprender. La Mastitis con glándula improductiva se trata igual que la crónica, el primer lavado se dará con SSF y antisépticos para retirar los exudados, tejidos infectados o necrosados, después se lavará con la Solución Salina Fisiológica y antibiótico para retirar el desinfectante. Para el tratamiento local se usarán jeringas antimastíticas para secado de tal manera que el antibiótico permanezca más tiempo y así eliminar el foco de infección y salvar la mayor cantidad de tejido glandular posible (Corvellini, 2017, pág. 47).

#### **1.4. Posibles tratamientos de la mastitis**

Para un tratamiento debemos diferenciar entre mastitis clínica (alteración de leche o cuarteto) y subclínica (síntomas aparentes). En el caso de mastitis subclínicas es justificable el tratamiento para los casos producidos por *Streptococcus agalactiae* debido a que varios estudios demuestran que hay un 90% de curación para esa bacteria. Mientras que en una mastitis subclínica producida por *Streptococcus agalactiae* el porcentaje de curación es un 3% (Hans, 2021, pág. 41).

En el caso de mastitis clínica se toma en cuenta varios puntos: los residuos de antibióticos en la lactación, el costo de la terapia al ser muy elevado, no hay eficacia debido a los patógenos medio ambientales que aumentan su presencia. Se utiliza diferentes tratamientos ya que se toma en cuenta tres factores como su eficacia, economía y residuos en la leche (Calderon, 2018, pág. 21).

### **1.4.1. Cefalosporinas**

El ceftiofur (HCL), es una cefalosporina de tercera generación, antibiótico sin tiempo de retiro en leche y carne; para el tratamiento de enfermedades ocasionadas por bacterias Gram positivas y Gram negativas, poseyendo baja toxicidad por ello ayuda en el caso de mastitis y metritis. Mismo que actúa como antibiótico bactericida, interfiere en la síntesis de pared celular, produciendo así, la destrucción de microorganismos. Presenta muy buena absorción y distribución en tejidos, alcanzando niveles terapéuticos en riñones, tejidos blandos (Calderon, 2018, pág. 12).

#### **1.4.1.1. Periodo de suspensión del fármaco y descarte de la leche**

Aunque no es de esperar que permanezcan residuos en el tejido durante periodos prolongados, no se ha establecido periodos de suspensión antes del sacrificio para la mayoría de las cefalosporinas en la tabla 1-1, se indica la supresión del fármaco y periodos de descarte de la leche para las cefalosporinas (Hans, 2021, pág. 41).

**Tabla 1-1: Supresión del fármaco y periodos de descarte de la leche para las cefalosporinas**

<b>Cefalosporinas</b>	<b>Periodo de supresión</b>	<b>Periodo de descarte de la leche</b>
Ceftiofur Cefapirina	O días	O días
Sódica (intramamaria)	4 días antes del sacrificio	4 días
Cefapirina benzatica (tratamiento de la vaca seca)	42 días después de la última infusión	3 días después del calostro no empleada para el consumo

**Fuente:** (Calderon, 2018, pág. 12).

### **1.4.2. Tetraciclinas**

as tetraciclinas son antibióticos de espectro muy amplio de características antimicrobianas similares, pero difieren algo entre sí en cuanto a sus aspectos y farmacocineses. Los requisitos legales relativos al tiempo de supresión en animales destinados a consumo y los tiempos de descarte de la leche varían entre países. Lo cual debe cumplirse para evitar residuos en los alimentos y las consiguientes implicaciones en la salud pública, como se muestra en la tabla 2-1 (Manual Merck de Veterinaria, 2020, pág. 10).

**Tabla 2-1:** Supresión del fármaco y periodos de descarte de la leche para las tetraciclinas

<b>TETRACICLINAS</b>	<b>ESPECIE</b>	<b>PERIODO DE SUPRESIÓN (DÍAS)</b>
Oxitetraciclinas	Ganado bovino	15-22
	Cerdos	22
	Aves de corral	5
Oxitetraciclinas LA	Ganado bovino	28 días
Clortetraciclina	Ganado bovino	10
	Cerdos	1-7

**Fuente:** (Manual Merck de Veterinaria, 2020, pág. 10)

### **1.4.3. Penicilinas**

Según el (Manual Merck de Veterinaria, 2020, p. 12), las penicilinas son una familia de antibióticos B-lactámicos de usos extendidos y habitual que comprenden muchas características, como su estructura química, mecanismo de acción, propiedades farmacológicas, efectos clínicos y características inmunológicas. Las regulaciones de cada país son quienes determinan los periodos de supresión del fármaco antes del sacrificio, en la tabla 3-1 se muestra el uso de la penicilina en el tratamiento de enfermedades (Manual Merck de Veterinaria, 2020, pág. 10).

**Tabla 3-1:** Supresión del fármaco y periodos de descarte de la leche para las penicilinas

<b>Penicilinas</b>	<b>Especie</b>	<b>Periodo de supresión (días)</b>
Penicilinas G procaína	Ganado bovino	10 (según lo aprobado 3 dosis), 30 (a 20000 UI/Kg. Dos veces al día)
	Cerdos	
	Ovejas	
Penicilina G benzatina	Ganado bovino	30 días
Ampicilina	Ganado bovino	30 días

**Fuente:** (Manual Merck de Veterinaria, 2020, pág. 10)

## **1.5. Métodos alternativas**

### **1.5.1. Ozonoterapia**

La ozonoterapia es una técnica alternativa y/o complementaria válida que consiste en la utilización del ozono medico como elemento catalizador, el cual trata de mejorar la calidad de vida humana, animal y vegetal. Además, normaliza las funciones básicas del ecosistema Esta puede ser aplicada en forma individual o coadyuvar como aditivo complementario con otras terapias de ejecución (Basurto, 2021, pág. 15) .

La efectividad cicatrizante a través del uso tópico de ozono como alternativa de tratamiento en la cicatrización de heridas de cerdos castrados no presentaron riesgos de contaminación de las heridas observando una rápida regeneración de los tejidos sin observar efectos colaterales indeseables, el uso de ozono en forma tópica incrementa la perfusión sanguínea y estimula el proceso de granulación y desinfección del área. Una de las ventajas de la utilización de ozono en comparación con otros tratamientos es su capacidad de penetración (Guerrón, 2017, pág. 53).

Mediante la aplicación de ozono intramamaria el 60% de las vacas con mastitis aguda no necesitaron antibioterapia para su recuperación, por tanto, es una terapia efectiva y no deja residuos en la leche, el ozono ejecuta al menos tres acciones importantes (Domingues, 2020, pág. 14):

- Acción microbicida, es uno de los agentes con acción más rápida y eficaz.
- Acción desodorante, con propiedades para destruir malos olores por lo que es muy útil en piaras como galpones de aves o salas de ordeño.
- Acción oxigenante: permitiendo al organismo utilizar el mayor oxígeno disponible. En los animales aumenta las defensas, mejora la actividad enzimática, mejora la disponibilidad de sangre oxigenada, desinflama y disminuye el dolor. Es muy eficaz en el tratamiento de heridas, infecciones, tratamiento y prevención de mastitis y desinflamación de pezuñas (Mahmmod, 2019, pág. 10).

#### **1.5.1.1. Vías de aplicación**

El ozono medicinal se incluye en un flujo de oxígeno puro en una concentración muy pequeña (99,95 partes de oxígeno por 0,05 partes de ozono cuando es para uso interno y 5 partes de ozono en 95 de oxígeno en aplicaciones externas). Hay diversas formas de llevar el oxígeno hasta el

lugar donde es requerido. Dada la diversidad de patologías en las que se utiliza la ozonoterapia, de la siguiente forma (Manual Merck de Veterinaria, 2020, pág. 10).

- Auto hemoterapia. es la técnica más importante por rapidez e intensidad de su acción. Se trata de reinyectar 150-200 cc de sangre ozonizada extraída previamente del paciente en circuito cerrado. La sangre extraída por vía venosa es ozonizada y reinyectada vía intramuscular o endovenosa.
- Las infiltraciones subcutáneas y las inyecciones intramusculares.
- Las infiltraciones intradiscales, para vértebras e interarticulares.
- La insuflación en cavidades naturales, recto, vagina, ubres, etc.
- El aceite ozonizado para aplicaciones locales externas.
- El agua ozonizada.

### **1.6. Ácido hipocloroso**

En la actualidad, es fundamental incorporar tecnología al sistema de cría para reemplazar el método tradicional, con el objetivo de mejorar la eficiencia y productividad de la cría para reducir la producción animal, el impacto ambiental y el impacto de la producción. Garantizar la seguridad alimentaria y de costos, el ácido hipocloroso es un potente antimicrobiano no antibiótico utilizado en medicina clínica para el control de infecciones y reparación de heridas. In vivo el HClO es sintetizado por células del sistema inmune para el control del agente patógeno durante la fagocitosis. El efecto antimicrobiano, antiinflamatorio y en la proliferación celular lo hacen una sustancia que debe ser más evaluada para uso clínico en otras áreas de salud, , se puede emplear en una gran variedad de campos como: La Medicina y la Veterinaria, que simplifica el cierre de heridas y úlceras de piel y mucosa, estén o no infectadas, debido a que presenta un excelente poder cicatrizante (Bonifaz, 2020, pág. 19).

### **1.7. Antibiograma**

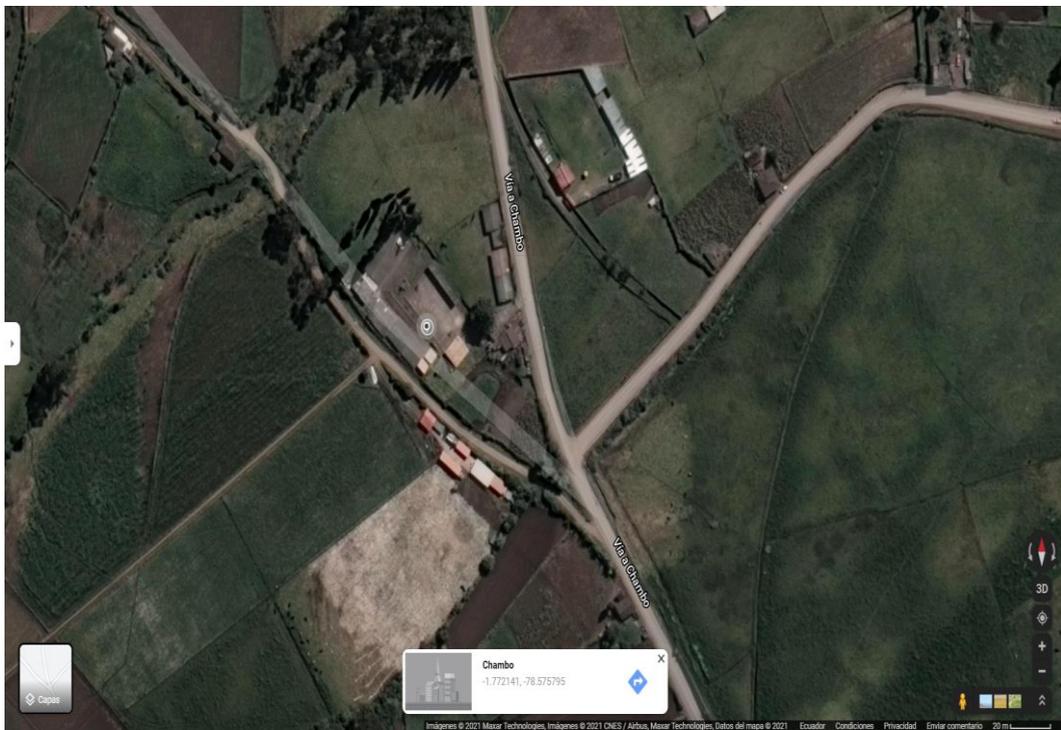
El antibiograma consiste en medir la sensibilidad de una cepa bacteriana que se sospecha es la responsable de una infección a uno o varios antibióticos. Además, por medio del antibiograma se determina la evolución de las resistencias bacterianas. Usualmente se utiliza el agar de Mueller-Hinton en las pruebas de sensibilidad de microorganismos aeróbicos de rápido crecimiento. Cuando se trata de estreptococos u otros microorganismos exigentes, se le añade al Mueller-Hinton, 5% de sangre desfibrinada (Bonifaz, 2020, pág. 19)

## CAPITULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Localización y duración del experimento

El presente trabajo se realizó en el criadero Jersey “El Puente” de la provincia de Chimborazo, Cantón Riobamba ubicado en el kilómetro 5 ½ de la vía Riobamba – Chambo y en el laboratorio de microbiología animal de la FCP-ESPOCH, con una duración de 9 semanas. La georreferenciación de los dos puntos donde se realizó la investigación se muestra en la figura 1-2 y 2-2.



**Figura 1-2.** Georreferenciación del criadero Jersey “El Puente”

**Fuente:** (Googlemaps, 2021)



**Figura 2-2.** Georreferenciación del laboratorio de microbiología animal de la FCP-ESPOCH  
Fuente: (Googlemaps, 2021)

## 2.2. Unidades Experimentales

En la presente investigación se utilizaron 12 vacas, previamente diagnosticadas con Mastitis Subclínica que se encuentran en el pico de producción de la raza Jersey puras y mestizas, con una edad que varía de primer parto a sexto parto y un peso promedio de 450 kg. El tamaño de la unidad experimental fue de una vaca.

## 2.3. Materiales, Equipos E Insumos

### 2.3.1. Equipo de campo

- Overol
- Botas de caucho
- Paletas plásticas con 4 cubetas de 7 cm de diámetro por 2 cm de ancho
- Una pipeta
- Reactivo Californian Mastitis Test - CMT (Lauril Sulfato de Sodio)

- Hojas de registros
- Lápiz para identificación
- Termo refrigerado
- Frascos con sus respectivos tapones
- Franelas limpias y seca
- Guantes quirúrgicos
- Cánulas intramamarias

### **2.3.2. Equipos de laboratorio**

- Equipo de ozonificación
- Tanque de oxígeno
- Autoclave
- Cabina de flujo laminar
- Refrigeradora
- Microscopio
- Estufa
- Mandil
- Gradilla para portaobjetos
- Cajas Petri
- Mechero Bunsen
- Asa de níquel - cromo 21 SWG de 75-80 mm
- Frascos de 150 ml de boca ancha
- Caja refrigerada para transportar las muestras
- Botellas para muestras de 250 ml
- Gasas esterilizadas
- Porta objetos 26 x 3.5 cm
- Pinzas
- Pipetas de 1.5 – 2 ml
- Cinta adhesiva
- Marcador
- Cronometro

### 2.3.3. Reactivos

- Reactivo Californian Mastitis Test (CMT)
- Agar sangre (Agar columbia)
- Agua destilada
- Kit de reactivos de tinción Gram
- Agar STA para antibiogramas
- Ácido Hipocloroso
- Ozono
- Agar Mac Conkey
- Antibióticos en disco de papel para antibiograma

### 2.4. Tratamientos y diseño experimental

Las unidades experimentales fueron asignadas bajo un Diseño Completamente al azar, como se muestra en la tabla 1-2, con tres tratamientos: tratamiento “T1” antibiótico, el tratamiento “T2” Ozono y el tratamiento “T3 Ácido hipocloroso” y 4 repeticiones por tratamiento. Los resultados experimentales de la fase 1, fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos: Medidas de tendencia central, el esquema del experimento que se utilizó se reporta en la tabla 1-2:

**Tabla 1-2:** Esquema del experimento

Tratamiento	Código	Repeticiones	T.U. E	N° animales/tratamiento
Antibiótico	T1	4	1	4
Ozono	T2	4	1	4
Ácido hipocloroso	T3	4	1	4
Total de animales				12

T.U.E: tamaño de la unidad experimental. 1 vaca Jersey.

Realizado por: Guñay, Erika, 2021

## **2.5. Mediciones Experimentales**

### **2.5.1. Fase 1**

- Número y porcentaje de vacas positivas para mastitis mediante CMT
- Número y porcentaje de cuartos positivos para mastitis mediante CMT
- Producción lechera por vaca (*en L. día<sup>-1</sup>*)

### **2.5.2. Fase 2**

- Grupo bacteriano por morfología y tinción Gram, Sensibilidad de las bacterias a los antibióticos
- Eficacia curativa de los tratamientos
- Producción lechera por vaca (*en L. día<sup>-1</sup>*)
- Costos y beneficios de cada alternativa de tratamiento

## **2.6. Análisis estadísticos y pruebas de significancia**

Se utilizaron los siguientes indicadores:

- Medias, rangos, gráficos
- Análisis de la varianza (ADEVA ( $p < 0.05$ ))
- Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ).

El esquema del análisis de varianza, que se utilizó en la presente investigación se indica en la tabla 2-2.

**Tabla 2-2:** Esquema del ADEVA para el cálculo de la significancia.

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Total	11
Tratamientos	2
Error Experimental	9

**Realizado por:** Guznay, Erika, 2021.

## **2.7. Procedimiento Experimental**

### **2.7.1. Selección de animales**

La selección de las 12 hembras bovinas se realizó en base a un muestreo de las vacas en producción, luego de aplicar la técnica de California Mastitis Test a todo el hato del criadero “El Puente”, que determinó la incidencia de mastitis subclínica.

### **2.7.2. Técnica de campo mediante el California mastitis test**

Para determinar la presencia de mastitis subclínica, se utilizó la prueba de California Mastitis Test (CMT) que es un método de simple identificación en el campo que permite cuantificar la situación sanitaria del hato. Para ello se debió: Lavar, enjuagar y secar la ubre. Con una solución de alcohol al 70% se desinfectaron las manos. Con la misma solución y utilizando algodón se desinfectaron los pezones. Se dejó secar por 2 minutos. Se eliminó los dos primeros chorros de leche antes de tomar la muestra. Se extrajo de cada cuarto 3 ml de leche aproximadamente, depositándola en cada una de las copas de la paleta. Utilizando la técnica de a mano o puño. Se mezcló igual volumen de la solución de CMT (Lauril sulfato de sodio) en cada una de las copas. Se mezcló durante 5-10 segundos con una ligera rotación circular de la paleta mantenida en posición vertical. Se observó la reacción obtenida, para determinar los resultados se utilizó los parámetros reportados en la tabla 3-2.

**Tabla 3-2:** Interpretación de los grados del CMT

<b>GRADO</b>	<b>TIPOS DE REACCIÓN</b>	<b>CELULARIDAD/ml</b>
NEGATIVO	La mezcla se mantiene líquida, de color azul.	< 200000
TRAZAS	Mezcla ligeramente viscosa de color azul	200000- 500000
1	Mezcla viscosa no adherida al fondo de color azul oscuro	400000- 500000
2	Mezcla viscosa que se adhiere al fondo de color violeta	800000- 1500000
3	Mezcla muy viscosa fuertemente adherida que forma un solo grumo de color violeta	>5000000

Fuente: (Acebo, 2006)

### **2.7.3. Toma de muestras**

Se bañó los pezones con un producto desinfectante. Se dejó actuar durante 30 segundos y se secó completamente con papel de un solo uso. Se limpió exhaustivamente el pezón con alcohol étílico al 70% y una gasa estéril, presentando atención al orificio del pezón. Se desechó los primeros chorros de leche para eliminar los restos de alcohol. Se tomó la muestra antes del ordeño y lo más rápidamente posible, se sostuvo el frasco estéril de recogida casi en horizontal y después se identificó la muestra con el número de la vaca y el cuarterón.

### **2.7.4. Aislamiento de los microorganismos presentes en las muestras de leche**

#### **2.7.4.1. Preparación del agar sangre**

El agar sangre es el medio más útil para el crecimiento de todos los patógenos más comunes que permite una buena diferenciación entre las colonias: *Staphylococcus*, *Streptococcus* y *Micrococcus*.

- Se disolvió 8,5 gr de Agar Columbia base en 200 ml de agua destilada en un frasco, se colocó un agitador magnético en el frasco y se dejó homogenizar la mezcla durante 5 minutos.
- Se esterilizó en un autoclave el medio (agar base) y las cajas Petri a 121 °C durante 15 minutos. En la cabina de flujo laminar se enfrió el medio de cultivo a 45-50 °C.

- Se añadió 10 ml de sangre equina para obtener el agar sangre.
- Se ubicó las cajas Petri en la cabina de flujo laminar y se vertió el agar sangre en las respectivas cajas.
- Se mantuvo las cajas Petri con agar sangre en la cabina de flujo laminar para realizar la siembra

#### 2.7.4.2. *Siembras de las muestras de leche*

- Para realizar esta práctica se procedió a desinfectar el área de trabajo que es la cabina de flujo laminar, se desinfectó las manos para evitar posible contaminación en la siembra.
- Se tomó las muestras de leche de la hielera que está a 4 °C y se ubicó en el área de trabajo donde se desarrolló la siembra.
- Se sacó las cajas de agar sangre del refrigerador y se colocó en la cabina de flujo laminar.
- En la cabina de flujo laminar, se colocó en la mano la caja Petri siempre con el lado del agar, se tomó con el otro lado de la mano el asa esterilizado en el mechero de bunsen, se esperó que se enfríen agitando de un lado a otro, se tomó una muestra de leche con el asa, rápidamente se inoculó por la técnica de estrías en la placa de agar sangre, se aseguró la placa con una cinta para evitar posibles contaminaciones y finalmente se cerró la placa y colocaron sobre la mesa de trabajo boca abajo.

#### 2.7.4.3. *Incubación de las cajas Petri*

Se ubicó las placas en la estufa; la temperatura de incubación debe estar entre 35 y 37 °C y las placas se examinaron después de 24 a 48 horas de incubación y se identificó los grupos o especies de organismos infectantes

#### 2.7.4.4. *Fijación de las bacterias*

Pasadas las 24 o 48 horas en la incubadora, que es el tiempo requerido para el desarrollo de las colonias de bacterias, se realizaron los siguientes procedimientos para su identificación.

- Identificación portaobjetos con un marcador permanente

- Se ubicó sobre un portaobjetos una gota de agua y una pequeña muestra de un cultivo bacteriano con el asa de siembra estéril.
- Se fijó la preparación, pasando a través de la llama del mechero el portaobjetos, para eliminar el agua y que las bacterias queden adheridas al vidrio.

#### 2.7.4.5. *Tinción Gram*

Ya fijada la bacteria en el portaobjetos, se procedió a realizar los siguientes pasos:

- Se colocó los portaobjetos en la bandeja de tinción Gram.
- Se cubrió con unas gotas de cristal violeta durante 1 minuto, se controló el tiempo con cronometro. y se lavó el exceso de colorante con lugol.
- Se añadió el mordiente lugol, durante 1 minuto.
- Se lavó el exceso de mordiente con agua destilada.
- Se retiró el excedente de lugol con agua destilada, se sustituyó con alcohol cetona y se dejó actuar por un minuto. Este paso es fundamental porque en el reside la respuesta diferencial de las Gram positivas y las Gram negativas, sabiendo que la acetona deshidrata y contrae las células por contacto.
- Se cubrió con Safranina durante un minuto. La safranina es parcialmente soluble en H<sub>2</sub>O e ingresa sólo en las Gram negativas.
- Se lavó las placas con abundante agua destilada
- Se dejó secar al aire.
- Se añadió una gota de aceite de inmersión.
- Se identificó las bacterias en el microscopio (1000x)

## 2.8. Metodología de evaluación

### 2.8.1. *Fase I*

### 2.8.1.1. *Número y porcentaje de vacas positivas para mastitis mediante CMT*

Para determinar el porcentaje de incidencia de mastitis en el hato se tomó en cuenta el número de vacas en producción, logrando establecer una escala que se utilizó según las especificaciones del producto utilizando la prueba de campo como es la California Mastitis Test (CMT), mismo que se aplicó en todo el rejo (48 vacas) y se clasificó de acuerdo al grado de frecuencia de trazas, y los portadores de mastitis subclínica de acuerdo al grado de afección, (Anexo 1) y su prevalencia se procesó de acuerdo a una fórmula epidemiológica:

$$\text{Prevalencia en vacas(P)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de vacas positivas}}{\text{N}^\circ \text{ total de vacas}} * 100 \quad \text{Ecuación 1}$$

### 2.8.1.2. *Número y porcentaje de cuartos positivos para mastitis mediante CMT*

Del total de las vacas que se encuentra en el criadero jersey “El Puente” se determinó que hay 192 cuartos de 48 vacas en producción mismo que se obtuvo mediante la técnica de campo CMT. De los cuales tenemos en un 17.19% grado 1, 2.60% en grado 2 y 2.08% en grado 3. (Anexo 2).

### 2.8.1.3. *Producción lechera por vaca ( $L \cdot dia^{-1}$ )*

La producción de leche diario se basó en los registros tanto de la producción antes de presentar mastitis subclínica y después de presentar mastitis subclínica para el mismo se utilizó el medidor de leche (Waikato), mismo que reporta litros de leche de vaca por día, así se llevó la contabilidad durante toda la fase de lactancia. (Anexo 3).

## 2.8.2. *Fase 2*

### 2.8.2.1. *Tipo de grupo bacteriano por morfología y tinción Gram, Sensibilidad de las bacterias a los antibióticos*

Las pruebas de sensibilidad a los antibióticos (Anexo F), se realizaron utilizando un multidisk (discos múltiples), que contienen niveles establecidos de antibióticos. Para lo cual:

- Se limpió y desinfectó la cabina de flujo laminar, desinfectarse las manos.

- Se sembró el cultivo puro del aislamiento a probar en agar STA, con la ayuda de un hisopo o un asa esterilizada esparcir por toda la placa el cultivo.
- Se colocó los discos manualmente con pinza estéril. Se debió asegurarse que contacten perfectamente con la superficie del agar, por lo que debieron presionarse ligeramente sobre la superficie del agar. No debieron situarse a menos de 15 mm del borde de la placa, debieron estar distribuidos de forma que no se produzca superposición de los halos de inhibición.
- Se incubó las placas invertidas (agar en la parte superior), durante 24 horas.

#### 2.8.2.1.1. *Lectura de los resultados*

Sensibilidad de bacterias:

- Después de 24 horas de estar en la incubadora que es el tiempo requerido para el crecimiento y la inhibición, se observó una amplia zona de inhibición alrededor de los discos de antibióticos, esto no es un indicativo de que ese antibiótico fue el más efectivo que uno que muestra una zona más estrecha de inhibición.
- Se midió el diámetro de inhibición de los antibióticos y se verificó los resultados obtenidos de acuerdo con la tabla de interpretación de antibiogramas de patógenos mastitogénicos con la finalidad de comprobar si la bacteria fue sensible (S), intermedio (IM) o resistente (R) a los antibióticos seleccionados, (ver Anexo F).

#### 2.8.2.2. *Eficacia curativa de cada uno de los tres tratamientos evaluados*

Dentro de la eficiencia curativa de cada uno de los tratamientos se utilizó el California Mastitis Test (CMT) como prueba de campo donde se comprobó la eficiencia de los tratamientos tomando en cuenta la presencia de mastitis subclínica antes y después del tratamiento.

#### 2.8.2.3. *Costos / beneficios de cada alternativa de tratamiento*

Para la determinación de costo beneficio de cada tratamiento se tomó en cuenta los egresos vs ingresos de cada uno de los tratamientos en base a la producción, es decir litros vendidos o descartados. También se tomó en cuenta el costo de cada prueba.

## CAPITULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 3.1. Número y porcentaje de vacas positivas para mastitis mediante la prueba de California Mastitis Test (CMT)

Para iniciar la investigación de la aplicación de diferentes tratamientos para la mastitis fue necesario evaluar cuantas vacas presentaron la enfermedad, para enfocar el tratamiento únicamente en las que presentaran problemas de salud y con esto evitar desperdiciar el tratamiento en animales que se encuentren en buen estado de salud, para esto todas las vacas dentro del hato fueron sometidas a la prueba California Mastitis Test (CMT), dividiendo el hato en cuartos para facilitar la clasificación de los animales en el caso de presentar mastitis.

En el análisis numérico se obtuvo que en el cuarto 1 el total de animales infectados fue igual a 4 que representó el 33.33% de animales infectados, en el cuarto numero 2 el total de animales infectados fue igual a 1, lo que constituyó el 8.33% y en el cuarto número 4 el total de animales infectados fue igual a 7 lo que determinó un 58.33% del total de animales infectados, estos resultados se muestran en la tabla 1-3

**Tabla 1-3: Evaluación del número de vacas positivas para mastitis mediante el método CMT (California Mastitis Test)**

CUARTOS INFECTADOS	NÚMERO DE ANIMALES INFECTADOS
1	4
2	1
4	7
Total	12

Realizado por: Guñay, Erika, 2021.

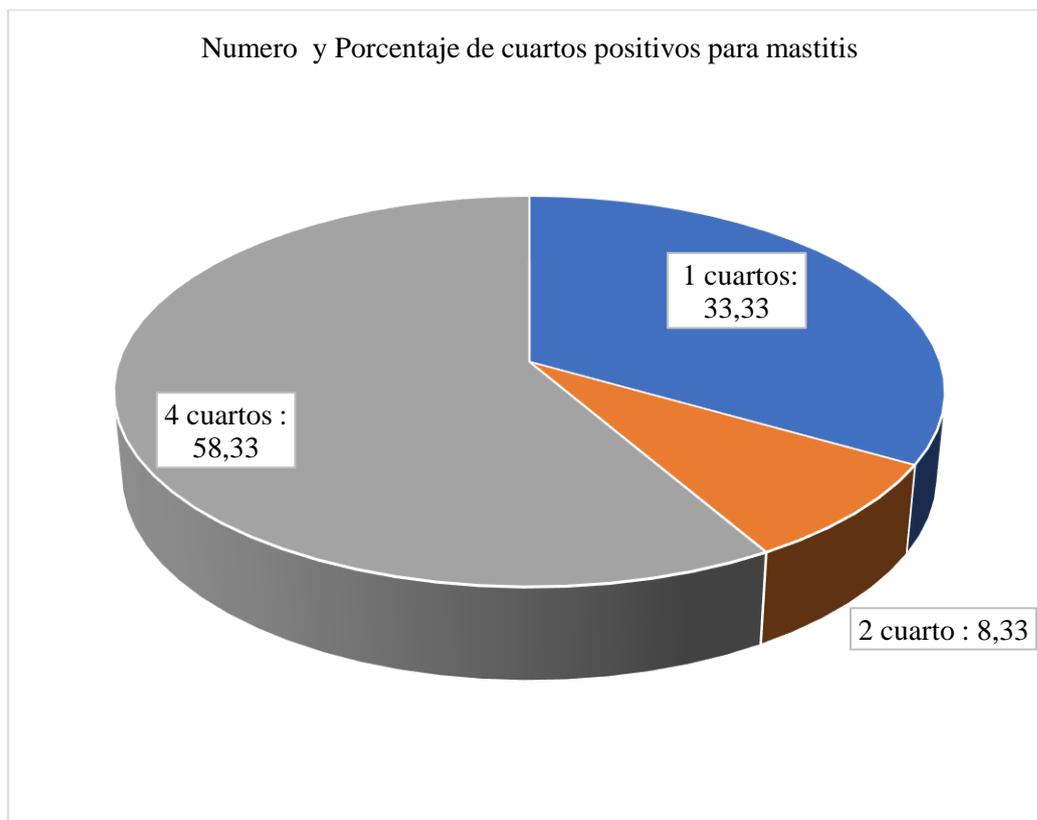
Una vez encontrado los animales que estuvieron infectados con mastitis fueron separados de los diferentes cuartos y fueron ubicados en un lugar específico dentro del hato esto para evitar la propagación de la enfermedad en las vacas que estuvieron saludables y que pueda afectar al

control de la enfermedad dentro de la investigación. Con estos resultados se partió la investigación para determinar la eficacia de los tratamientos evaluados

Como nos indica (Ávila y Gutiérrez 2004), la mastitis es una enfermedad en la que se produce la inflamación de las glándulas mamarias por el ataque de microorganismos, lo que conlleva a pérdidas económicas en el hato ya que en la mayoría de las ocasiones si no se da el tratamiento a la enfermedad se produce una obstrucción en la glándula mamaria que conlleva a que no se pueda ordeñar el animal y que si no se da un tratamiento efectivo a tiempo el animal pueda morir efecto de la infección producida en la zona.

El problema de la detección de la mastitis radica en que muchas veces no son evidente los problemas ocasionados por la enfermedad por lo que se descarta la presencia de esta y el productor entiende que el animal está saludable, a esto se le denomina mastitis subclínica; y que para detectar la misma requiere hacer esfuerzos adicionales como es el realizar pruebas CMT a todos los animales para determinar si de verdad la vaca está o no libre de mastitis.

El análisis permitió identificar que vacas son portadoras de la enfermedad sin esperar que se presenten síntomas y para poder combatirla en su fase inicial antes de que se llegue a problemas graves de salud.



**Gráfico 1-3.** Evaluación del porcentaje de vacas positivas para mastitis mediante el método CMT (California Mastitis Test)

**Realizado por:** Guziñay, Erika, 2021.

### 3.1.1. Producción lechera por vaca ( $L \cdot dia^{-1}$ )

La característica productiva más importante para evidenciar la presencia o no de mastitis en el hato ganadero es la producción lechera por vaca, ya que se puede comparar la producción de vacas saludables y de vacas que, aunque no presentes síntomas de la enfermedad se encuentran infectada con las mismas, esto además refleja los problemas económicos relacionados con la infección de las vacas con la enfermedad.

En la presente investigación luego de separar las vacas que dieron positivo a la prueba mastitis por el método CMT, se evaluó la cantidad de leche que estas produjeron mientras se realizaba la adición de diferentes métodos de tratamiento (antibióticos, ozono y ácido hipocloroso) para el tratamiento de la enfermedad y con esto se pudo evaluar la eficacia de los diferentes medicamentos que se aplicaron en el animal.

De acuerdo con los datos numéricos, la producción de leche más alta se reportó en las vacas que fueron tratadas con Ozono (T2) cuyas medias reportaron valores de  $14,25 \pm 1.83 L \cdot dia^{-1}$ ; mismas

que disminuyeron hasta valores de  $13,88 \pm 1.53 \text{ L} \cdot \text{dia}^{-1}$  al evaluar las vacas que fueron tratadas con antibióticos (T1, amoxicilina más ácido clavulánico) y la producción más baja de leche se dio en las vacas cuando se trato con ácido hipocloroso (T3) con medias de  $13,75 \pm 2.10 \text{ L} \cdot \text{dia}^{-1}$ ; estos resultados se muestran en la tabla 2-3 y en el gráfico 2-3.

**Tabla 2-3: Evaluación de la producción de leche por día de las vacas de acuerdo con el tratamiento aplicado para el tratamiento de la mastitis**

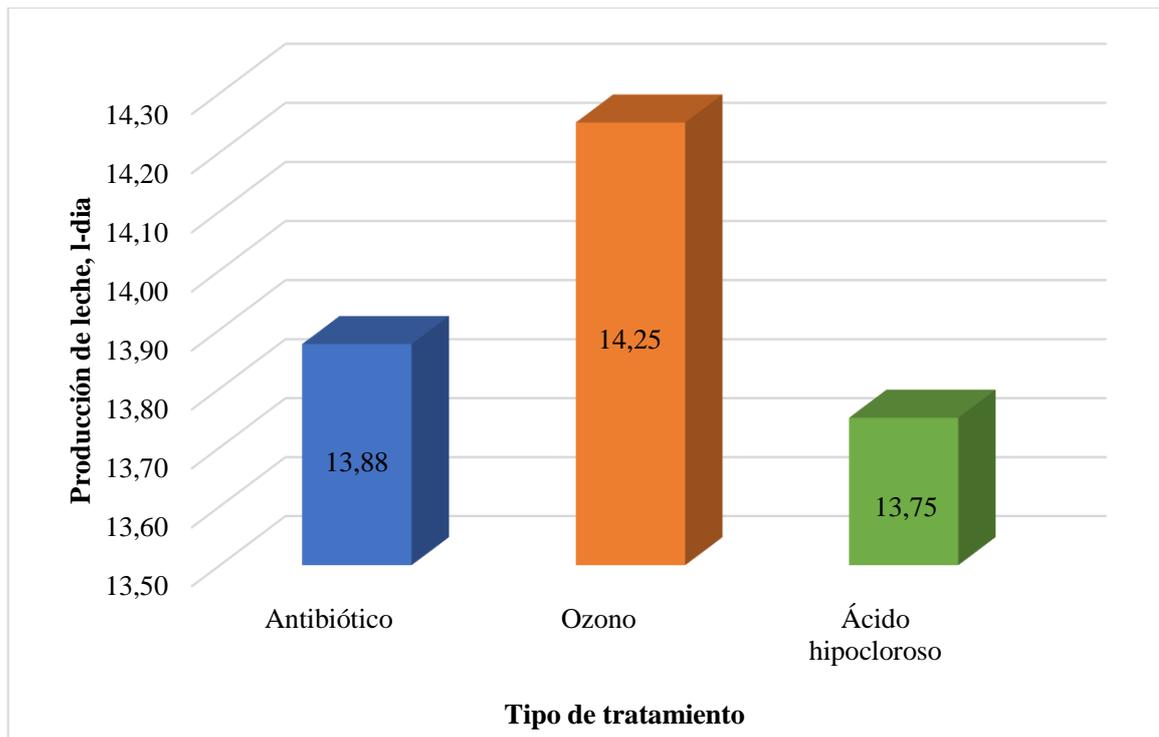
<i>Estadísticos</i>	<b>Antibiótico</b>	<b>Ozono</b>	<b>Ácido hipocloroso</b>
Media	13,88	14,25	13,75
Error típico	1,53	1,83	2,10
Desviación estándar	3,07	3,66	4,19
Varianza de la muestra	9,40	13,42	17,58

**Realizado por:** Guzñay, Erika, 2021.

De los resultados obtenidos se puede apreciar que el tipo de tratamiento influye en la cantidad de leche que producen los animales mientras se da el tratamiento de la mastitis; así como también muestra el efecto negativo que tiene la presencia de mastitis en la baja de la producción del hato lechero, por lo que si no se evidencia la presencia de mastitis con síntomas en los animales se puede observar los parámetros productivos para determinar si se ubican problemas en el hato lechero que el productor no está evidenciando.

De acuerdo con (Cruañes, 2018, pág. 41) existen diversos parámetros que pueden afectar la producción normal de las vacas entre los cuales tenemos las condiciones climáticas en las que se da la crianza de las vacas, el estrés al cual se encuentran sometidos, el manejo y la alimentación pero que el problema que mayormente se evidencia cuando un hato ganadero a perdido su productividad es la presencia de enfermedades en el animal.

Dentro de la presencia de enfermedades en el hato lechero, la más común es la aparición de mastitis que puede ser contagiada de animal en animal y que al obstruir las glándulas mamarias del mismo este afecta en el normal ordeño y que en ocasiones el animal deja de alimentarse y deja de producir leche con lo cual la disminución de la productividad se hace evidente; por lo que una eficaz forma de controlar la presencia de esta enfermedad es la detección de los animales enfermos y el tratamiento de los mismos. Como se puede observar en el gráfico 2-3.



**Gráfico 2-3.** Evaluación de la producción de leche por día de las vacas de acuerdo con el tratamiento aplicado para el tratamiento de la mastitis

**Realizado por:** Guzñay, Erika, 2021.

Para determinar en qué grado afecta la productividad de la leche cuando las vacas presentan mastitis se realizó la comparación de los resultados con los obtenidos por (Arias, 2018), que obtuvo una media de producción de leche igual a  $17,02 \text{ L} \cdot \text{día}^{-1}$  cuando realizó la evaluación de la adición de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en vacas Jersey saludables; además se compararon los resultados con los que obtuvo (Cook, 2021, pág. 12) que obtuvo resultados iguales a  $4,5 \text{ L} \cdot \text{día}^{-1}$  cuando evaluó el impacto de la mastitis en la producción de leche en vacas Jersey; el autor no realizó ningún tratamiento a la enfermedad.

De acuerdo con la comparación que se muestra de los resultados se puede apreciar que para vacas saludables el índice de producción está entre los  $20-17 \text{ L} \cdot \text{día}^{-1}$  para vacas Jersey y que las vacas que tienen mastitis y no realizan ningún tratamiento la productividad puede llegar a  $1-2 \text{ L} \cdot \text{día}^{-1}$ ; lo que afectara significativamente a las ganancias producidas y que puede generar pérdidas considerables para el hato.

### **3.1.2. Producción de leche antes y después del tratamiento**

Para determinar el verdadero efecto que tiene la mastitis y como el tratamiento adecuado mejora la productividad del hato, es necesario evaluar la producción de leche antes del tratamiento y la

producción después del tratamiento, con esto se podrá entender la diferencia que existe entre las vacas saludables y las vacas enfermas; además de que se puede determinar si los diferentes agentes tópicos cumplieron con los resultados deseados.

En la evaluación de las vacas dentro del hato lechero “El Puente” los resultados no reportaron diferencias estadísticas entre medias ( $P \leq 0.05$ ) de acuerdo con los resultados numéricos, la producción diaria de leche por vaca que se encontraron enfermas antes del tratamiento fue igual a  $13,96 \text{ L} \cdot \text{dia}^{-1}$  y la producción de leche por vaca después del tratamiento para erradicar la mastitis fue igual a  $14,50 \text{ L} \cdot \text{dia}^{-1}$ , como se muestra en la tabla 3-3 y se ilustra en el gráfico 3-3 que muestran la diferencia existente.

El objetivo fundamental de los productores de leche es obtener el máximo rendimiento de cada uno de los animales para aumentar la ganancia que se tenga por la actividad económica, esto se ve reducido por la aparición de enfermedades y por las pérdidas causadas por otros factores que no se pueden controlar en el normal funcionamiento del hato; en cuanto al tratamiento de enfermedades es necesario escoger el mejor agente tópico de acuerdo a la enfermedad que presente el animal y con esto lograr la eliminación de la enfermedad para evitar que la misma se propague y que a su vez disminuya la productividad del hato.

**Tabla 3-3: Evaluación estadística de la producción de leche antes y después de que las vacas recibieran el tratamiento.**

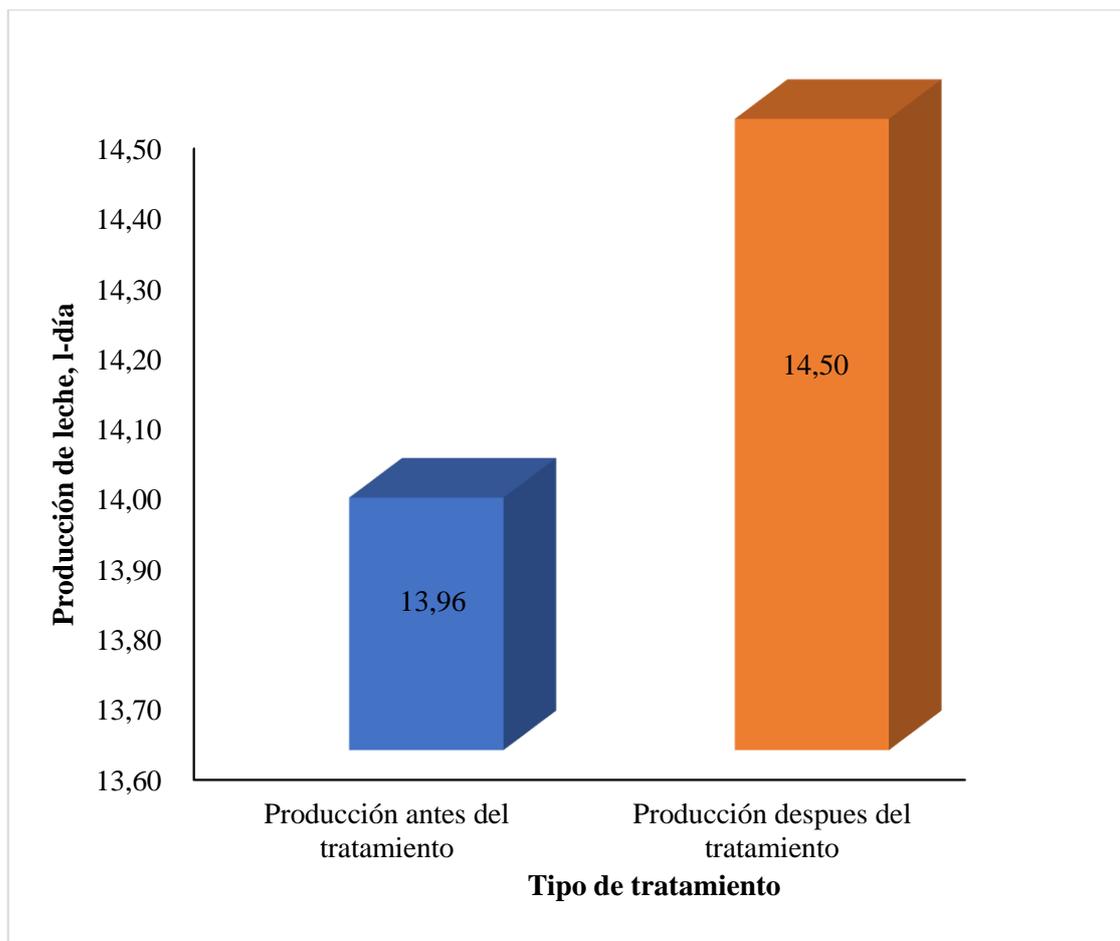
<b>Medida</b>	<b>Variable 1</b>	<b>Variable 2</b>
Media	13,96	14,50
Varianza	8,84	9,73
Observaciones	12,00	12,00
P(T<=t) una cola		0,31
P(T<=t) dos colas		0,61

**Realizado por:** Guznay, Erika, 2021.

Los resultados obtenidos son explicados por el sitio (Izquierdo, 2019, pág. 12) en la evaluación del ganado bovino lechero, hay parámetros que el productor y los investigadores deben tomar en cuenta para la mejor producción agropecuaria y estos son la producción de leche y la mastitis; mismos que siempre están correlacionados el uno con el otro: en la producción de leche y en los hatos ganaderos la mastitis es el padecimiento más sobresaliente, ya que está considerado como el padecimiento más común y cuyo costo representa más de la mitad de costos de producción en las UPAS.

El mismo sitio web señala que la mastitis se puede evidenciar de dos formas, la mastitis clínica en la que se da la afectación visual a la ubre de la vaca (enrojecimiento, hinchamiento), que es poco común obtener y que muestra un estado avanzado de la enfermedad y la forma subclínica en la que no se da síntomas de la enfermedad pero que si se evidencia una reducción considerable en la cantidad de leche producida de acuerdo al estado de la enfermedad, y además de que los microorganismos causantes de la mastitis pueden ser transferidos a la leche, lo cual afecta las características físico químicas y microbiológicas de la leche, lo que afecta a la calidad final de la misma.

Por lo que es necesario realizar una evaluación periódica del apareamiento y presencia de mastitis en las vacas para evitar las pérdidas en la productividad del hato, para determinar la presencia de mastitis en el hato ganadero será necesario comparar la producción de leche de las vacas bajo el mismo sistema y condiciones de producción, además de que si se evidencia problemas en la pérdida de productividad será necesario realizar pruebas CMT para determinar precisamente cuales vacas están infectadas y con esto realizar la separación de los animales para evitar más contagios.



**Gráfico 3-3.** Evaluación estadística de la producción de leche antes y después de que las vacas recibieran el tratamiento

**Realizado por:** Guzáy, Erika, 2021.

Para evaluar los resultados obtenidos se realizó la comparación con diferentes investigaciones, primero se comparó con los resultados obtenidos por (Gonzales, 2019) quien evaluó vacas de raza Jersey que se encontraban sin la presencia de mastitis y obtuvo resultados a la producción diaria de leche igual a  $16,95 \text{ L} \cdot \text{día}^{-1}$  en zonas montañosas de Costa Rica, así también (Jones, 2017) obtuvo valores iguales a  $17,2 \text{ L} \cdot \text{día}^{-1}$  cuando estudio la productividad de vacas Jersey sanas en Bogotá, Colombia. Mientras que (Izquierdo, 2019) obtuvo un valor de producción de leche vaca igual a  $5,80 \text{ L} \cdot \text{día}^{-1}$  cuando estudio el efecto de la mastitis en la producción ganadera y (Aguilar, 2017, pág. 52) que obtuvo valores iguales a  $6,80 \text{ L} \cdot \text{día}^{-1}$  cuando realizo la evaluación de la productividad en vacas infectadas con mastitis en la provincia de Machala, Ecuador.

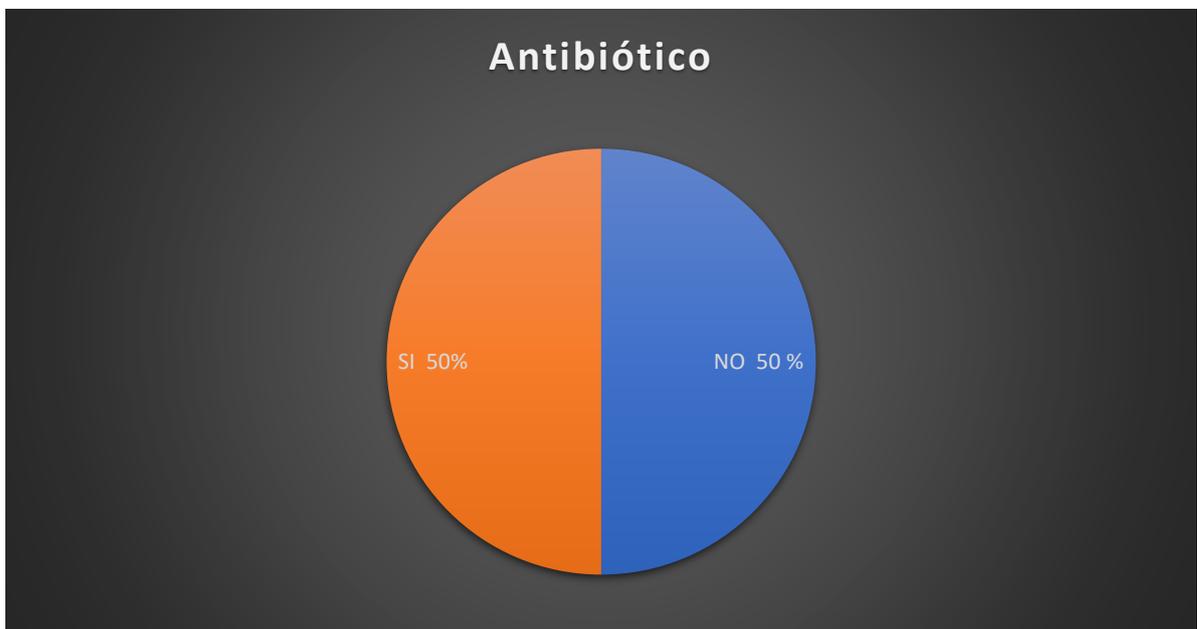
Con estos resultados se puede apreciar la baja considerable que se tiene cuando los animales presentan mastitis y que tiene que ser tratada para que los problemas aun sean mayores, ya que como se puede evidenciar en las investigaciones, cuando no se da el tratamiento de la mastitis a tiempo, la productividad de las vacas alcanza valores entre  $4-7 \text{ L} \cdot \text{día}^{-1}$ ; lo cual es muy inferior

a los resultados que se obtienen cuando las vacas están saludables, y que además son inferiores a los resultados obtenidos cuando se ha realizado el tratamiento de los animales con agentes tópicos, con lo que se alcanza valores de productividad por vaca iguales entre  $13-15 \text{ L} \cdot \text{dia}^{-1}$ .

### 3.1.3. Efectividad del tratamiento ante la mastitis

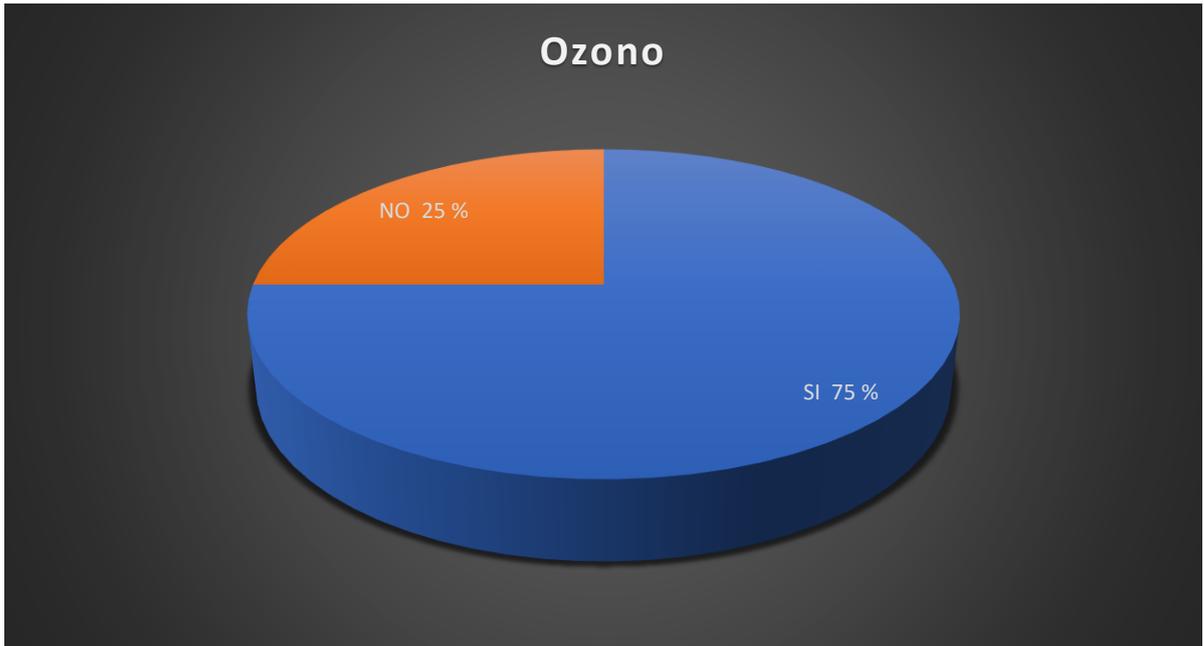
Para evaluar los resultados de la investigación un parámetro fundamental es la evaluación de la efectividad del tratamiento aplicado a cada uno de los animales, esto se traduce en la presencia o no de mastitis luego de la adición de los diferentes agentes probados en la investigación, con esto se puede evaluar si el agente aplicado cumple con los requerimientos impuestos por el producto, además de que si la cantidad y la formulación empleada logra curar a los animales.

En la evaluación de la efectividad del tratamiento, se evaluó la presencia o no de mastitis luego de adicionar antibióticos (T1, amoxicilina más ácido clavulánico) cuyos resultados fueron iguales a que la mitad de los animales se encontraron libres de mastitis luego del tratamiento (50%); resultados que fueron iguales cuando se evaluó la adición de ácido hipocloroso para el tratamiento de la enfermedad y los mejores resultados se obtuvieron cuando se adiciono Ozono alcanzando que el 75% de los animales se encontraron libre de mastitis luego de la adición, estos resultados se encuentran graficados en los gráficos 4-3, 5-3 y 6-3.



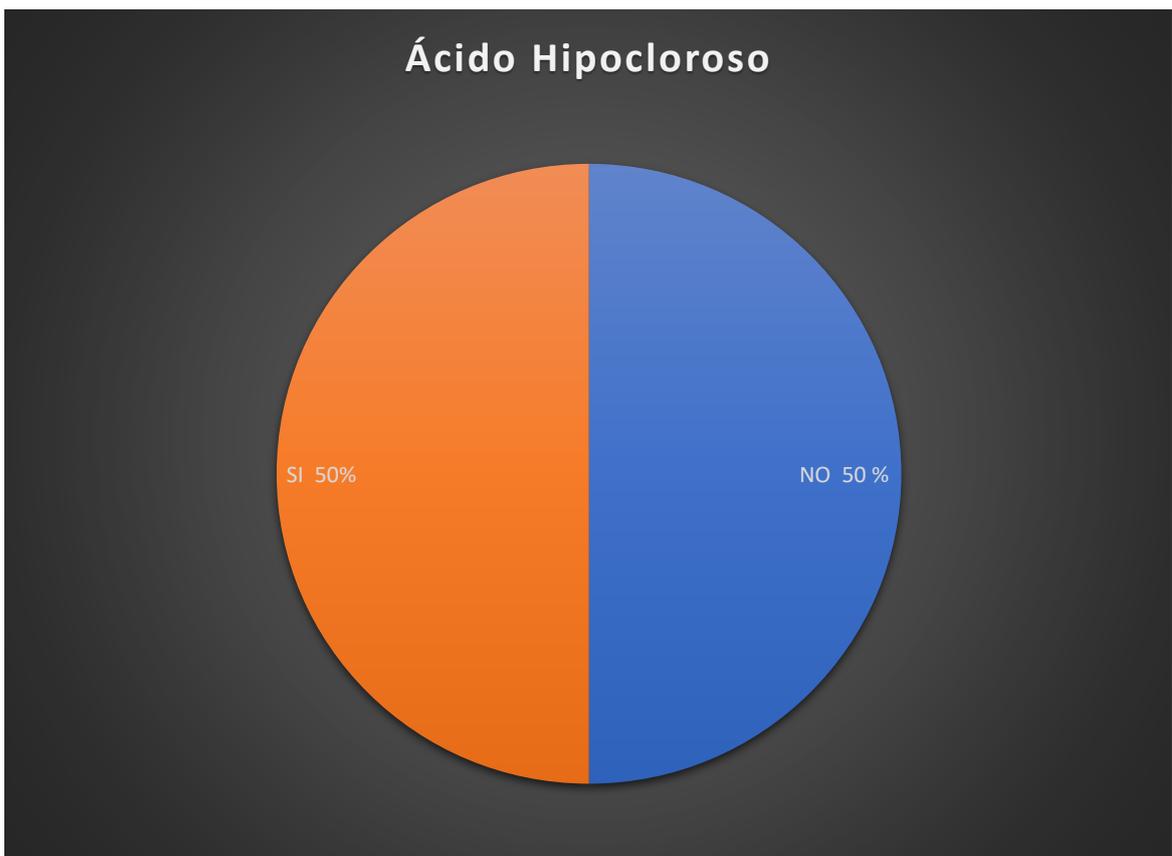
**Gráfico 4-3.** Evaluación de la eficacia en el tratamiento de la mastitis utilizando antibióticos

Realizado por: Guzñay, Erika, 2021.



**Gráfico 5-3.** Evaluación de la eficacia en el tratamiento de la mastitis utilizando ozono

**Realizado por:** Guzñay, Erika, 2021.



**Gráfico 6-3.** Evaluación de la eficacia en el tratamiento de la mastitis utilizando ácido hipocloroso

**Realizado por:** Guzñay, Erika, 2021.

Como se puede evidenciar en los resultados obtenidos a la evaluación del tratamiento de mastitis, se muestra que los resultados con ácido hipocloroso y con antibióticos tienen los mismos resultados y que su capacidad para eliminar la presencia de mastitis en los animales es muy baja, esto hace que no sea un buen agente tópico para el tratamiento de la enfermedad y que si se quiere alcanzar mejores resultados se deberá probar diferentes concentraciones de los agentes o si no se deberá probar diferentes formulaciones; esto quiere decir que se convine con otros medicamentos pero siempre evaluando el costo y la eficacia en el tratamiento de la enfermedad.

Así mismo se puede evidenciar que el uso de ozono es altamente eficaz para el tratamiento de la mastitis, pero hay que tomar en cuenta cuando se aplica este medicamento no todos los animales van a estar libres de mastitis, por lo que se debe probar diferentes concentraciones del agente tópico pero hay que tener en consideración la toxicología ya que solo hasta cierta concentración el medicamento puede ser aplicado, ya que más allá de eso se puede intoxicar el animal y presentar efectos secundarios, además de que deberá realizarse un análisis económico en que grado se vera beneficiado el hato comparando los gastos de producción, el costo de oportunidad y la ganancia obtenida por la producción de leche.

De acuerdo con lo que indica (Aguilar, 2017), existen diversas formas de tratar la mastitis para su eliminación, entre ellas tenemos la aplicación de antibióticos que eliminan la presencia de microorganismos que producen la mastitis; pero un problema con estos medicamentos es que la vaca no logra sintetizar el antibiótico en su totalidad y trazas de este medicamento se elimina en la leche, lo cual afecta a la calidad final de la misma y que en varios países la presencia de antibióticos en la leche está prohibida y que si no se elimina de la leche estos medicamentos no podrá ser comercializada lo que generara problemas de rentabilidad peores a los que se dan por la presencia de mastitis en los hatos.

El mismo autor indica que para un tratamiento óptimo de la mastitis clínica y subclínica es necesario el uso de antimicrobianos que eliminen las bacterias que existen en el medio y con esto alivien el dolor del animal y eliminen la enfermedad, estos agentes microbianos deben tener un pH bajo para lograr desnaturalizar las proteínas que envuelven a los microorganismos y con esto se evita la reproducción.

De acuerdo con lo que indica (Aguilar, 2017), los medicamentos que se aplican directamente en la epidermis del animal tienen un amplio espectro y son mejores para la eliminación de la mastitis, por lo que se prefiere sustancias acidas que permitan el cambio de pH en el entorno lo que aumentara el poder y la eficacia del medicamento, pero se tiene que evaluar la concentración

necesaria para evitar que el animal sufra problemas de salud en su piel y que pueden derivar en otros problemas.

(Izquierdo, 2019) indica que el ozono es un agente altamente oxidante y que puede eliminar microorganismos de diversos tipos debido a su alta reactividad, por lo que en el tratamiento de mastitis resultará efectivo ya que permitirá eliminar bacterias gran negativas y positivas que son las principales causantes de esta enfermedad. El problema con la aplicación de ozono es la alta toxicidad que presenta para organismos vivos, por lo que será necesario aplicar en una concentración que pueda eliminar microorganismos pero que evite que el animal sufra afectación.

Comparando los resultados con los obtenidos por (Velazques, 2018) obtuvo una eficacia en el tratamiento igual a 50% (10 vacas negativo a mastitis) al utilizar agua ozonizada en el tratamiento de la mastitis, mientras que el autor (Salinas, 2016) reporto una efectividad del tratamiento igual a 52% (10 animales recuperados) cuando realizo el tratamiento de la mastitis con Anamú (*Petiveria alliaceae*) que es una planta oriunda de Guatemala, y con los resultados reportados por (Grenada, 2018) que obtuvo una eficiencia de 33% (15 animales recuperados) cuando probó la eficacia de antibióticos.

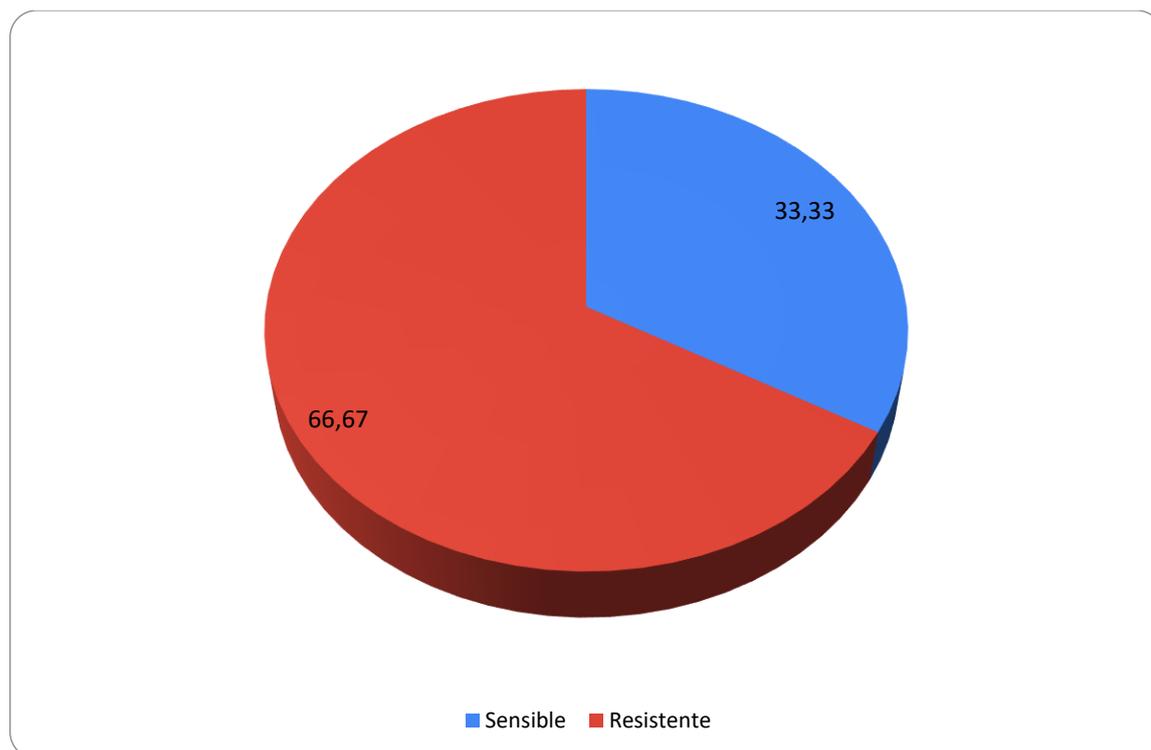
Como se muestran en las investigaciones relacionadas con el tratamiento clínico de la mastitis; todos los medicamentos aplicados obtuvieron resultados inferiores al tratamiento que se dio con ozono, por lo que se puede apreciar la alta efectividad de este elemento químico en el tratamiento de la mastitis clínica y subclínica, pero este tratamiento no resultó 100% eficaz; por lo que habrá que combinar otras técnicas para aumentar la eficiencia del medicamento.

#### **3.1.4. Resistencia al tratamiento**

Para determinar el poder curativo que tiene cada uno de los tratamientos para evitar la mastitis en el hato “El Puente”; es necesario determinar si las bacterias causantes de la enfermedad son resistentes al tratamiento, de así serlo disminuirá la eficiencia del tratamiento y habrá que buscar soluciones alternativas para lograr combatir la mastitis en el hato, esto mejorará la productividad de los semovientes.

De la evaluación numérica se determinó que 66,67% de los semovientes infectados con mastitis demostraron resistencia a los diferentes tratamientos aplicados en la investigación (antibióticos, ácido hipocloroso y ozono); lo que representó un total de 8 animales; mientras que el 33,33% de los semovientes infectados presentaron sensibilidad a los diferentes tratamientos aplicados en la investigación lo que representó un total de 4 animales.

El problema que conlleva que las bacterias sean resistentes a los tratamientos es la baja eficacia para curar el padecimiento del animal, por lo que abra que aumentar la concentración del medicamento hasta niveles que no sean tóxicos para los animales, así como también se puede probar otro tipo de medicamentos o también la combinación de diferentes medicamentos para aumentar la eficacia de los mismos con lo que disminuirá la resistencia de las bacterias y puedan eliminar la enfermedad dentro del hato. Como se puede observar en el gráfico 7-3.



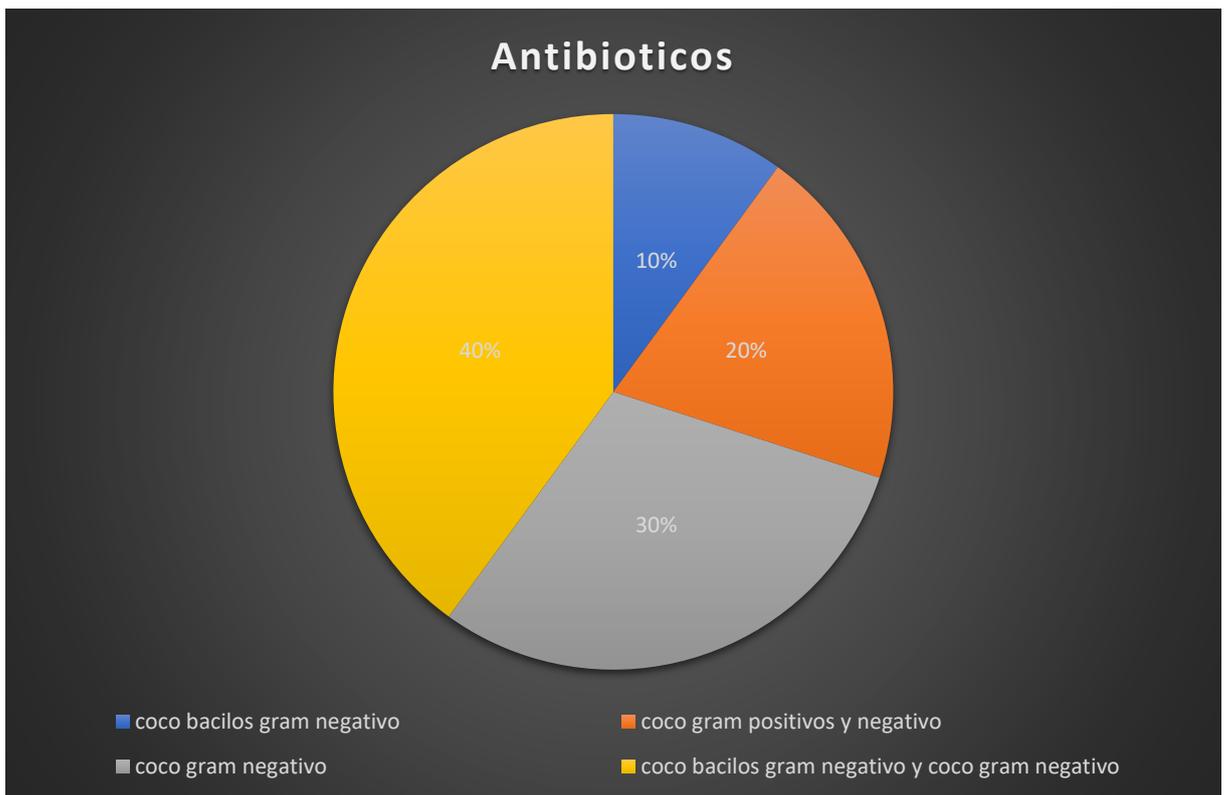
**Gráfico 7-3.** Evaluación de la resistencia en el tratamiento de la mastitis utilizando los diferentes tratamientos

**Realizado por:** Guzñay, Erika, 2021.

### **3.1.5. Tipo de bacterias**

Una vez identificado los animales que presentan mastitis, para recomendar el tratamiento clínico necesario para mejorar el estado de salud de los animales; es necesario investigar cuales son los microorganismos que se encuentran en el animal, con esto se escogerá el medicamento que tenga en su espectro la capacidad de eliminar dichas bacterias, además de que una vez concluido el tratamiento es necesario evaluar en la leche si se da la presencia de bacterias y de que tipo son las mismas, con esto se puede reforzar el tratamiento de los animales; así como también se puede cambiar el tipo de medicamento si este no es efectivo en contra de las bacterias que permanecen en la leche, con esto se mejora la salud de los animales.

En el caso de la presente investigación se identificó y evaluó en la leche que tipo de bacterias se encontraban, de acuerdo con el análisis de resultados al momento de estudiar los microorganismos luego de utilizar en el tratamiento antibióticos (T1) se obtuvo que el 40% de las bacterias fueron del tipo coco bacilos gram negativos y coco gram negativo; el 30% fueron coco gram negativo; el 20% fueron coco gram positivos y negativos y el 10% fueron coco bacilos gram negativos, como se muestra en el gráfico 8-3.



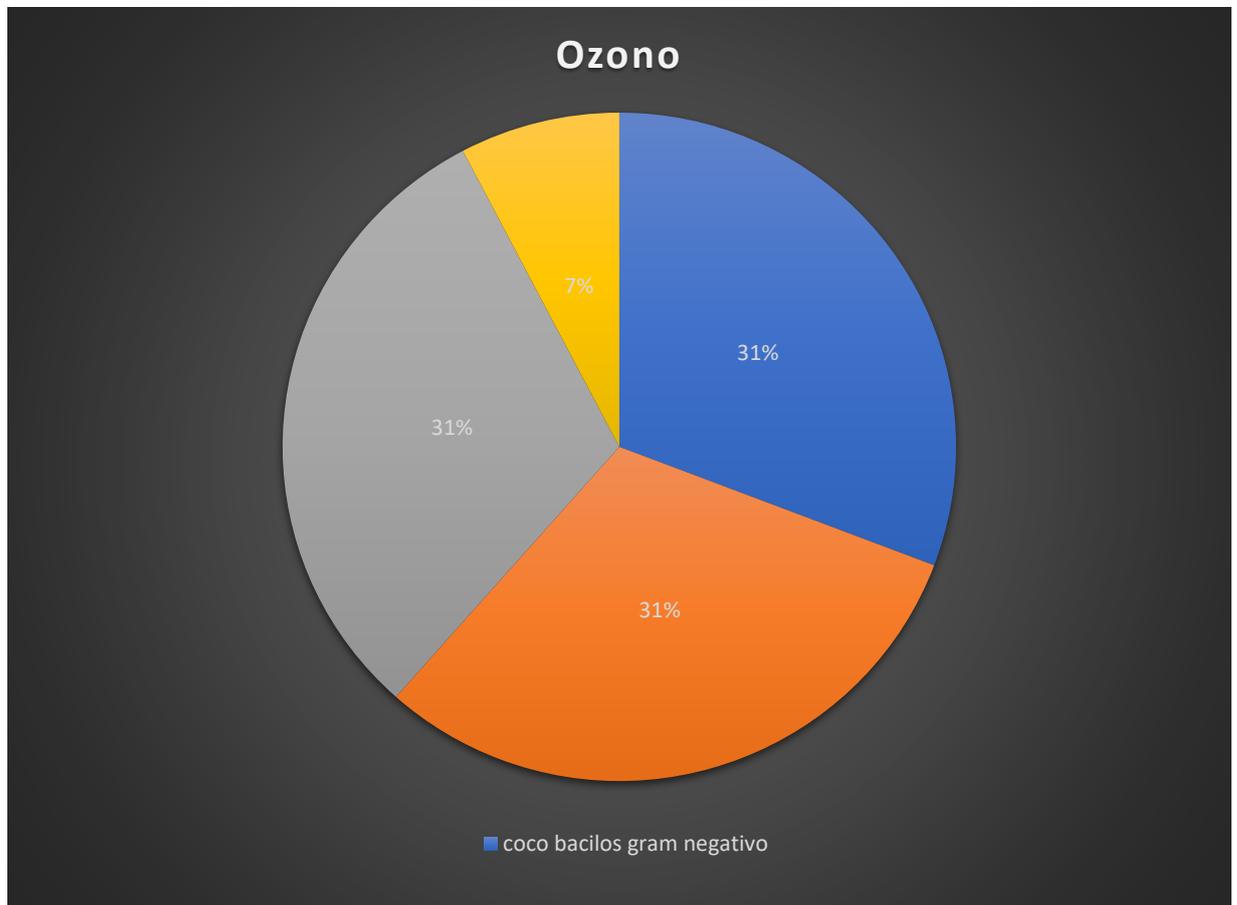
**Gráfico 8-3.** Evaluación del tipo de grupo bacteriano en el tratamiento de la mastitis utilizando antibióticos

Realizado por: Guzñay, Erika, 2021.

En el estudio de las bacterias posterior al tratamiento con ozono, el 31% de las bacterias fueron del tipo coco bacilos gram negativos, así mismo el 31% de las bacterias encontradas fueron del tipo coco gram positivos y negativos, el mismo porcentaje (31%) correspondió a las bacterias del tipo coco gram negativas y únicamente el 7% de las bacterias fueron del tipo coco bacilos gram negativos y coco gram negativos; como se muestra en el gráfico 8-3 y que indica que la prevalencia de bacterias coco bacilos ya sea del tipo gram negativas y gram positivas tienen prevalencia en la leche incluso después del tratamiento. (Anexo F)

Por lo que hay que evaluar a que medicamento estas bacterias son sensibles para lograr la combinación con el ozono y producir así la eliminación de estas; así como también sabiendo el

tipo de bacterias prevalentes después del tratamiento se puede seleccionar de mejor manera cuales son las condiciones favorables para la eliminación de este tipo de microorganismos (temperatura, cantidad de oxígeno, humedad ambiental), como se muestra en el gráfico 9-3.



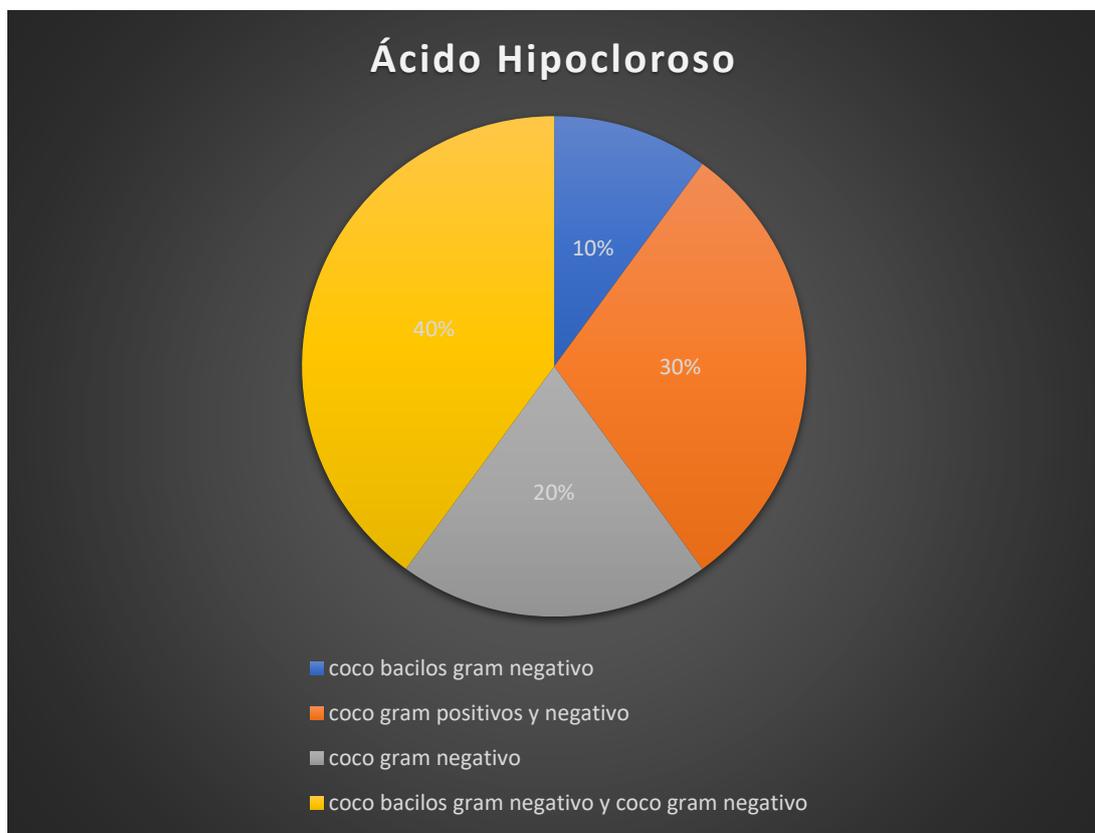
**Gráfico 9-3.** Evaluación del tipo de grupo bacteriano en el tratamiento de la mastitis utilizando Ozono

Realizado por: Guzñay, Erika, 2021.

En el análisis del tipo de bacterias presentes después del tratamiento de la mastitis con ácido hipocloroso, se obtuvo que la mayor prevalencia fue de las bacterias tipo coco bacilos gram positivas y negativas con un valor igual al 40%, a continuación se reportaron las bacterias del tipo coco bacilos gram positivas y negativas con un promedio igual a 30%; siguiendo con el análisis se reportó medias iguales a 20% con la presencia de las bacterias del tipo coco gram negativos y las bacterias que menor incidencia tuvieron después del análisis fueron las del tipo coco gram negativos con un porcentaje de aparición igual a 10%.

De acuerdo con los resultados obtenidos se evidencia como el uso de medicamentos influye en la prevalencia y en la eliminación de diferentes microorganismos que generan la mastitis en las vacas; en el caso del tratamiento con ácido hipocloroso la mayor prevalencia es de bacterias del

tipo coco bacilos ya sean estas gram negativos o gram positivas; por lo que hay que reforzar el tratamiento para eliminar la prevalencia de dichas bacterias. Como se observa en el gráfico 10-3.



**Gráfico 10-3.** Evaluación del tipo de grupo bacteriano en el tratamiento de la mastitis utilizando ácido hipocloroso

**Realizado por:** Guzñay, Erika, 2021.

De acuerdo con el análisis de las respuestas obtenidas en el tratamiento de la mastitis con diferentes tipos de medicamentos; se puede evidenciar que en el tratamiento con ácido hipocloroso y con antibióticos la mayor prevalencia de bacterias son del tipo coco bacilos gram negativo y coco gram negativo; mientras que en el tratamiento con ozono el tipo de bacterias anteriormente mencionadas son las que menos incidencia tienen y las que mayor incidencia tienen son los diferentes tipos de bacterias evaluadas ya que presentan valores iguales. Por lo que se puede evaluar que dependiendo del tipo de microorganismos que afecten al hato se hará la selección del medicamento a usar; pero con los resultados obtenidos se puede plantear usar combinaciones de ozono y antibióticos o ácido hipocloroso para aumentar la eficacia del tratamiento de la enfermedad.

Lo que indica (Aguilar, 2017); es que el tipo más común de bacterias coco bacilos gram positivos es la *Bacillus spp*; que son conocidas por ser patógenos ambientales ya que se pueden encontrar

en el aire, polvo, vegetación circundante y el estiércol; este tipo de bacterias son las causantes de mastitis clínica que puede extenderse a otras enfermedades y causar graves problemas de salud al animal; así como también en menor proporción son causantes de mastitis subclínica. El problema con este tipo de bacterias es que son resistentes al calor y a los desinfectantes químicos (por eso la resistencia elevada al ozono) y que para su eliminación requieren el uso de antibióticos de alto espectro lo que eliminará estas bacterias en la zona afectada; pero habrá que tener cuidado con las condiciones ambientales ya que se puede dar la reinfección de los animales por los bacilos que se encuentran en el ambiente.

El mismo autor indica que la bacteria *Pseudomona spp* es una de las bacterias más comunes del tipo coco bacilos gram positivas y negativas que causan la mastitis subclínica y la contaminación del animal se puede dar por el consumo de agua que no se encuentra en buen estado microbiológico (presencia de *Pseudomona spp*) y esta es resistente a la mayoría de antibióticos que se utilizan en el tratamiento de las vacas; estas bacterias generan una amplia variedad de toxinas dando como resultado la aparición de mastitis sobreaguda con toxemia; lo que resulta en una elevada tasa de mortalidad de las vacas; cuando un animal se encuentra contagiado con este tipo de bacteria se recomienda un tratamiento agresivo con agentes oxidantes; por lo cual es necesario el uso de ozono y de sus derivados para tratar este problema.

(Aguilar, 2014); indica que uno de las bacterias de tipo coco gram positivo que afecta a la proliferación de mastitis en los hatos ganaderos es la *Nocardia spp*; que es una bacteria anaerobia y que su proliferación se da principalmente en espacios con alto contenido orgánico (ríos, suelos, ubre y otros tejidos animales) y cuando la vaca es infectada por este tipo de bacterias se produce inflamación granulomatosa purulenta de la ubre. Este tipo de bacterias únicamente al tratamiento agresivo con antibióticos de amplio espectro y si no se trata a tiempo produce la muerte del animal; ya que genera cuadros de fiebre e infección que se puede extender a todo el animal.

Dentro de lo que especifica (Aguilar, 2017); para aumentar la eficacia del tratamiento clínico de las vacas que son detectadas con mastitis se debe acompañar el uso de medicamentos con otras técnicas; esta por ejemplo evitar el ordeño de manera mecánica mientras el animal presente mastitis ya que el uso de estos genera fricción sobre la ubre de la vaca y aumenta el riesgo de dañar el tejido epitelial; otra técnica es proporcionar grandes dosis de agua acompañando a la dieta diaria; además de adicionar en la dieta diaria antioxidantes, probióticos y prebióticos que mejoren el sistema inmunológico del animal.

Estos datos comparados por los que reporta (Acuña, 2018, pág. 52) quien estudio los patógenos existentes en la leche de vacas con mastitis que fueron tratadas con antibióticos y que arrojaron

que la mayor presencia de bacterias fue del tipo coco gram negativa llamada *Corynebacterium sp*, que tuvo una presencia igual a 21% y del tipo coco gram positivo con una presencia importante de la bacteria *Staphylococcus aureus* que tuvo una presencia igual a 34%; mientras que la menor presencia las reportaron las coco bacilos gram negativos con la presencia de la bacteria *Pseudomona sp* con una presencia igual a 2%.

Además (Calderon, 2018, pág. 19) que evaluó la prevalencia de bacterias en la leche luego del tratamiento de vacas con mastitis aplicando derivados de ozono; reporto que el mayor porcentaje de presencia de bacterias fueron del tipo coco gram positivo y negativo con un 29.09% de la bacteria *Staphylococcus aureus* y con un 11.75% de la bacteria *Taphylococcus coagulasa negativos*; mientras que el menor contenido de bacterias fueron del tipo coco bacilos gram positivas y negativas, reportando un 0.60% de aparición con la bacteria *Straph. aureus + Strep. Agalactiae* y con un 0.12% de aparición con la bacteria *Corynebacterium pyogenes*.

Con el análisis de los resultados obtenidos en investigaciones relacionadas con la aparición de bacterias en la leche de vacas con mastitis después del tratamiento, se puede apreciar la relación que existe entre el tipo de bacterias que resisten y que se presentan en la leche y el tipo de medicamento aplicado para tratar la enfermedad, es así que el rango de aplicación para el ozono incluye bacterias del tipo coco bacilos gram negativos y coco gram negativos: mientras que para eliminar las bacterias de tipo coco gram negativos es necesario la aplicación de antibióticos.

Por lo que para un mejor tratamiento de la enfermedad es necesario evaluar las bacterias que se presentan en la leche y con esto direccionar cual será el tratamiento efectivo de acuerdo con el tipo de microorganismos; con esto se evita generar gastos que no serán fructíferos al escoger el tipo de tratamiento; además de que se podrá evidenciar rápidos y mejores resultados si se da el tratamiento efectivo de la mastitis.

Además de lo mencionado anteriormente, es necesario dar un tratamiento para la mastitis de manera oportuna; ya que como se mencionó anteriormente existen bacterias que pueden reproducirse y que de no ser eliminadas generaran la muerte del animal y una transmisión rápida entre los semovientes lo que generara una propagación mayor en el hato; y también es importante resaltar que a medida que las bacterias se reproduzcan será más difícil el tratamiento y con esto se tenga que invertir mayor cantidad de medicamentos para curar al animal.

### 3.1.6. Producción de leche después del tratamiento

Una vez determinada la eficiencia del tratamiento con diferentes medicamentos para la mastitis en las vacas y determinando cuales de los animales estuvieron libres de mastitis y cuales no; es necesario evaluar las consecuencias que tiene la enfermedad en los animales, en especial en las características productivas después del tratamiento y evidenciar en qué grado se da la aparición de efectos secundarios.

Para esto fue necesario evaluar la cantidad de leche producida por vaca después de la aplicación de los diferentes medicamentos probados en la presente investigación, los resultados obtenidos no reportaron diferencias estadísticas ( $P \geq 0.05$ ) entre medias, en el análisis numérico de los resultados la mayor producción de leche por vaca se reportó en las vacas con mastitis tratadas con ozono (T2) con medias iguales a  $14,75 \text{ L} \cdot \text{dia}^{-1}$ .

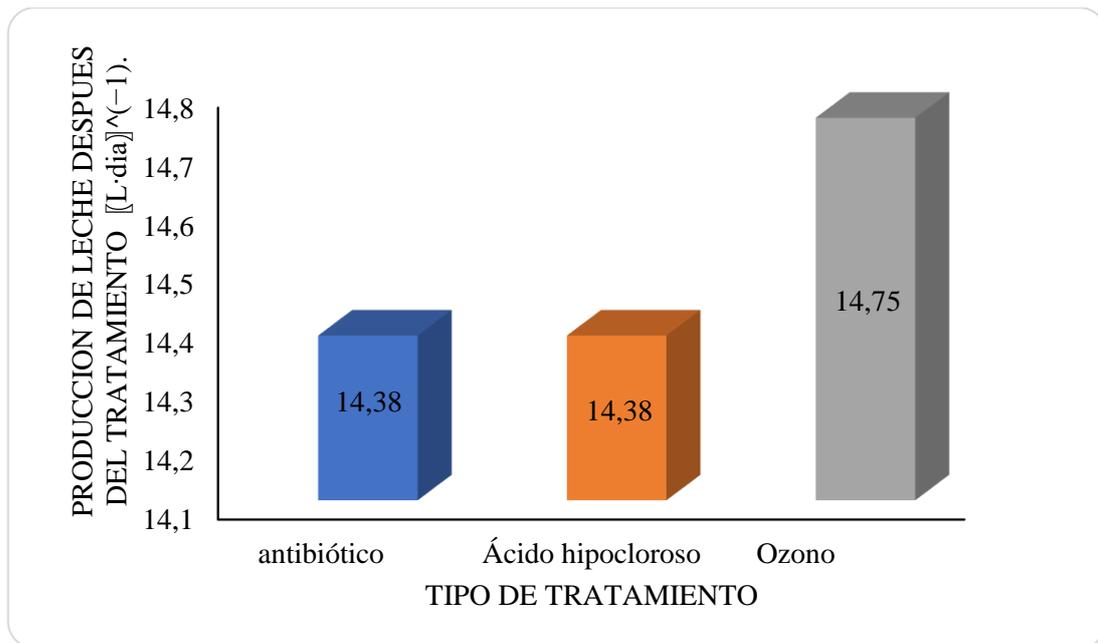
Estos resultados disminuyeron y reportaron valores iguales a  $14,38 \text{ L} \cdot \text{dia}^{-1}$  cuando se dio el tratamiento de las vacas con ácido hipocloroso (T3); mismas respuestas reportaron las vacas infectadas con mastitis tratadas con antibióticos (T1); estos resultados se muestran en la tabla 4-3 y se ilustra en el gráfico 11-3.

**Tabla 4-3:** Evaluación estadística de la producción de leche después de que las vacas recibieran el tratamiento

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	Prob	Sign
Total	117,50	10,68			
Tratamiento	0,38	0,19	0,06	0,94	ns
Bloque	99,17	33,06	11,04	0,007	**
Error	17,96	2,99			

**Realizado por:** Guzñay, Erika, 2021.

De los resultados obtenidos se puede ver la diferencia en la productividad que existe al tratar las vacas infectadas con mastitis con diferentes medicamentos, esto se puede entender por la diferencia que existe en la eficacia para combatir la enfermedad utilizando los medicamentos, es así que el ozono que es el que mayor productividad reporta también es el que mayor grado de animales recuperados reporta; esto apoyo la teoría de la correlación que existe entre la productividad de las vacas y la presencia de mastitis en el hato, como se muestra en el grafico 11-3.



**Gráfico 11-3.** Evaluación del tipo de grupo bacteriano en el tratamiento de la mastitis utilizando ácido hipocloroso

**Realizado por:** Guzñay, Erika, 2021.

Los resultados son evaluados de acuerdo con la afectación que sufre el animal con mastitis y para lo cual (Corvellini, 2017, pág. 19) explica que en la mayoría de los casos de la mastitis la enfermedad afecta al tejido de la glándula mamaria produciendo hinchazón y enrojecimiento en la parte afecta. Esto hace necesario realizar el tratamiento inmediato de la enfermedad para reducir la carga microbiana y bacteriana sobre el tejido epitelial lo que afectara a la funcionalidad del canal y del esfínter del pezón; ya que una vez que las bacterias proliferan se colonizan y afectan directamente a la producción de la leche ya que el canal se cierra y dificulta la extracción de la leche.

El mismo autor indica que en el tratamiento de la enfermedad también ayuda la estructura microscópica y bioquímica del canal ya que evitan la penetración de las bacterias en el canal, que en estado saludable se cierra entre 30 min. y 2 horas después del ordeño, dependiendo de la cantidad de leche que se extraiga de la vaca; pero que si la mastitis está presente en el animal el canal se cierre durante el ordeño esto dado a la reacción del sistema inmunológico de la vaca para prevenir la propagación de la enfermedad lo que genera que el flujo de leche sea menor.

Otro de los mecanismos que utiliza el animal para la defensa en contra de la mastitis es la dilatación del largo del canal, el diámetro máximo que alcanza al momento del flujo máximo de leche (entre los 2-3 minutos de ordeño) y la masa descamable de queratina. Mediante estudios se ha demostrado como el animal es susceptible a la presencia de nuevas infecciones, tanto durante

la lactancia como en los primeros días después del secado, en aquellas vacas con flujos máximos de leche muy altos.

(Aguilar, 2017, pág. 45); uno de los efectos más notorios en vacas enfermas es la inflamación de la ubre lo que disminuye la capacidad de síntesis del epitelio alveolar, que disminuye la producción de leche entre un 5 y un 10 %, en proporción lineal con el aumento del número de células Somáticas, mientras que la calidad de la leche también se ve influenciada por la presencia de mastitis en la vaca; ya que por efecto de la defensa del animal el sistema inmunológico afecta sobre el contenido de grasa, de acuerdo con la mayoría de las investigaciones el contenido de grasa disminuye en menos del 10%.

(Corvellini, 2017, pág. 19) estudia que en la etapa final de la enfermedad se da el proceso inflamatorio (fase crónica proliferativa) esto conlleva a la disminución o el cese de la actividad sintética y secretoria, la degeneración y lisis de las células alveolares y su reemplazo por tejido conectivo afuncional, con la consiguiente pérdida en producción. En estudios de hatos ganaderos a lo largo del mundo se ha demostrado que la mastitis bovina es la enfermedad más costosa del ganado lechero, representando del 25 al 35 % de los costos en sanidad de un establecimiento y provocando perjuicios económicos al productor que son aproximadamente el doble a las debidas a infertilidad o problemas reproductivos.

Comparando los resultados reportados por (Villalobos, 2019, pág. 42) que estudio la producción de leche en vacas Jersey en estado saludable en diferentes locaciones de Costa Rica y que obtuvo valores iguales a  $16,84 \text{ L} \cdot \text{dia}^{-1}$ ; mientras que (Guerrón, 2017, pág. 52) que estudio características productivas en hatos ganaderos de raza Jersey y que obtuvo valores iguales a  $18,25 \text{ L} \cdot \text{dia}^{-1}$  y (Salazar, 2017) que obtuvo una producción de leche igual a  $15,11 \text{ L} \cdot \text{dia}^{-1}$ ; al evaluar el efecto de la mastitis en las características productivas de hatos ganaderos de raza Jersey en Colombia.

De acuerdo al análisis de los resultados obtenidos en la presente investigación y comparando con autores que han estudiado los hatos ganaderos ya sea con animales saludables y con animales que han recibido tratamiento para la mastitis, se puede interpretar la influencia de la mastitis en la producción de la leche; esto dado que, aunque los animales sean tratados con diferentes medicamentos.

Si no se ha dado un reconocimiento temprano de la enfermedad esta prevalecerá y disminuirá la eficiencia del medicamento empleados; además de que disminuirá la capacidad productiva de los semovientes dado que sus procesos fisiológicos se ven afectados por la presencia de la enfermedad; esto porque el sistema inmune del animal responde con mecanismos agresivos para

contrarrestar la proliferación bacteriana; por lo que es necesario escoger el medicamento que se ajuste al tratamiento de los semovientes, y que para el caso del hato ganadero “El Puente” es efectivo el tratar la mastitis con ozono; ya que por el tipo de bacterias que se detectaron este medicamento tiene gran espectro para eliminar la proliferación bacteriana lo que aumenta su eficiencia.

### 3.1.7. Análisis Económico

El análisis económico de la producción de leche permite evaluar si la aplicación de los diferentes tratamientos es económicamente viable, lo que es necesario para que el presente proyecto pueda ser aplicado en los hatos ganaderos de la provincia y pueda ser escalado a escala nacional como alternativa para mejorar la relación beneficio costo en la producción de la leche y para mejorar las condiciones en la que se realiza la producción.

Primero se evaluó el costo para producir la leche antes de la adición de los tratamientos probados en la investigación lo que reportó una media igual a \$13,96; mientras que al evaluar el costo promedio después de aplicar los medicamentos para el tratamiento de la mastitis y registró valores de \$14,50; con lo cual el incremento promedio de la leche fue igual a \$0,54; lo que representa un incremento representativo; ya que si se compara con la cantidad de leche que se deja de producir representa una inversión que no se pueda realizar y obteniendo así un beneficio costo igual a 1,13 que significa que por cada dólar invertido el hato ganadero reporta 13 centavos de ganancia. Como se observa en la tabla 4-3.

**Tabla 4-3:** Análisis Económico de la producción de leche en el tratamiento de la mastitis probando distintos tratamientos para la cura de la mastitis

Repetición	Producción antes	Producción después	Incremento de leche	USD
1	17.00	17.50	0.50	0.30
2	15.50	16.00	0.50	0.30
3	10.00	10.00	0.00	0.35
4	13.00	14.00	1.00	0.60
5	19.50	20.00	0.50	0.30
6	11.50	12.00	0.50	0.30
7	12.00	12.00	0.00	0.30
8	14.00	15.00	1.00	0.60
9	20.00	20.00	0.00	0.30
10	12.00	12.50	0.50	0.30
11	11.00	12.00	1.00	0.60
12	12.00	13.00	1.00	0.60
<b>Media</b>	<b>13.96</b>	<b>14.50</b>	<b>0.54</b>	<b>0.40</b>

Realizado por: Guzáy, Erika, 2021

Evaluando el costo de oportunidad por efecto de la cantidad de leche que se deja de producir si las vacas son detectadas con mastitis es representativo; por lo que el aplicar agentes tópicos como son los antibióticos, el ácido hipocloroso y el ozono representara una tecnología viable para aplicar en el hato ganadero “El Puente”, como se muestra en la tabla 5-3.

**Tabla 5-3:** Análisis del beneficio-costo de la producción de leche

<b>Rubro</b>	<b>Costo, \$</b>
EGRESOS	
Transporte	3324,69
Reproducción	3265,45
Sanidad	5178,81
Alimentación	16070,68
Mano de obra ocasional	1932,00
Gastos Administrativos	3293,72
Mano de obra permanente	14400,00
Herramienta	1528,23
Maquinaria	6029,10
Instalaciones-depreciación	3808,00
Equipos	63019,63
TOTAL DE EGRESOS	
Producción de leche/año	127596,92
Costo de la producción de la leche	63019,64
Ingresos obtenidos por la venta de leche	70978,36
Beneficio Costo	1,13

Realizado por: Guñay, Erika, 2021

## CONCLUSIONES

- El diagnóstico microbiológico se realizó mediante la prueba CMT y se determinó cuatro vacas infectadas en un cuarto de sus glándulas mamarias, una vaca infectada en los dos cuartos de su glándula mamaria y siete animales infectados en cuatro cuartos de su glándula mamaria; sumando un total de doce animales infectados.
- Mediante técnicas de cultivo microbiano de laboratorio se determinó el tipo de bacterias que prevalecieron después de utilizar los diferentes medicamentos; aseverando que al utilizar antibióticos (T1) se determinó que el cuarenta %, de las bacterias fueron del tipo coco bacilos gram negativos y coco gran negativo; mientras que al utilizar ozono (T2) el tipo de bacterias que más prevalecieron luego del tratamiento fueron las del tipo coco bacilos gram negativos con un treinta y uno % de prevalencia y en la aplicación de ácido hipocloroso las bacterias con mayor prevalencia fueron del tipo coco bacilos gram positivas y negativas con un valor de prevalencia igual al cuarenta (%).
- La eficacia de cada uno de los tratamientos fue determinada mediante la prevalencia de la mastitis en las vacas, después del análisis al aplicar antibiótico (T1) se determinó una eficacia igual al cincuenta %; al aplicar ozono (T2) la eficacia fue igual a setenta y cinco % y al realizar el tratamiento de las vacas con ácido hipocloroso (T3) se reportó una eficacia igual al cincuenta %.
- El análisis económico de la investigación se realizó evaluando los costos de producción antes y después de la aplicación de los medicamentos; con lo cual se reportó que antes del tratamiento el costo promedio de la leche fue igual a trece punto noventa y seis dólares; mientras que después de la aplicación de los medicamentos el costo de producción ascendió a catorce punto cincuenta dólares y de acuerdo con esto el cálculo de la diferencia promedio de costo de producción de la leche fue igual a cincuenta y cuatro dólares, y reportando un beneficio-costos promedio igual a uno punto trece dólares.

## RECOMENDACIONES

- Realizar el testeo de las vacas utilizando el método CMT (California Mastitis Test) periódicamente para poder determinar que semovientes están infectados, con esto se evitará que la enfermedad alcance un cuadro clínico grave además de que evitara la propagación de las bacterias que producen la enfermedad en el hato; ya que el costo de inversión en la prueba no es representativo frente a las pérdidas económicas producidas por la enfermedad dentro del hato ganadero,
- Para mejorar la eficacia del tratamiento de la mastitis en el hato ganadero; es necesario identificar que bacterias están presentes en la leche que es obtenida de los animales que se encuentran infectados con mastitis; esto ayudará a que el tratamiento sea orientado y no se gaste recursos en medicamentos que no tendrán efecto en la cura de la enfermedad; ya que como se demostró en la investigación cuando se aplica cada uno de los tratamientos se obtuvo la prevalencia de cierto tipo de bacterias de acuerdo al tipo de medicamento,
- Durante el tratamiento de la mastitis es necesario acompañar la dosificación de medicamentos con técnicas que estimulen la capacidad del sistema inmunológico del animal, tales como: suministro de sales minerales y vitaminas periódicamente, buscar el bienestar y confort de las vacas en el establo evitando los golpes térmicos, una alimentación balanceada, entre otras medidas de tipo zootécnico,

## **BIBLIOGRAFÍA**

**ACUÑA, Vanesa & RIVADENEIRA, Alexandra.** *Aislamiento, identificación y antibiograma de patógenos presentes en leche con mastitis en ganaderías bovinas de la provincia de Pichincha.* Quito : ESPE, 2018. Tesis de Grado .

**AGUILAR, Fernando.** *Tratado de mastitis bovina . segunda edicion.* Machala, Ecuador : UTMACH, 2017.

**ARIAS, Federico.** *Producción, calidad bromatológica de la leche y los costos de suplementación con Tithonia diversifolia (Hemsl.) A. Gray, en vacas Jersey.* 2018.

**ASOCIACION JERSEY DEL ECUADOR.** La Raza JERSEY a Nivel Mundial. [En línea] 22 de Agosto de 2020. Disponible en:  
<https://holsteinecuador.com/raza-jersey.html>.

**BASURTO, Maria.** Historia de la Raza Jersey . [En línea] 22 de Marzo de 2021. Disponible en:  
[http://www.agrobit.com/Info\\_tecnica/Ganaderia/prod\\_lechera/GA000005pr.htm#:~:text=E1%20t%C3%ADpico%20perfil%20c%C3%B3ncavo%2C%20con,de%20todas%20las%20razas%20lecheras](http://www.agrobit.com/Info_tecnica/Ganaderia/prod_lechera/GA000005pr.htm#:~:text=E1%20t%C3%ADpico%20perfil%20c%C3%B3ncavo%2C%20con,de%20todas%20las%20razas%20lecheras).

**BONIFAZ, Nancy.** Prevalencia e incidencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en paqui estancia, Ecuador. [En línea] 12 de Julio de 2020.

**CALDERON, Francisco.** *Prevalencia de mastitis bovina y su etiología infecciosa en sistemas especializados en producción de leche en el altiplano cundiboyacense (Colombia).* Instituto de Investigaciones Biológicas del Trópico, Universidad de Córdoba . Montería : 2018. págs. 582-587, Artículo científico .

**COOK, Federico.** Impacto de la mastitis sobre la producción de leche y la tasa de preñez. [En línea] 29 de Junio de 2021. Disponible en:  
<https://www.solomamitis.com/sites/default/files/images/mastitisfertilidad/scientist.pdf>.

**CORVELLINI, Carlos.** *La mastitis bovina y su impacto sobre la calidad de la leche.* Universidad Nacional de Río Cuarto. Buenos Aires : Esparta., 2017.

**CRUAÑES, Josefina.** *How are your cows feeling?* Cordova, España : Scielo, 2018.

**DOMINGUES, Santiago.** La leche Jersey, entre las mejores del mundo. [En línea] 09 de Abril de 2020. Disponible en:

<https://www.contextoganadero.com/blog/la-leche-jersey-entre-las-mejores-del-mundo>.

**GIRAUDO, James & RAMPONE, Lauren & MARTÍNEZ, Anderson.** *Recuento de células somáticas en leche bovina de cuartos mamarios con aislamiento negativo e infectados.* Buenos Aires, Argentina : Revista Medica Veterinaria, 2017.

**GONZALES, Domingo.** *Producción y reproducción de vacas Holstein, Jersey y sus cruces en cinco localidades de Costa Rica.* San Jose, Costa Rica. Eriko 2019.

**GRENADA, Lorenzo.** *Evaluación de diferentes tratamientos en vacas con mastitis clínica.* Lima, Peru. Estadius. 2018.

**GUERRÓN, Samurl.** Evaluación productiva y reproductiva de las razas Holstein, Jersey y sus cruzamientos, en la región de San Carlos, Costa Rica, utilizando el programa VAMPP®. [En línea] 2017.

**HANS, Andresen. 2021.** Mastitis: prevención y Control. [En línea] 12 de Febrero de 2021. Disponible en:

[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172001000200010&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172001000200010&script=sci_arttext&tlng=en).

**IZQUIERDO, Andersson.** *Producción de leche y tratado de mastitis bovina.* Buenos Aires, Argentina. Serapio. 2019.

**JONES, Bernardo.** *Production and reproduction of cows; Holstein, Jersey and their crossbreed, in five locations of Costa Rica.* Centro de Investigación en Nutrición Animal.. San Jose : s.n., 2017. San Jose, Costa Rica Universidad de Costa Rica, Tesis de grado .

**MAHMMOD, Yasser.** Nuevo método de detección de patógenos de Mastitis contagiosa en vacas. [En línea] 14 de Enero de 2019. Universidad de Costa Rica

<https://www.uab.cat/web/detalle-noticia/nuevo-metodo-de-deteccion-de-patogenos-de-mastitis-contagiosa-en-vacas-1345680342040.html?noticiaid=1345781279101>.

**MANUAL MERCK DE VETERINARIA.** *Tratado sobre las diferentes enfermedades animales*

Disponible en:

<http://libros-medicina-veterinaria.blogspot.com/2016/10/manual-merck-de-veterinaria-pdf.html>.

[En línea] 21 de Noviembre de 2020. <http://libros-medicina-veterinaria.blogspot.com/2016/10/manual-merck-de-veterinaria-pdf.html>.

**SALAZAR, Estuardo.** *Condiciones ambientales y producción de leche de un hato de ganado jersey en el trópico húmedo: el caso del módulo lechero.* Santiago de Chile, Chile -SDA/UCR. 2017.

**SALINAS, Joaquin .** *Utilización del Anamú (Petiveria alliaceae) en el control de la Mastitis bovina en la finca San Emilio, en el municipio de Diriomo, departamento de Granada.* 2016.

**THORSTEN, Frederick.** Las razas bovinas Jersey. [En línea] 12 de Abril de 2020. Disponible en:

[https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/razas\\_bovinas/73-jersey.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/razas_bovinas/73-jersey.pdf).

**VILLALOBOS, Juan.** *Selección de vacas Jersey y Holstein durante la lactancia Selección de vacas Jersey y Holstein durante la lactancia.* Buenos Aires, Argentina, Gedeon. 2019.

**ZAMBRANO, Jazmin.** Parámetros genéticos para caracteres productivos y reproductivos en Holstein y Jersey colombiano. [En línea] 07 de Julio de 2020. Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-05922014000300010](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-05922014000300010).

**ZIRENA, Gianella.** Tratamiento de mastitis subclínica en vacas holstein utilizando agua ozonizada y antibióticos. Puno, Peru : El Inca., 2018.

## ANEXOS

### ANEXO B: PRODUCCIÓN LECHERA POR VACA

Producción lechera por vaca				
N vaca	Producción lechera		<i>Estadísticos</i>	<i>Produccion de leche</i>
312	17		Media	13,96
140	15,5		Error típico	0,96
117	10		Mediana	12,50
126	13		Moda	12,00
281	19,5		Desviación estándar	3,33
146	11,5		Varianza de la muestra	11,07
274	12		Curtosis	0,47
9	14		Coficiente de asimetría	0,88
240	20		Rango	10,00
103	12		Mínimo	10,00
147	11		Máximo	20,00
129	12		Suma	167,50
	13,96		Cuenta	12,00

## ANEXO C: ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LA PRODUCCIÓN LECHERA POR VACA

PRODUCCIÓN LECHERA POR VACA		ESTADÍSTICOS		ANTIBIÓTICO	OZONO	ÁCIDO HIPOCLOROSO	PROM GENERAL
	Repeticiones	var	3				
ANTIBIÓTICO	1	17	Media	13.88	14.25	13.75	13.96
ANTIBIÓTICO	2	15.5	Error típico	1.53	1.83	2.10	
ANTIBIÓTICO	3	10	Mediana	14.25	13.00	12.00	
ANTIBIÓTICO	4	13	Moda	#N/A	#N/A	12.00	
			Desviación estándar	3.07	3.66	4.19	
OZONO	5	19,5	Varianza de la muestra	9.40	13.42	17.58	
OZONO	6	11,5	Curtosis	-1.10	2.10	3.77	
OZONO	7	12	Coficiente de asimetría	-0.56	1.53	1.92	
OZONO	8	14	Rango	7.00	8.00	9.00	
			Mínimo	10.00	11.50	11.00	
ÁCIDO HIPOCLOROSO	9	20	Máximo	17.00	19.50	20.00	
ÁCIDO HIPOCLOROSO	10	12	Suma	55.50	57.00	55.00	
ÁCIDO HIPOCLOROSO	11	11	Cuenta	4.00	4.00	4.00	
ÁCIDO HIPOCLOROSO	12	12					
PROMEDIO	antibiótico	13,88					
PROMEDIO	Ozono	14,25					
PROMEDIO	Ácido hipocloroso	13,75					

## ANEXO D: PRODUCCIÓN DE LECHE ANTES Y DESPUÉS DEL MEDICAMENTO

Nº	PDN ANTES	PDN DESP	PRUEBA T PARA DOS MUESTRAS SUPONIENDO VARIANZAS IGUALES	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
<b>1</b>	17	17.5			
<b>2</b>	15.5	16	Media	13.96	14.50
<b>3</b>	10	10	Varianza	8.84	9.73
<b>4</b>	13	14	Observaciones	12.00	12.00
<b>5</b>	19.5	20	Varianza agrupada	9.28	
<b>6</b>	11.5	12	Diferencia hipotética de las medias	-	
<b>7</b>	12	12	Grados de libertad	28.00	
<b>8</b>	14	15	Estadístico t	-0.51	
<b>9</b>	20	20	P(T<=t) una cola	0.31	
<b>10</b>	12	12.5	Valor crítico de t (una cola)	1.70	
<b>11</b>	11	12	P(T<=t) dos colas	0.61	
<b>12</b>	12	13	Valor crítico de t (dos colas)	2.05	
	13.96	14.50	Promedio general		14.23

## ANEXO E: SENSIBILIDAD DE LAS BACTERIAS A LOS ANTIBIÓTICOS

ANTIBIÓTICO	1	S	1
ANTIBIÓTICO	2	S	1
ANTIBIÓTICO	3	S	1
ANTIBIÓTICO	4	S	1
OZONO	1	R	2
OZONO	2	R	2
OZONO	3	R	2
OZONO	4	R	2
ÁCIDO HIPOCLOROSO	1	R	2
ÁCIDO HIPOCLOROSO	2	R	2
ÁCIDO HIPOCLOROSO	3	R	2
ÁCIDO HIPOCLOROSO	4	R	2
	12		
	General		
SENSIBLE	26.67		
RESISTENTE	53.33		

ANTIBIOTICO	REPETICIÓN	SBA	N	%
ANTIBIÓTICO	1	S	1	26.67
ANTIBIÓTICO	2	S	1	
ANTIBIÓTICO	3	S	1	
ANTIBIÓTICO	4	S	1	
OZONO	1	R	2	
OZONO	2	R	2	53.33
OZONO	3	R	2	
OZONO	4	R	2	
ÁCIDO HIPOCLOROSO	1	R	2	
ÁCIDO HIPOCLOROSO	2	R	2	
ÁCIDO HIPOCLOROSO	3	R	2	
ÁCIDO HIPOCLOROSO	4	R	2	
	12			
	General			
SENSIBLE	26.67			
RESISTENTE	53.33			

## ANEXO F: PRODUCCIÓN LECHERA

TRATAMIENT	REPETICIO N	PROD LECHE					SUM	MEDIA
ANTIBIÓTICO	1	17.5						
ANTIBIÓTICO	2	16						
ANTIBIÓTICO	3	10						
ANTIBIÓTICO	4	14						
OZONO	1	20						
OZONO	2	12						
OZONO	3	12						
OZONO	4	15						
ÁCIDO HIPOCLOROSO	1	20						
ÁCIDO HIPOCLOROSO	2	12.5						
ÁCIDO HIPOCLOROSO	3	12						
ÁCIDO HIPOCLOROSO	4	13						
	Repetición					SUM	MEDIA	
TRATAMIENTO	i	ii	iii	iv		A		
ANTIBIÓTICO	17.5	16	10	14		57.5	14.375	
OZONO	20	12	12	15		59	14.75	
ÁCIDO HIPOCLOROSO	20	12.5	12	13		57.5	14.375	
	57.5	40.5	34	42		174	14.5	
							14.5	
FC	30276	2523						
	12							
SCT	2640.5	2523						
							117.50	
SCTRAT	10093.5	2523.375	2523					
							0.38	
SCBLOQUES	4	7866.5	2622.16667	2523				
							99.17	
	3							
SCERROR	17.96							

**ANALISIS DE VARIANZA**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	Fisher 0.05	Fisher 0.01	Prob	Sign	CV	EE
<b>Total</b>	11	117,50	10,68							
<b>Tratamiento</b>	2	0,38	0,19	0,06	5,14	10,92	0,94	ns	11,93	
<b>Bloque</b>	3	99,17	33,06	11,04	4,76	9,78	0,007	**		
<b>Error</b>	6	17,96	2,99							

**SEPARACIÓN DE MEDIAS POR TUKEY**

TEST: TUKEY ALFA=0,05 DMS=3,75350

ERROR: 2,9931 GL: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
ANTIBIÓTICO	14.38	4	0.87	A
ÁCIDO HIPOCLOROSO	14.38	4	0.87	A
OZONO	14.75	4	0.87	A

MEDIAS CON UNA LETRA COMÚN NO SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES (P<= 0,05)

**ANEXO G: RESULTADOS DE LABORATORIO DEL ANÁLISIS DE LA LECHE CRUDA DE VACA**

<b>LABORATORIO DE ANALISIS TECNICOS EN ALIMENTOS Y VETERINARIA</b>									
Calle Juan Montalvo 29-64 y Ayacucho									
E-mail: holabyron@yahoo.es Teléfono: 0997102784									
Fecha: 08 de diciembre de 2020									
Técnico solicitante: Srta. Erika Guzñay									
Finca: Criadero Jersey "El Puente"									
Muestras: Leche cruda de vaca									
Análisis solicitado: Cultivo bacteriológico, tinción Gram y antibiograma con 6 antibióticos para caracterizar agentes bacterianos causantes de Mastitis									
<b>RESULTADOS DE LABORATORIO</b>									
<b>ANTIBIOGRAMA</b>									
Muestra	Cultivo en agar sangre	Tinción Gram	Especimen presumible	Amoxicilina + Ac. Clavulánico	Amikacina	Tetraciclina	Ciprofloxacina	Sulfametoxazol + Trimetoprim	Penicilina G
281 AD	Colonias color crema, 1 mm de diámetro, no haemolíticas	CBG-	E. coli	S	S	R	S	MS	MS
281 AI	Colonias color crema, 1 mm de diámetro, no haemolíticas	CBG-	E. coli	S	S	R	S	MS	MS
281 PD	Colonias color crema, 1 mm de diámetro, no haemolíticas	CBG-	E. coli	S	S	R	S	MS	MS
281 PI	Colonias color crema, 3 mm de diámetro, alfa haemolíticas	CG+	Staphylococcus sp	S	S	S	S	S	R
150 AD	Colonias color crema, 1 mm de diámetro, no haemolíticas	CBG-	E. coli	S	S	R	S	MS	MS
150 AI	Colonias color crema, 1 mm de diámetro, no haemolíticas	CBG-	E. coli	S	S	R	S	MS	MS

150 PD	Colonias color crema, 1 mm de diámetro, no haemolíticas	CBG-	E. coli	S	S	R	S	MS	MS
150 PI	Colonias color crema, 1 mm de diámetro, no haemolíticas	CBG-	E. coli	S	S	R	S	MS	MS
126 AD	Colonias color amarillo, 2 mm de diámetro, alfa haemolíticas	CG-	Klebsiella pneumoniae	S	R	S	S	S	S
126 AI	Colonias color crema, 1 mm de diámetro, no haemolíticas	CBG-	E. coli	S	S	R	S	MS	MS
126 PD	Colonias color crema, 1 mm de diámetro, no haemolíticas	CBG-	E. coli	S	S	R	S	MS	MS
126 PI	Colonias color crema, 1 mm de diámetro, no haemolíticas	CBG-	E. coli	S	S	R	S	MS	MS
147 AD	Colonias color amarillo, 3 mm de diámetro, no haemolíticas	CG+	Staphylococcus sp	S	R	R	MS	S	R
	Colonias color crema, 1-2 mm de diámetro, no haemolíticas	CG+	Staphylococcus sp	R	R	MS	MS	S	R
147 PD	Colonias color crema, 1 mm de diámetro, no haemolíticas	CG-	Klebsiella pneumoniae	S	R	S	S	S	R
312 AD	Colonias color crema, 1 mm de diámetro, no haemolíticas	CBG-	E. coli	S	S	R	S	MS	MS
312 AI	Colonias color crema, 1 mm de diámetro, no haemolíticas	CBG-	E. coli	S	S	R	S	MS	MS
312 PD	Colonias color crema, 1 mm de diámetro, no haemolíticas	CBG-	E.coli	S	S	R	S	MS	MS
312 PI	Colonias color crema, 1 mm de diámetro, no haemolíticas	CBG-	E. coli	S	S	R	S	MS	MS
103 PD	Colonias color amarillo, 4 mm de diámetro, no haemolíticas	CG+	Staphylococcus sp	S	R	S	S	S	R

129 AI	Colonias color crema, 2 mm de diámetro, no haemolíticas	CG-	Klebsiella pneumoniae	S	R	S	S	S	R
129 PI	Colonias color crema, 1 mm de diámetro, no haemolíticas	CBG-	E. coli	S	S	R	S	MS	MS
146 AD	Colonias color amarillo, 3 mm de diámetro, no haemolíticas	CG+	Staphylococcus sp	S	S	S	S	S	S
146 AI	Colonias color crema, 1 mm de diámetro, no haemolíticas	CBG-	E. coli	S	S	R	S	MS	MS
146 PD	Colonias color crema, 1 mm de diámetro, no haemolíticas	CBG-	E. coli	S	S	R	S	MS	MS
146 PI	Colonias color crema, 3 mm de diámetro, alfa haemolíticas	CG+	Staphylococcus sp	S	S	S	R	S	R
140 AD	Colonias color crema, 1 mm de diámetro, no haemolíticas	CBG-	E. coli	S	S	R	S	MS	MS
140 AI	Colonias color crema, 2 mm de diámetro, no haemolíticas	CG-	Klebsiella pneumoniae	S	R	S	S	S	R
140 PD	Colonias color crema, 1 mm de diámetro, no haemolíticas	CBG-	E. coli	S	S	R	S	MS	MS
140 PI	Colonias color crema, 2 mm de diámetro, alfa haemolíticas	CG+	Staphylococcus sp	S	MS	S	R	S	S
H21 AD	Colonias color crema, 1-2 mm de diámetro, no haemolíticas	CG+	Staphylococcus sp	R	MS	R	MS	S	R
H21 AI	Colonias color crema, 2 mm de diámetro, no haemolíticas	CG-	Klebsiella pneumoniae	S	R	S	S	S	R
H21 PD	Colonias color crema, 3 mm de diámetro, alfa haemolíticas	CG+	Staphylococcus sp	S	S	S	R	S	R

H21 PI	Colonias color amarillo, 3 mm de diámetro, alfa haemolíticas	CG+	Staphylococcus aureus	S	S	S	S	S	R
	Colonias color crema, 3 mm de diámetro, no haemolíticas	CG-	Klebsiella pneumoniae	S	R	S	S	S	R
289 AI	Colonias color crema, 1 mm de diámetro, no haemolíticas	CBG-	E. coli	S	S	R	S	MS	MS
289 PD	Colonias color amarillo, 3 mm de diámetro, alfa haemolíticas	CG+	Staphylococcus aureus	S	S	S	S	S	R
289 PI	Colonias color amarillo, 3 mm de diámetro, no haemolíticas	CG+	Staphylococcus sp	S	S	S	S	S	S
	Colonias color crema, 1 mm de diámetro, no haemolíticas	CBG-	E. coli	S	S	R	S	MS	MS
	Colonias color crema, 5 mm de diámetro, no haemolíticas	CG+	Staphylococcus sp	R	R	R	MS	S	R
240 AD	Colonias color crema, 1 mm de diámetro, no haemolíticas	CBG-	E. coli	S	S	R	S	MS	MS
274 AD	Colonias color crema, 1 mm de diámetro, no haemolíticas	CBG-	E. coli	S	S	R	S	MS	MS
274 AI	Colonias color crema, 2 mm de diámetro, alfa haemolíticas	CG+	Staphylococcus sp	S	MS	S	R	S	S
274 PD	Colonias color crema, 1 mm de diámetro, no haemolíticas	CBG-	E. coli	S	S	R	S	MS	MS
274 PI	Colonias color amarillo, 3 mm de diámetro, alfa haemolíticas	CG+	Staphylococcus aureus	S	S	S	S	S	R
117 AI	Colonias color crema, 2 mm de diámetro, no haemolíticas	CG-	Klebsiella pneumoniae	S	R	S	S	S	R

<b>REFERENCIAS DE LA NOMENCLATURA UTILIZADA</b>
CG- : Cocos Gram negativos
CBG- : Coco bacilos Gram negativos
CG+ : Cocos Gram positivos
S: Sensible al antibiótico
MS: Medianamente sensible al antibiótico
R: Resistente al antibiótico
AD: Cuarto Anterior derecho
AI: Cuarto Anterior izquierdo
PD: Cuarto Posterior derecho
PI: Cuarto Posterior izquierdo
150, 274, 281, etc: Número de la vaca