

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



## FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

### CARRERA DE AGROPECUARIA

**Tema: “Evaluación de ozonoterapia como alternativa para el tratamiento de mastitis en bovinos, en el Cantón San Pedro de Huaca.”**

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del  
título de Ingeniera en Agropecuaria

AUTORA: Cuasquer Guiz Lisbeth Pamela

TUTOR: MSc. Balarezo Urresta Luis Rodrigo, PhD.

Tulcán, 2024.

## CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que la estudiante Cuasquer Guiz Lisbeth Pamela y con el número de cédula 0401706619 ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de ozonoterapia como alternativa para el tratamiento de mastitis en bovinos, en el Cantón San Pedro de Huaca"

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva



Firmado electrónicamente por:  
**LUIS RODRIGO  
BALAREZO  
URRESTA**

---

MSc. Balarezo Urresta Luis Rodrigo, PhD.

**TUTOR**

Tulcán, julio de 2024

## **AUTORÍA DE TRABAJO**

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniera en la Carrera de agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Cuasquer Guiz Lisbeth Pamela con cédula de identidad número 0401706619, declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

---

Cuasquer Guiz Lisbeth Pamela

**AUTORA**

Tulcán, julio de 2024

## **ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Yo Cuasquer Guiz Lisbeth Pamela declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de ozonoterapia como alternativa para el tratamiento de mastitis en bovinos, en el Cantón San Pedro de Huaca" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.

---

Cuasquer Guiz Lisbeth Pamela

**AUTORA**

Tulcán, julio de 2024

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a la Purita por guiarme y darme la fuerza y sabiduría para seguir con mi carrera universitaria.

A mi hija Scarlett por darle sentido a mi vida y ser el motivo y la fuente de inspiración para culminar con éxito este trabajo, que a pesar de los regaños ella siempre me decía "Mami Te Amo", palabras que me daban fuerza para seguir mi camino a través de este viaje académico.

Gracias infinitas a mis padres Miguel y Sonia por ese amor y apoyo incondicional, por ser mi pilar fundamental y sobre todo por su sacrificio que ha sido clave para el logro alcanzado. También expreso mi gratitud a mis hermanos Iker y Cinthya por tenerme paciencia y brindarme su tiempo para escucharme y apoyarme y como no agradecer a mi sobrina Josabeth que son sus locuras siempre me saca una sonrisa a pesar del cansancio y mis días malos.

Así mismo un agradecimiento profundo a mi familia que por medio de mensajes siempre estuvieron apoyándome, y a mis amigos quienes contribuyeron con el desarrollo de mi investigación.

Me gustaría agradecer también a una persona especial que entró a mi vida y que siempre estuvo para mí sin importar las circunstancias con una palabra de aliento, con demostraciones de amor, por su tiempo y paciencia y por estar cuando más lo necesitaba.

## DEDICATORIA

La presente Tesis va dedicada primeramente a mi Purita por ser la luz que guía mi camino y por todas las bendiciones recibidas a lo largo de mi vida personal y universitaria.

Dedico también mi trabajo a mi compañera de vida, la luz de mis ojos, mi niña consentida, mi hija Scarlett, por ser la promotora de mi lucha constante para alcanzar mi meta.

A mis queridos padres por todo su cariño, dedicación y esfuerzo a lo largo de mi formación académica; a mis hermanos, por sus consejos y su compañía en las largas noches de desvelo y a mi sobrina que también estuvo para acompañarme y ayudarme en muchas actividades. Sin todos ellos nada de esto fuese posible.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	12
<b>ABSTRACT</b> .....	13
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	14
<b>I. EL PROBLEMA</b> .....	16
<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	16
<b>1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	17
<b>1.3. JUSTIFICACIÓN</b> .....	17
<b>1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN</b> .....	18
1.4.1. Objetivo General .....	18
1.4.2. Objetivos Específicos .....	18
1.4.3. Preguntas de Investigación .....	18
<b>II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b> .....	19
<b>2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	19
<b>2.2. MARCO TEÓRICO</b> .....	22
2.2.1. La mastitis.....	22
2.2.2. Tipos de mastitis.....	22
2.2.3. Factores predisponentes de mastitis .....	23
2.2.4. Agentes causales de la mastitis.....	24
2.2.5. Mecanismo de Infección .....	25
2.2.6. Invasión del pezón .....	25
2.2.7. Inflamación del Área Afectada. ....	25
2.2.8. Inflamación de la glándula mamaria.....	26
2.2.9. Células somáticas. ....	26
2.2.10. Prevención de la mastitis.....	26
2.2.11. Impacto económico de la mastitis .....	27

2.2.12. Ozono.....	27
2.2.13. Ozonoterapia .....	27
2.2.14. Características y propiedades del ozono .....	28
2.2.15. Presentación del ozono para la ozonoterapia .....	28
2.2.16. Mecanismo de acción .....	29
2.2.17. Vías de administración .....	30
2.2.18. Efectos del ozono .....	32
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>34</b>
<b>3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO .....</b>	<b>34</b>
3.1.1. Enfoque .....	34
3.1.2. Tipo de Investigación.....	34
<b>3.2. HIPÓTESIS .....</b>	<b>34</b>
<b>3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....</b>	<b>34</b>
3.3.1. Definición de variables.....	34
3.3.2. Operacionalización de las variables.....	36
<b>3.4. MÉTODOS UTILIZADOS .....</b>	<b>37</b>
3.4.1. Localización del experimento .....	37
3.4.2. Equipos y materiales .....	37
3.4.3. Tratamientos y diseño experimental .....	38
3.4.4. Descripción y caracterización del ensayo .....	38
3.4.5. Procedimiento Experimental.....	38
<b>3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....</b>	<b>40</b>
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>41</b>
<b>4.1. RESULTADOS .....</b>	<b>41</b>
4.1.1. Recuento de células somáticas (RCS).....	41
4.1.2. Eficiencia del ozono .....	43
4.1.3. Tiempo de recuperación en relación con la mastitis (inflamación, dolor y enrojecimiento) .....	45

4.1.4. Costos por tratamiento .....	53
<b>4.2. DISCUSIÓN .....</b>	<b>53</b>
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>57</b>
5.1. CONCLUSIONES .....	57
5.2. RECOMENDACIONES .....	57
<b>VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>58</b>
<b>VII. ANEXOS.....</b>	<b>64</b>

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables .....	36
Tabla 2. Características climáticas del cantón Huaca.....	37
Tabla 3. Esquema del experimento .....	38
Tabla 4. Análisis de varianza para el recuento de CS*ml <sup>-1</sup> antes del tratamiento .....	41
Tabla 5. Análisis de varianza para el recuento de CS*ml <sup>-1</sup> después de la primera aplicación.....	42
Tabla 6. Prueba de Tukey de RCS después de la primera aplicación .....	42
Tabla 7. Análisis de varianza para el recuento de CS*ml <sup>-1</sup> después segunda aplicación .....	43
Tabla 8. Prueba de Tukey de RCS después de la segunda aplicación .....	43
Tabla 9. Evolución del tratamiento con antibiótico según la aplicación .....	47
Tabla 10. Evolución del T1 según la aplicación .....	47
Tabla 11. Evolución del T2 según la aplicación.....	48
Tabla 12. Evolución del T3 según la aplicación.....	49
Tabla 13. Evolución del T4 según la aplicación.....	49
Tabla 14. Evaluación de la inflamación por tratamiento según la escala de Montero .....	51
Tabla 15. Evaluación del dolor por tratamiento según la escala de Vázquez.....	51

Tabla 16. Evaluación del enrojecimiento por tratamiento según la escala de Sergas .....	52
Tabla 17. Costos por cada tratamiento .....	53
Tabla 18. Total, y efectividad de los tratamientos.....	53

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Porcentaje de eficiencia del ozono.....	44
Figura 2. Porcentaje de eficiencia del ozono al final de la investigación .....	44
Figura 3. Escala de valoración de la inflamación.....	45
Figura 4. Escala de valoración del dolor.....	45
Figura 5. Escala de valoración de enrojecimiento.....	46
Figura 6. Generador de ozono.....	67
Figura 7. Equipo de conteo de células somáticas .....	67
Figura 8. Antibiótico .....	68
Figura 9. Vaca con mastitis clínica .....	68
Figura 10. Preparación de la solución ozonificada.....	69
Figura 11. Aplicación de la solución ozonificada .....	69
Figura 12. Aplicación de antibiótico .....	70
Figura 13. Preparación de la muestra de leche para el análisis .....	70
Figura 14. Resultados del análisis de células somáticas.....	71

### ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC .....	64
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas .....	65
Anexo 3. Generador de ozono .....	67

Anexo 4. Equipo de conteo de células somáticas .....	67
Anexo 5. Antibiótico.....	68
Anexo 6. Vaca con mastitis clínica en su cuarto posterior izquierdo .....	68
Anexo 7. Preparación de la solución ozonificada .....	69
Anexo 8. Aplicación de la solución ozonificada .....	69
Anexo 9. Aplicación de antibiótico.....	70
Anexo 10. Preparación de la muestra de leche para el análisis .....	70
Anexo 11. Resultados del análisis de células somáticas .....	71

## RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en diferentes fincas del cantón San Pedro de Huaca, el objetivo fue determinar el efecto de la ozonoterapia como una alternativa para el control de mastitis bovina, para lo cual se trabajó con un diseño completamente al azar, se manejaron 50 unidades experimentales confirmando mastitis clínica en las cuales se observaron inflamación, dolor y enrojecimiento. Para ello se evaluaron diferentes tratamientos, para el T1: 1g de ozono + 200 ml de solución salina (0,5%), T2: 1g de ozono + 300 ml de solución salina (0,33%), T3: 1g de ozono + 400 ml de solución salina (0,25%), T4: 1g de ozono + 500 ml de solución salina (0,20%) y el T0: tratamiento testigo fue el antibiótico (cefalexina), la dosis fue de 10 cc para cada tratamiento. La investigación constó de cinco tratamientos con frecuencia de dos aplicaciones con diferencia de un día para cada aplicación. Las variables evaluadas fueron: células somáticas, tiempo de recuperación en relación con la mastitis (inflamación, dolor y enrojecimiento) y costos por tratamiento. Los resultados en células somáticas (CS) mostraron una diferencia estadísticamente significativa después de la primera (p-valor 0,02) y segunda aplicación (p-valor 0,0025) mostrando un promedio inicial de 1139.81 CS\*ml<sup>-1</sup> reduciendo 315.44 CS\*ml<sup>-1</sup> a la segunda aplicación es decir bajo a 824.37 CS\*ml<sup>-1</sup> obteniendo un porcentaje de eficiencia 72,32 % en general y una eficiencia del 68% para el tratamiento T2. Para la variable tiempo de recuperación en relación a la mastitis (inflamación, dolor y enrojecimiento) el tratamiento más efectivo fue el T2, observando mejoría después de la segunda aplicación; el 70% de vacas tratadas sanaron completamente desapareciendo la inflamación, dolor y observado la glándula mamaria normal sin enrojecimiento, quedando el 30% de vacas con mastitis baja, con inflamación leve (rango 1), dolor ligero (rango 2) presentando un enrojecimiento leve. En la parte económica la utilización de ozono es más conveniente en comparación al uso de antibiótico, siendo el costo menor el del T2 con un valor de 1.24\$; a diferencia del testigo con un costo de 5.50\$ dólares. En conclusión, la utilización de ozono al 0,33% resulta eficiente para la reducción de CS, Inflamación, dolor y enrojecimiento; y tiene un costo menor que utilizar antibiótico. Además, que la leche no tiene retiro.

**Palabras Claves:** Ozonoterapia, Antibiótico, Mastitis clínica, Células Somática

## ABSTRACT

The research was carried out on different farms in the canton of San Pedro de Huaca, the objective was to determine the effect of ozone therapy as an alternative for the control of bovine mastitis, for which we worked with a completely randomized design, 50 experimental units confirming clinical mastitis in which inflammation, pain and redness were observed. For this, different treatments were evaluated, for T1: 1g of ozone + 200 ml of saline solution (0.5%), T2: 1g of ozone + 300 ml of saline solution (0.33%), T3: 1g of ozone + 400 ml of saline solution (0.25%), T4: 1g of ozone + 500 ml of saline solution (0.20%) and T0: control treatment was the antibiotic (cephalexin), the dose was 10 cc. for each treatment. The research consisted of five treatments with a frequency of two applications with a difference of one day for each application. The variables evaluated were: somatic cells, recovery time (inflammation, pain and redness) and production costs. The results in somatic cells (SC) showed a statistically significant difference after the first (p-value 0.02) and second application (p-value 0.0025) showing an initial average of 1139.81 CS\*ml<sup>-1</sup> reducing 315.44 CS\*ml<sup>-1</sup> to the second application, that is, it went down to 824.37 CS\*ml<sup>-1</sup>, obtaining an efficiency percentage of 72.32% in general and an efficiency of 68% for treatment T2. For the recovery time variable (inflammation, pain and redness), the most effective treatment was T2, with improvement observed after the second application in 70% of the treated cows, which healed completely, the inflammation and pain disappearing, and the normal mammary gland was observed without redness, leaving 30% of cows with low mastitis, with mild inflammation (range 1), slight pain (range 2) presenting mild redness. On the economic side, the use of ozone is more convenient compared to the use of antibiotics, with the lowest cost being that of T2 with a value of \$1.24; unlike the witness with a cost of \$5.50 dollars. In conclusion, the use of 0.33% ozone is efficient for reducing CS, inflammation and pain; and has a lower cost than using antibiotics. Also, milk has no withdrawal.

**Keywords:** Ozone therapy, Antibiotic, Clinical mastitis, Somatic Cel

## INTRODUCCIÓN

La mastitis es un proceso inflamatorio de la glándula mamaria provocada por traumatismos físicos o infecciones causada por microorganismos que penetran a la glándula a través del canal del pezón (Constante, 2022).

Además, genera, dolor, molestia y estrés en los animales; provocando la disminución en la producción, calidad y condición en la leche, evidenciando cambios en su sabor, olor y aumentara la carga bacteriana (González *et al*, 2021).

La causa más común de la mastitis son las bacterias, que se dividen en dos tipos: contagiosas y ambientales como *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus uberis*, *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae*. También se pueden encontrar micoplasmas, levaduras, algas y hongos (Bedolla, 2020). Hasta ahora, estos patógenos han mostrado resistencia a los tratamientos más convencionales para la mastitis (Barrios, 2023).

Esta infección bacteriana penetra la ubre cuando hay daño en el equipo de ordeño, dando lugar a un proceso inflamatorio que puede ser tanto leve como severo. Esta afección se caracteriza por provocar modificaciones en el tejido glandular y en la composición de leche. Cuando estos cambios son evidentes mediante exámenes o palpación, se denomina mastitis clínica. En casos donde no hay cambios clínicamente visibles, se recurre a métodos indirectos, ya sea en el campo o en laboratorio. La detección positiva en estos métodos indica la presencia de mastitis subclínica (Apugllon, 2021).

La mastitis es considerada una enfermedad compleja que causa daños a los hatos en todo el mundo, especialmente en zonas dedicadas a la producción de leche. Además, se presenta como uno de los principales retos higiénicos para los pequeños y medianos ganaderos en sus explotaciones (Monroy *et al*, 2022).

Este padecimiento no solo conlleva a una disminución en la producción y calidad de leche, sino que también incrementa los gastos de producción, ya que se requiere la aplicación de tratamientos que, debido a la gravedad de la enfermedad, pueden resultar costosos e incluso se llega a descartar los animales afectados.

El tratamiento que comúnmente se aplica son los antibióticos ya que juega un papel importante para la erradicación de la mastitis, sin embargo, la utilización de estos

medicamentos afecta la cantidad y calidad de leche, dejando residuos y provocando el descarte de la misma (Montenegro, 2021).

En este contexto, se ha buscado alternativas de tratamiento para enfermedades microbianas que prescindan del uso de antibióticos, dado que sus efectos negativos perjudican de manera económica y productiva a los ganaderos (Argudo, 2017).

## I. EL PROBLEMA

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La mastitis clínica y subclínica constituyen un problema mundial en los hatos lecheros. Cifuentes (2021), señala que el 10% de las vacas lactantes padecen esta condición, lo que se reporta pérdidas en la leche entre el 10 y el 50%.

La mastitis es considerada una de las afecciones que más afecta a las vacas lecheras (Chamorro, 2023). La inflamación se produce a través del canal del pezón, lo cual es provocado por la invasión de diferentes tipos de bacterias, micoplasmas, hongos, levaduras y hasta algunos virus. Según lo planteado por Corbellini (2020), las bacterias de los géneros *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Corynebacterium* y algunos gérmenes Gram -, son responsables de más del 90 % de los casos clínicos y subclínicos. La mastitis se origina a través de diversos factores, por lo cual se da un contagio de manera sencilla, transmitiendo a las demás vacas y de cuarto a cuarto, presentándose con mayor frecuencia *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus agalactiae* (Corbellini, 2020).

La mastitis bovina es la enfermedad más costosa para los productores de leche debido a las pérdidas económicas y no solo eso, sino que también provoca el descarte de las vacas (Barrios, 2023). De la misma manera afecta a la producción, disminuyendo la cantidad y calidad de leche.

La administración de sustancias para el tratamiento de mastitis se realiza frecuentemente mediante la aplicación intramamaria de antibióticos. Ésta fácil aplicación provocó el uso indiscriminado de estos productos generando resistencia bacteriana (Barrios, 2023).

La resistencia a los antibióticos tiene serias repercusiones en la economía mundial debido principalmente a los mayores costos en la terapia antimicrobiana y mortalidad más elevada (FAO, 2015).

De la misma manera la administración de estos medicamentos reduce la calidad de la leche y por ende la calidad en diversos productos debido a los residuos que estos dejan (Borda, Flores y Hernandez, 2022). Tomando en cuenta también, el tiempo de retiro que tienen los antibióticos.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

La mastitis es una enfermedad que genera resistencia microbiana por la inadecuada utilización de antibióticos provocando la disminución de la producción, descarte de la leche y alto costo por tratamiento

## **1.3. JUSTIFICACIÓN**

La mastitis es la inflamación de la glándula mamaria, ocasionada por agentes bacterianos por ende es considerada una enfermedad infecciosa, que afecta significativamente la producción, además de traer consigo pérdidas económicas y la disminución en industrias lácteas, afectando la calidad de leche (Calvinho, 2019).

El uso excesivo e inadecuado de antibióticos hacen que se genere resistencia a ciertos medicamentos aminorando su efectividad e incitando un aumento en morbilidad y mortalidad de los animales; limitando las opciones de tratamiento (Soto, 2021). Además, los agentes infecciosos pueden llegar a ser perjudiciales para la salud de las personas (Sanchez, 2018).

Existen diferentes métodos para el control de la mastitis, unos de los más utilizados son los tratamientos con antibióticos, dejando residuos en la leche. (Padilla, 2020). De la misma manera origina grandes pérdidas económicas para los ganaderos, donde la producción y calidad de leche disminuye siendo esta no apta para el consumo humano durante su tratamiento (González y Vidal del Rio, 2021).

La ozonoterapia es una alternativa que hoy en día se utiliza para el tratamiento de enfermedades ya sea de tipo bacteriana, fúngica o ectoparasitaria debido a que el ozono tiene propiedades benéficas que ayuda al control de varias patologías (Fuentes, 2019). Por otro lado, Rodríguez (2022) señala que la aplicación de ozono puede emplearse sin necesidad de una recomendación específica por parte del veterinario, sin generar efectos negativos conocidos, y no se ha registrado resistencia bacteriana al ozono. Además, no deja residuos en productos derivados de animales tratados, tanto en la leche como en la carne.

Por esta razón se plantea aplicar esta alternativa para el tratamiento de mastitis donde reduce la aplicación de antibióticos, no tiene tiempo de retiro de leche la cual puede ser entregada al consumo humano reduciendo así las pérdidas causadas por esta enfermedad.

#### **1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

##### 1.4.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de la ozonoterapia como alternativa para el tratamiento de mastitis en el Cantón San Pedro de Huaca

##### 1.4.2. Objetivos Específicos

- Establecer la eficiencia del ozono a diferentes concentraciones para el tratamiento de mastitis bovina.
- Determinar la mejor concentración de ozono para la disminución de células somáticas (CS), Tiempo de recuperación en relación con la mastitis (Inflamación, dolor y enrojecimiento)
- Analizar costos por tratamientos.

##### 1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Cuál de las concentraciones de ozono y es la mejor para el control de la mastitis bovina?
- ¿Qué beneficio brinda la utilización de ozonoterapia en el tratamiento de mastitis en bovinos?
- ¿Qué tratamiento es el más rentable?

## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Rojas y Rapp (2018), en su investigación sobre la eficacia de la ozonoterapia en el tratamiento de mastitis, en un grupo de 73 vacas Holstein y 156 cuartos, la dosis aplicada fue de 35µg/ml en 50 ml de gas/cuarto, el tratamiento se aplicó cada 24 horas y fueron 3 aplicaciones por cuarto. Llegando a la conclusión de que el tratamiento de ozono en la mastitis subclínica bovina fue eficaz disminuyendo la gravedad de la infección.

Apugllon (2021), en su investigación titulada "Diagnóstico microbiológico de mastitis bovina y evaluación de tres tratamientos en vacas jersey", evaluó ciertos tratamientos, los cuales fueron T1 (Antibiótico: Amoxicilina más ácido clavulánico), T2 (Ozono) y T3 (Ácido hipocloroso) cada uno con 4 repeticiones, para esto hizo pruebas de CMT detectando así 12 vacas con mastitis en diferentes cuartos, para ello aplicó los diferentes tratamientos obteniendo como resultado la eficacia del tratamiento 1 (T1) y tratamiento 3 (T3) fue del 50%, mientras que el tratamiento 2 (ozono) fue el que obtuvo mejores resultados dando un 75% de efectividad para tratar la mastitis.

En la investigación realizada por Machado *et al.* (2023), se realizó un estudio a las vacas para diagnosticar mastitis, esto se lo hizo mediante un examen CMT y prueba de taza de fondo oscuro. Para su tratamiento se administró 500 ml de solución ozonizada a cada cuarto mamario, se esperó 10 min para que haga efecto y enseguida se realizó el ordeño. Después de esto se infló con gas ozono el cuarto afectado con el dispositivo calibrado a 40 µg/mgx 0,5 mg/min durante 5 minutos por cuarto mamario. Durante el seguimiento de las 24 horas después del primer uso de ozonoterapia, las vacas con mastitis subclínica CMT++ mostraron mejorías significativas, sin color, edema o dolor, ni cambios mínimos en el examen CMT. La vaca con mastitis subclínica no mostró cambios clínicos y no fue reactiva al examen CMT, mientras que las vacas con mastitis clínica redujeron la inflamación a subclínica.

Veintimilla (2020), evaluó la eficacia de la ozonoterapia como un tratamiento alternativo frente al uso de antibióticos en el tratamiento de mastitis clínica bovina. Para ello aplicó una solución ozonizada administrada por vía intramamaria. La investigación constó de tres tratamientos con 3 repeticiones cada 24 h; para ello utilizaron 12 unidades experimentales conformándose 3 grupos: A, B, C, cada uno conformado por 4 unidades, en dosis de (A) 35 µg/ml y (B) 40 µg/ml, frente a un (C) testigo convencional (aplicación de antibiótico Cobactan 2.5 %) en dosis de 2ml/50kg por vía IM. Los resultados en la efectividad en la aplicación de cada tratamiento mediante un RCS, mostraron en el día 1 diferencia estadística no significativa ( $p=0.7103$ ), a diferencia del segundo día ( $p=0.2968$ ) y tercer día ( $p=0.1862$ ); obteniendo un porcentaje de recuperación tanto en el (T1) y (T3) del 50% para ambos tratamientos y un 25% para el (T2). En la parte económica la utilización del ozono resulta ser más factible en comparación del uso de un antibiótico, siendo el costo por unidad de 10.07 USD a diferencia del T3 siendo su costo de 17.52 dólares americanos.

En la investigación realizada por Argudo (2017), tomó como alternativa la aplicación de ozonoterapia para tratamiento de mastitis clínica en ganado de leche, para esto se utilizó una población de 54 vacas Holstein en producción. Los tratamientos aplicados fueron: Gas Ozono (GO;  $n = 18$ ), se aplicó 50 ml de gas ozono por vía intramamaria con 35 µg ml<sup>-1</sup> cada 24 horas por tres ocasiones, Solución Salina Ozonificada (SSO;  $n = 18$ ), se aplicó 50 ml de solución salina ozonificada por vía intramamaria con 35 µg ml<sup>-1</sup> cada 24 horas por tres ocasiones. 3), Control ( $n = 18$ ), se aplicó antibioterapia con ceftiofur (1.6 mg kg<sup>-1</sup>) por vía intramuscular cada 24 horas por tres ocasiones. Concluyendo que la administración de 50 ml de gas ozono con 35 µg ml<sup>-1</sup> por vía intramamaria, cada 24 horas y por tres ocasiones, fue efectivo para tratar casos leves y moderados de mastitis clínica en ganado de producción de leche.

En la investigación realizada por Vásquez (2019), se evaluó la asociación de Ozonoterapia local y sistémica junto al soporte médico quirúrgico, donde se obtuvo resultados de rápida resolución de la sintomatología y mejoría clínica después de la sexta sesión de ozonoterapia: menos dolor, menos eritema, disminución del volumen de la masa y de las colecciones, se retiró el corticoide después de una resonancia que confirmó la mejoría de los hallazgos de imágenes. Concluyó que sí reduce el tiempo de recuperación y la mejora de síntomas y signos disminuye los costos de

medicamentos y sus efectos colaterales o adversos, evita las recurrencias de los procesos inflamatorios y mejora el ambiente Redox de la paciente.

Robayo (2012), realiza una comparación entre un tratamiento farmacológico y uno alternativo mediante la aplicación de ozono en un control intramamario de mastitis subclínica. Ambos tratamientos producen resultados eficaces para el control de mastitis subclínica, sin embargo, el método farmacológico tradicional requiere de mayor tiempo en la aplicación y el descarte. Al igual que la utilización de ozono diluido como tratamiento alternativo demuestra ventajas en el ámbito técnico y económico.

Estévez (2015), evaluó el efecto de la administración intramamaria de ozono, para lo cual utilizó dos dosis de 50 ug y 100 ug en tres aplicaciones frente al testigo que es el antibiótico, para ello manejó 12 vacas en producción con presencia de mastitis subclínica grado +++ y clínica. Las variables analizadas fueron: recuento de UFC/ml (mesófilos), índice de coliformes totales y fecales y asilamiento de agentes causales pre tratamiento y determinación de la efectividad de los tratamientos aplicados. Los resultados fueron el análisis bacteriológico pre tratamiento mostró la presencia de UFC/ml, la ausencia de coliformes totales y fecales, además de la presencia de *Staphylococcus aureus* en el 100% de las muestras de leche analizadas. Los resultados experimentales de los tratamientos fueron sometidos a análisis de varianza (ADEVA), encontrándose diferencias altamente significativas ( $p \leq 0.05$ ) sobre la carga de UFC/ml (mesófilos) al tercer día de la evaluación, alcanzando el T1 una efectividad del 94.56% y difiriendo estadísticamente ( $p \leq 0.05$ ) con el T3 y el T2, los que presentaron una efectividad del 89.53% y del 89.52%, respectivamente. Mientras que, al séptimo día de la evaluación, también se encontraron diferencias altamente significativas, siendo el T1 el que presentó el mayor porcentaje de efectividad con el 97.53%, difiriendo estadísticamente con el T3, el que presentó una efectividad del 92.38%, y a su vez difiriendo estadísticamente del T2, el que presentó una efectividad de 91.00.

Montero (2013), realizó una investigación acerca del edema de ubre en ganado bovino, el cual es la inflamación del tejido mamario en respuesta a la acumulación excesiva de fluidos en el espacio, la cual puede generar varios efectos negativos como estrés, dolor, daño del pezón disminución de la producción entre otras. Para ello utilizó una escala de 0 a 3, siendo 0 sin edema, 1 edema leve, 2 edema

moderado, 3 edema severo. Esto con el fin de generar información relevante en la toma de decisiones gerenciales utilizando una herramienta de bajo costo.

Vázquez *et al*, (2020) menciona que el dolor es una percepción consciente que se produce como resultado de la activación del proceso de nocicepción. Se trata de una experiencia subjetiva e inespecífica, el reconocimiento y la valoración del dolor resultan especialmente complicados, en animales y, de hecho, uno de los principales motivos por lo que puede no realizarse un tratamiento adecuado del dolor es la incapacidad de reconocerlo. Es por esto que se utiliza una escala de valoración de dolor de 0 a 10 dependiendo al grado de dolor; en este caso 0 representa ausencia de dolor; 2, muestra dolor ligero; 5, dolor moderado; 8, dolor intenso y 10, dolor muy intenso. De esta manera se observa y se monitoriza el bienestar del animal.

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### 2.2.1. La mastitis

La mastitis bovina es una afección de la glándula mamaria que surge cuando varios tipos de bacterias, micoplasmas, hongos, levaduras, y ocasionalmente, virus invaden a través del conducto del pezón (Aguilar y Álvarez, 2019).

Estos microorganismos proceden de fuentes externas a la ubre, y pueden transmitirse de otro animal o de un entorno infectado. Su presencia provoca malestar, dolor y estrés en las vacas, lo que repercute negativamente tanto en la producción de leche como en su calidad fisicoquímica (Apugllon, 2021).

### 2.2.2. Tipos de mastitis

Mastitis clínica: se atribuye a cambios en los vasos sanguíneos debido al proceso inflamatorio y al daño de las células epiteliales, las causas son responsables de los síntomas. Estos síntomas incluyen pérdida de apetito, decaimiento, fiebre, así como inflamación, dolor y color en los cuartos de la ubre. En la mayoría de los casos, se produce una disminución significativa del 50% en la producción de leche. También se observan alteraciones físicas en la leche, como la formación de coágulos y grumos, que se relacionan con la colonización bacteriana y la infección en la glándula mamaria, sobre todo en los alveolos (López, Ramos y Muñoz, 2022).

Mastitis subclínica: este tipo de afección no presenta síntomas visibles, y la leche tiene un aspecto normal. A pesar de ello, los microorganismos responsables de la infección

se multiplican y se propagan a lo largo de la duración de la infección en el establo lechero (Ruíz y Sandoval, 2018).

Según Infante (2019), la presencia de mastitis subclínica tiene mayor impacto en animales jóvenes. Además, existe una correlación negativa entre el recuento de células somáticas (RCS) y la producción de leche. La leche procedente de cuartos mamarios sanos suele tener un recuento de célula somáticas de menos de 200.000/ml; valores de células somáticas superiores a 300.000 son indicativos de inflamación en la ubre.

### 2.2.3. Factores predisponentes de mastitis

Según Agronet (2021), los elementos relacionados con la aparición de mastitis, ya sea en su forma clínica o subclínica se considera según su origen: factores individuales, de manejo y ambientales.

- Factores individuales

Para Agronet (2021), las vacas con pezones lesionados tienen muchas probabilidades de desarrollar mastitis clínica, mientras que las ordeñadas con un equipo mecánico tiene un riesgo menor. También corre el riesgo aquellas vacas cuyas glándulas mamarias están contaminadas con barro o materia fecal.

- Factores de manejo

En cuanto a la manipulación, los aspectos más influyentes son evitar el uso de selladores o guantes durante el ordeño, ya que esto supone un riesgo para ambas formas de mastitis. Además, el riesgo aumenta cuando los trabajadores no se cambian o lavan la ropa entre las sesiones de ordeño.

- Factores medioambientales

Aguilar y Álvarez (2019), mencionan que en la mayoría de explotaciones lecheras, la mastitis clínica se origina a partir de patógenos ambientales, lo que significa que la infección se transmite del entorno al animal. El área general a la que el ganado está constantemente expuesto, como principal punto de contacto con los microorganismos causantes de mastitis, incluye elementos como heces, virutas de madera, paja y moscas, que actúan como fuentes de contagio. La infección puede ocurrir durante el proceso de ordeño o en el tiempo en que este se lleva a cabo.

#### 2.2.4. Agentes causales de la mastitis

Ibarra Rosero *et al.* (2022) indica algunos agentes causales de la mastitis bovina.

- *Staphylococcus aureus*. -se reconoce como la principal causa de infecciones intramamarias en rumiantes, lo que le convierte en el agente más importante y común de la mastitis bovina. Aunque varios patógenos bacterianos pueden desencadenar mastitis, el *S. aureus* destaca como el principal agente etiológico en la mayoría de las regiones del mundo. Este patógeno se ha revelado como el más prevalente y, una vez establecido en la glándula mamaria, es extremadamente difícil de erradicar, lo que provoca importantes pérdidas económicas en la industria láctea (Cedeño, 2017).
- *Escherichia coli*. – la mastitis ambiental está causada por la presencia de bacterias coliformes, la mayoría de ellas clasificadas como *Escherichia coli* (*E. coli*). La mastitis causada por *E. coli* suele producirse de forma esporádica, y las manifestaciones clínicas van desde formas muy graves, que pueden poner en peligro la vida, hasta casos más leves en los que las vacas solo presentan síntomas locales en la ubre (Cedeño, 2017).
- Mohos y levaduras. - se observa inflamación en la glándula mamaria y la leche presenta coágulos, adquiriendo una textura viscosa, mucosa, y un color blanco grisáceos. La infección se extiende gradualmente y, finalmente, el hongo desaparece. La mayoría de estos casos no responden positivamente al tratamiento con antibióticos, pero se obtiene resultados favorables mediante uso de yoduros (Velasquez, 2018).

De la misma manera Rocha (2023) indica otros agentes causantes de la mastitis.

- *Streptococcus agalactiae*. - es reconocido como una de las principales causas de infecciones intramamarias en el ganado bovino. Este patógeno altamente contagioso se dirige a la glándula mamaria y tiene la capacidad de permanecer viable durante largos periodos de tiempo (Cedeño, 2017).
- *Streptococcus dysgalactiae*. - es una de las especies bacterianas más significativas que se encuentra habitualmente en casos de mastitis bovina. La variante hemolítica de esta especie es un patógeno bastante prevalente tanto en la mastitis clínica como subclínica. La prueba serológica de Lancefield aplicada a la bacteria *Streptococcus dysgalactiae*, perteneciente

al grupo C, la identifica como uno de los patógenos más frecuentes en la mastitis bovina, causando considerables pérdidas económicas en la industria lechera (Guaman, 2021).

- *Streptococcus uberis* (SU). – tradicionalmente catalogado como un patógeno ambiental de reconocimiento global, está asociado con casos de mastitis clínica y, en su mayoría, con mastitis subclínica en vacas en periodo de lactancia. Además, es el microorganismo preeminente aislado durante el periodo seco (Guamán, 2021)

#### 2.2.5. Mecanismo de Infección

La infección de la glándula mamaria se produce siempre siguiendo la vía de conducto a lo largo del canal del pezón, y pueden llegar hasta la cisterna de la ubre e invadir el tejido glandular (Castillo, 2020).

#### 2.2.6. Invasión del pezón

La invasión del pezón se presenta generalmente en el momento del ordeño, actuando como primera línea de defensa contra la entrada de bacterias dentro de la ubre. Normalmente, el esfínter se cierra cuando la vaca no está siendo ordeñada. Reducir la carga bacteriana del pezón es de gran importancia para preservar el canal del esfínter del pezón antes de que las bacterias penetren y colonicen el parénquima. Tras el ordeño, el canal del pezón permanece parcial o totalmente dilatado durante 1 o 2 horas, lo que permite la entrada de microorganismos procedentes del entorno (materia fecal, cama, tierra, etc.) (Peña, 2022).

#### 2.2.7. Inflamación del Área Afectada.

Durante esta fase, se produce una multiplicación e invasión del tejido mamario, estableciéndose una población microbiana que se extiende rápidamente por toda la glándula, dependiendo de la patogenicidad de los microorganismos. Cada tipo de bacteria viene determinado por su capacidad para multiplicarse y adherirse al tejido mamario.

Los patógenos capaces de penetrar en el pezón y eludir la actividad antibacteriana empiezan a establecerse en la glándula mamaria, donde se multiplican y producen toxinas, enzimas y determinados componentes de la pared celular. Esto, a su vez estimula la producción de mediadores inflamatorios, lo que conducen finalmente a

la fagocitosis. La gravedad de la respuesta inflamatoria depende tanto del huésped como de los factores de patogenicidad (Veintimilla, 2020).

#### 2.2.8. Inflamación de la glándula mamaria.

La activación de la inflamación es un proceso fundamental en la eliminación del agente que está ocasionando el daño en la glándula mamaria. Cuando la inflamación es severa, el daño de tejido es inminente y resulta en el desarrollo de una mastitis aguda o crónica descontrolada que contribuye significativamente a la pérdida de producción de leche (Rodríguez, 2020).

#### 2.2.9. Células somáticas.

La mastitis bovina limita la expresión del potencial genético de las vacas lecheras, al disminuir la producción láctea y afectar la calidad sanitaria y nutricional de la leche. La mastitis provoca la inflamación del tejido glandular e incrementa el número de células somáticas (Dibarrat, s.f.).

El RCS se compone principalmente de glóbulos blancos. Como resultado, un RCS elevado indica que microorganismos han entrado en la glándula mamaria de la vaca o existe contaminación en el tanque de refrigeración. Los leucocitos constituyen alrededor del 99% de todas las células de la leche de un cuarto infectado; el 1% restante son células secretoras derivadas de los tejidos de las glándulas mamarias. Estos dos tipos de células forman parte del RCS de la leche, que a menudo se expresa en mililitros (Calla, 2023).

#### 2.2.10. Prevención de la mastitis

La prevención de la mastitis requiere mantener en óptimas condiciones la salud de las ubres de todas las vacas en producción en la unidad de producción animal (UPA). La participación activa de los veterinarios en la capacitación del personal, incluyendo ganaderos y trabajadores es crucial. Este enfoque beneficia directamente la calidad del trabajo durante el ordeño, resultando en una reducción de los casos de mastitis, tanto clínicos como subclínicos en las UPAs (Eulogio, Ruiz, Iglesias y Espinoza, 2018).

Sáenz (2020), señala algunas medidas de prevención de la mastitis bovina.

- Proceso de ordeño. – se debe asegurar una correcta desinfección del pezón y su sellado.

- Nutrición. – hay evidencia que sugiere que proporcionar una adecuada cantidad de micro y macronutrientes en la dieta de las vacas durante los periodos preparto y posparto conlleva beneficios en la prevención de la mastitis
- Estrés. – el periodo periparto se considera altamente estresante para las vacas, lo que las hace susceptibles a la mastitis.
- Evaluación periódica. – la explotación ganadera debe realizar evaluaciones periódicas de la salud de las vacas para identificar prontamente cualquier inicio de mastitis.

#### 2.2.11. Impacto económico de la mastitis

La mastitis es considerada la enfermedad más cara del mundo en el ganado bovino, afectando considerablemente la producción lechera. Las vacas que no producen debido a la pérdida de cuartos glandulares son desechadas, lo que supone importantes pérdidas económicas. La calidad de la leche durante el ordeño y el control adecuado de la mastitis clínica y subclínica son factores importantes para la rentabilidad de una explotación. Sin embargo, esta enfermedad sigue siendo uno de los problemas económicos más importantes en la actualidad, ya que afecta a la mitad del ganado vacuno. Se calcula que esta enfermedad representa el 70% de los gastos totales de los productores lácteos, lo que provoca pérdidas significativas (Bedolla y Ponce, 2008).

#### 2.2.12. Ozono

El ozono es un gas ligeramente azul, compuesto por tres átomos de oxígeno el cual es enriquecido, inestable y se descompone muy rápido en oxígeno normal y oxígeno nascente, que es un fuerte oxidante. Es por esto que actúa con gran eficiencia como desinfectante y se constituye como el más serio competidor del cloro (Rapp y Rojas, 2019).

#### 2.2.13. Ozonoterapia

La ozonoterapia es una técnica utilizada ya sea para los humanos o para los animales Vélez (2020), presentándose como una alternativa terapéutica que ayuda en el tratamiento de varias enfermedades por sus efectos y beneficios que este provoca en el organismo de cada paciente (Herrera y Fuentes, 2019).

Según Aldaz, (2022) las cantidades pequeñas de ozono para terapia cumplen un efecto terapéutico importante en el organismo. Además, menciona que para la dosificación de ozono se debe utilizar las unidades de concentración en  $\mu\text{g/ml}$ , de esta manera se puede aplicar distintas concentraciones de ozono en diferentes vías de administración, dependiendo la patología del paciente.

Vélez, (2020) mencionan que el ozono al no ser un fármaco no provoca efectos secundarios ni afecciones alérgicas; sin embargo, si la dosis es excesiva el paciente tendrá decaimiento que durará muy poco.

#### 2.2.14. Características y propiedades del ozono

El ozono es un gas reactivo con una vida media de 45 minutos a una temperatura de  $20^{\circ}\text{C}$ . La formación natural de ozono se produce mediante la foto disociación del oxígeno molecular ( $\text{O}_2$ ), donde los átomos de oxígeno activados resultantes reaccionan con otras moléculas de oxígeno. El anión radical transitorio se protona rápidamente, dando lugar a trióxido de hidrogeno ( $\text{OH}_3$ ), que se descompone en un oxidante más potente. El gas presenta un alto potencial de oxidación, siendo 1,5 veces mayor que el de cloruro cuando se utiliza como agente microbiano (Simbaña, 2020).

#### 2.2.15. Presentación del ozono para la ozonoterapia

Para Simbaña (2020), la presentación del ozono depende del tratamiento que se desee realizar, teniendo en cuenta los efectos terapéuticos que se desee conseguir para determinar el método de administración más adecuada.

Ozono gaseoso: La aplicación local en forma gaseosa puede llevarse a cabo de manera abierta o mediante un sistema de succión sellado para evitar la inhalación y efectos adversos. Esta sustancia presenta una capacidad antimicrobiana contra bacterias criogénicas, tanto en condiciones *in vitro* como *in vivo*.

Según Hernández y Fernández (2020), el ozono en estado gaseoso ha evidenciado una pronunciada capacidad antimicrobiana en casos de periodontitis, caries y tratamientos de canal en condiciones tanto *in vitro* como *in vivo*, y puede desempeñar un papel como coadyuvante en la terapia de enfermedades periodontales. Investigaciones indican que, en entornos de laboratorio, la eficacia del ozono gaseoso para desinfectar prótesis dentales supera la del agua ozonizada.

Agua ozonizada: Recibe este nombre debido a que el agua se expone contantemente a burbujeo con una cantidad especifica de ozono, con el propósito de tratar afecciones bucales, heridas, quemaduras e infecciones cutáneas de larga duración. Además, se emplea como agente desinfectante en superficies durante procedimientos quirúrgicos, así como para abordar problemas gastrointestinales y ginecológicos (Vélez, 2020).

Esta presentación demuestra eficacia frente a bacterias, hongos y virus, mostrando un efecto de control eficaz sobre patógenos periodontales y criogénicos. Su espectro de acción abarca microorganismo Gram positivos y Gram negativos. Al disolverse en agua destilada, el ozono se descompone rápidamente mediante una serie de reacciones en cadena, generando radicales hidroxilos altamente reactivos como resultado final. La capacidad germicida del agua ozonizada está directamente relacionada con la concentración de ozono disuelto, utilizándose habitualmente concentraciones de 4 mg/ml (Simbaña, 2020).

Según Vélez (2020), la solubilidad del ozono en agua es 15 veces mayor que en oxígeno. Para lograr una mayor eficacia contra bacterias y hongos, se recomienda una concentración de ozono en el rango de 75 a 300 mg/ml. Los resultados de esta aplicación suelen manifestarse en un periodo de 4 a 8 semanas, dependiendo de la gravedad de las lesiones.

La combinación de ozono con agua no solo funciona como un desinfectante, sino que también contribuye al control del sangrado, la limpieza de heridas en tejido óseo y tejido blando, aumenta el suministro local de oxígeno en la zona afectada y promueve la cicatrización. El agua ozonizada puede emplearse para irrigar la región afectada durante y después de llevar a cabo el raspado y alisado radicular no quirúrgico (Hernández y Fernández, 2020).

Aceite ozonizado: El ozono puede ser combinado con sustancias a medios oleosos tales como el aceite de oliva, aceite de girasol y propilenglicol. El aceite ozonizado ha demostrado ser eficaz contra *Staphylococcus Spp.*, *Streptococcus Spp.*, *Enterococcus Spp.*, *Pseudomonas Spp.*, *Escherichia Coli* y micobacterias.

#### 2.2.16. Mecanismo de acción

Según Barrera (2022), el ozono posee la capacidad de bloquear el desarrollo de bacterias, virus, hongos y protozoos al mejor la integridad de las células bacterianas

mediante la oxidación de fosfolípidos y lipoproteínas. Además, estimula el metabolismo del oxígeno, eleva la tasa de glucólisis en los glóbulos rojos y aumenta la producción.

La ozonoterapia es una técnica válida, alternativa y complementaria que emplea el ozono médico como catalizador para mejorar la calidad de vida en humanos, animales y plantas. También contribuye a normalizar las funciones fundamentales del ecosistema. Esta terapia puede aplicarse de manera independiente o complementaria como un aditivo junto con otras formas de tratamiento (Rapp y Rojas, 2019).

De la misma manera, Simbaña (2020), indica que la ozonoterapia se fundamenta en el uso de un agente terapéutico bio oxidativo versátil, el ozono (O<sub>3</sub>), que se aplica de manera gaseosa, disuelto en agua o en aceite, con el objetivo de proporcionar beneficios terapéuticos al paciente.

Para Schwartz y Sánchez (2012), cuando el ozono entra en contacto con los fluidos biológicos como sangre, plasma, linfa, suero salino fisiológico, orina, etc. se disuelve en el agua presente en estos líquidos y reacciona rápidamente. Los antioxidantes, tanto hidrófilos como lipófilos, presentes en estos fluidos orgánicos, se consumen una porción significativa de la dosis de ozono. Sin embargo, si la concentración aplicada es la adecuada, permite la generación de cantidades adecuadas de especies reactivas del oxígeno (ERO) y productos de la lipoperoxidación (POL).

#### 2.2.17. Vías de administración

- Auto hemoterapia Mayor (AHT-M)

Según Aldaz (2022), señalan que, en la ejecución de este procedimiento, se emplea un catéter insertado en la vena yugular para extraer una cantidad específica de sangre del paciente. Esta sangre se recopila en un frasco de vidrio que previamente contiene un anticoagulante, preferiblemente citrato de sodio al 3.8%, luego, se añade el volumen correspondiente de ozono. Es crucial destacar que la cantidad de gas no debe exceder el volumen de sangre.

También es esencial considerar el intervalo de volúmenes a emplear, que oscila entre 50ml y 100 ml. de igual manera, se debe evitar utilizar volúmenes de sangre superiores a 200 ml, ya que esto podría conllevar riesgos de trastornos hemodinámicos. Además, las concentraciones de ozono deben mantenerse en 80 ug/ml; niveles más elevados

aumentan el riesgo de hemólisis, reducción del 2.3 DPG y, como consecuencia, la inhabilidad para activar las células inmunocompetentes (Rapp y Rojas, 2019).

- Auto hemoterapia menor (AHM-m)

En este procedimiento, se obtiene sangre venosa que se cambian con ozono y posteriormente se administra mediante una inyección intramuscular, generando un estímulo para el aumento de los macrófagos, componentes clave del sistema de defensa del organismo (Gonzales, 2016).

Se trata de un tratamiento que, además de regular el metabolismo y revitaliza de manera general, es efectivo para abordar procesos inflamatorios. Contribuye una de las formas más seguras y eficaces de llevar a cabo la ozonoterapia sistémica. Este enfoque terapéutico activa las células del organismo, siendo particularmente beneficioso en condiciones alérgicas, autoinmunes (relacionadas con el sistema inmunológico) y enfermedades crónico degenerativas (Centro Integral de ozonoterapia, 2020).

- Insuflación rectal

Esta práctica implica la introducción de una sonda rectal lubricada para prevenir la irritación de los tejidos. Se administra una concentración de oxígeno de 10 a 60 um/ml y un volumen que varía aproximadamente entre 50 y 300 ml. la sonda se inserta a una profundidad de alrededor de 10 cm o 15 cm, dependiendo del tamaño del paciente. El ozono actúa directamente sobre las células de la mucosa en casos de enfermedades intestinales específicas (Romero, 2021).

- Insuflación intrauterina

Este método de administración se sugiere especialmente en situaciones de puerperio complicado, lo cual impacta en las infecciones posparto que, comúnmente, llevan a problemas de fertilidad en hembras de animales domésticos. El ozono se utiliza como una alternativa de tratamiento para tratar procesos inflamatorios en el útero, y se ha demostrado la eficacia de la combinación oxígeno ozono en la administración intrauterina en casos de piometra, con el consiguiente mejoramiento potencial de la capacidad reproductiva (Rapp y Rojas, 2019).

- Insuflación intra mamaria

Usualmente se emplea en situaciones de mastitis, una de las afecciones más significativas en el ganado lechero. Los productores enfrentan considerables pérdidas económicas y ven amenazada su producción. El tratamiento convencional de la mastitis implica el uso de antibióticos, pero esta práctica es objeto de debate ya que puede resultar en la presencia de residuos en la leche, representando un riesgo para la salud humana. La ozonoterapia desempeña un papel crucial en el manejo de esta enfermedad debido a sus propiedades (Rapp y Rojas, 2019).

#### 2.2.18. Efectos del ozono

- Oxigenante

Para Herrera y Fuentes (2019), el ozono incrementa la oxigenación sanguínea al afectar las cadenas dobles de ácidos grasos insaturados presentes en la capa fosfolipídica de la membrana de los glóbulos rojos. Este proceso resulta en la formación de peroxidasas, las cuales desempeñan un papel crucial en el metabolismo a través de los sistemas Redox Antioxidante.

Este enfoque se considera el método más natural y efectivo, ya que las enzimas demuestran ser mucho más eficientes que cualquier vitamina u otra sustancia con este propósito. De este modo, también contribuye a retrasar los procesos de envejecimiento celular (Barrera, 2022).

- Regenerador

Tiene la capacidad de iniciar la regeneración de varios tipos de tejidos, lo que resulta beneficioso en la cicatrización de lesiones que presentan dificultades de curación, así como en ulceraciones de diversos tipos, tejidos articulares, medicina estética, entre otras aplicaciones (Barrera, 2022).

- Antiálgico y antiinflamatorio

Estos resultados se observan al aplicarse localmente, donde el ozono actúa al neutralizar mediadores neuroquímicos asociados con la sensación de dolor, al mismo tiempo que facilita la metabolización y eliminación de mediadores inflamatorios con histaminas y quininas (Barrera, 2022).

- Efecto bactericida

Una de las ventajas más importantes del ozono frente a otras bacterias es que este efecto se manifiesta a baja concentración (0,01 horas o menos) y en poco tiempo, así lo menciona Barrera (2022). Además, mata muchas bacterias porque su metabolismo es 17 veces más lento que el de nuestras células y no tiene un sistema antioxidante.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO**

##### 3.1.1. Enfoque

Cuantitativa ya que se recolectó datos y se realizó un análisis para determinar células somáticas CS, concentración de la aplicación de ozono y los costos por cada tratamiento

Cualitativa ya que se observó cambios en el animal como inflamación, dolor y enrojecimiento.

##### 3.1.2. Tipo de Investigación

Se realizó una investigación experimental con un diseño completamente al azar con cinco tratamientos y dos repeticiones.

#### **3.2. HIPÓTESIS**

Hi. La aplicación de ozonoterapia es una alternativa eficaz para el control de mastitis en bovinos.

Ho. La aplicación de ozonoterapia es una alternativa no eficaz para el control de mastitis en bovinos.

#### **3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES**

##### 3.3.1. Definición de variables

Dependiente: Mastitis

- Células somáticas
- Tiempo de recuperación en relación a la mastitis Inflamación, dolor y enrojecimiento.
- Costos

Independiente: Ozono

- Concentración de aplicación (0,5%, 0,33%, 0,25%, 0.20%)
- Frecuencia de aplicación (2 veces con un día de diferencia)

### 3.3.2. Operacionalización de las variables

**Tabla 1.** Operacionalización de variables

Hipótesis	Variables	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumentos	
La aplicación de ozonoterapia es una alternativa eficaz para el control de mastitis en bovinos.	<b>Independiente</b> Aplicación de ozono	Concentración de aplicación	Testigo antibiótico (cefalexina)	Aplicación del medicamento vía intramamaria 10 cc	Generador de ozono	
			1g de ozono + 200ml (0,5%) solución salina 0.9%			
			1g de ozono + 300ml (0,33%) solución salina 0.9%			
			1g de ozono + 400ml (0,25%) solución salina 0.9%			
	<b>Dependiente</b> Infección de la glándula mamaria (mastitis)	Tiempo de recuperación en relación a la mastitis (inflamación, dolor y enrojecimiento)	1g de ozono + 500ml (0,20 %) solución salina 0.9%	Repetir dos veces	Observación y registro	Ekomilk scan Cuaderno
			R1			
			R2			
	Costos	Valor por tratamiento				

### 3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

#### 3.4.1. Localización del experimento

La actividad ganadera y agrícola son las principales fuentes de ingreso para todas las familias del cantón San Pedro de Huaca.

El Cantón se ubica al nororiente de la Provincia del Carchi, al norte y al oeste limita con el cantón Tulcán, hacia el este con el cantón Sucumbíos de la Provincia de Sucumbíos, al sur y suroriente con el cantón Montúfar.

Huaca posee las siguientes características climáticas:

**Tabla 2.** Características climáticas del cantón Huaca

Detalle	Datos
Clima	clima ecuatorial de alta montaña
Temperatura	12° C
Altitud	2760 m.s.n.m a 4040 m.s.n.m
Precipitación	1200 y 2000 mm anuales
Humedad relativa	75% a 80%

**Fuente:** (Sistema Nacional de información, 2017)

#### 3.4.2. Equipos y materiales

Materiales de oficina

- Cuaderno
- Computador
- Celular
- Esfero

Material de campo

- Generador de ozono
- Solución salina 0.9%
- Cánula intramamaria
- Antibiótico (cefalexina)
- Equipo para conteo de células somáticas Ekomilk Scan somatic cells analyzer.
- Reactivo surfactante Ekoprim
- Insumos de campo (sogas)
- Envases para la toma de muestras
- Jeringuillas

- Papel industrial
- Guantes desechables
- Overol
- Botas de caucho

### 3.4.3. Tratamientos y diseño experimental

Se realizó con un diseño experimental completamente al azar con 5 tratamientos y dos repeticiones por tratamiento.

**Tabla 3.** Esquema del experimento

Tratamiento	Código	Repeticiones	T.U. E	Total
Antibiótico	T0	2	1	10
1g ozono + 200 ml de solución salina (0,5%)	T1	2	1	10
1g ozono + 300 ml de solución salina (0,33%)	T2	2	1	10
1g ozono + 400 ml de solución salina (0,25%)	T3	2	1	10
1g ozono + 500 ml de solución salina (0,20%)	T4	2	1	10
Total, de vacas				50

T.U.E: tamaño de la unidad experimental

### 3.4.4. Descripción y caracterización del ensayo

La investigación se efectuó de manera experimental, para la cual se manejó 50 vacas en producción las cuales tuvieron mastitis clínica.

El ensayo consta de un total de cinco tratamientos, de los cuales cuatro con un gramo (1g) de ozono más solución salina al 0.9%, a diferentes concentraciones, un testigo convencional en este caso el antibiótico intramamario (cefalexina). Para cada tratamiento se administró 10cc de la solución ozonificada a diferentes concentraciones vía intramamaria.

### 3.4.5. Procedimiento Experimental

El primer día se realizó la identificación de las vacas con mastitis clínica, se tomó una muestra para determinar la cantidad de células somáticas (CS) mediante el Ekomilk, y se evaluó la inflamación de acuerdo a la clasificación por Montero (2013), dolor de acuerdo a Vázquez *et al* (2020) y enrojecimiento de acuerdo a Sergas (2020).

Al siguiente día se preparó la solución ozonificada a las concentraciones antes mencionadas y se aplicó 10cc vía intramamaria. Un día después de la aplicación se tomó una muestra de leche y se observó el tiempo de recuperación en relación con la mastitis (inflamación, dolor y enrojecimiento). Se realizó una segunda aplicación y se procedió en igual forma, es decir se aplicó el ozono por dos ocasiones con diferencia de 1 día para cada aplicación.

Las muestras recolectadas son transportadas en un cooler, para posteriormente ser llevadas a la planta de leche de la Línea Roja para realizar el conteo de células somáticas.

Para la aplicación de ozono y del antibiótico se realizó lo siguiente:

#### 3.4.5.1. Aplicación de ozono

1. Conectar el ozonizador a una corriente eléctrica.
2. Presionar el encendido
3. Calibrar el tiempo y grados de ozono según el tratamiento en este caso pondremos la perilla de ozono en el grado 1 y la perilla del tiempo en 10.
4. Colocar la manguera en un recipiente con la solución salina.
5. Activar el interruptor de la bomba de aire y de ozono.
6. Dejar que se ozonice la solución para posteriormente aplicar.

#### 3.4.5.2. Aplicación del antibiótico

1. Eliminar completamente cada cuarto.
2. Desinfectar el cuarto afectado para la aplicación.
3. Introducir con mucho cuidado el antibiótico en el cuarto afectado hasta terminar el producto.
4. Masajear el pezón hacia arriba.
5. Desinfectar el pezón.

De igual manera para el recuento de células somáticas se siguió los siguientes pasos.

#### 3.4.5.3. Conteo de células somáticas

1. Conectamos el equipo Ekomilk Scan somatic cells analyzer.
2. Preparamos el reactivo surfactante Ekoprim, para esto colocamos 100 ml de agua destilada en un recipiente limpio, a esto le agregamos 3.5 g del reactivo surfactante y disolvemos.

3. Encendemos el equipo y en la pantalla nos muestra la palabra "lavando", presionamos la tecla OK y automáticamente hace que el matraz de la muestra se incline hacia delante; a continuación, nos indica en la pantalla "llenar limpieza", para esto colocamos 10 ml de la solución preparada con agua destilada y presionamos nuevamente la tecla OK para que el equipo agite la solución durante un tiempo definido el cual hace que se detenga cuando haya terminado.
4. Pulsamos nuevamente OK y la pantalla nos muestra "preparar muestra", para ello ponemos 5 ml de la solución del surfactante, luego agregamos 10 ml de leche y presionamos OK. En ese momento el equipo agitará la mezcla durante 10 movimientos el equipo automáticamente descarga la muestra y contabiliza el tiempo que demora la descarga. Este tiempo nos indica el valor de las células somáticas y en la pantalla también podemos observar el número de células y el tiempo que se demoró.

### **3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

La investigación se realizó con un diseño completamente al azar con cinco tratamientos y dos repeticiones, los mismos que se implementaron en diferentes fincas del cantón San Pedro de Huaca. En cada uno de los tratamientos se realizaron las actividades mencionadas anteriormente y se analizaron algunos aspectos como: células somáticas, tiempo de recuperación del animal (inflamación, dolor y enrojecimiento) y costos de producción.

Para el análisis estadístico se utilizó el programa InfoStat donde se utilizó la prueba de Tukey al 5% para realizar una comparación del mejor tratamiento

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. RESULTADOS

4.1.1. Recuento de células somáticas (RCS).

4.1.1.1. Recuento de células somáticas de leche antes del tratamiento.

En la tabla 4 se observa el análisis de varianza previo a la aplicación del tratamiento donde se puede observar que no existen diferencias significativas en las vacas con mastitis clínica ya que el p-valor es de 0.7126, obteniendo una media de 1139.81 CS\*ml<sup>-1</sup> dando como resultado que todos los datos obtenidos son similares a todos los tratamientos.

**Tabla 4.** Análisis de varianza para el recuento de CS\*ml<sup>-1</sup> antes del tratamiento

Variable	N	R	R Aj	CV
Primer día	50	0,05	0	16,39%

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	74276,86	4	18569,22	0,53	0,7126ns
Tratamiento	74276,86	4	18569,22	0,53	0,7126ns
Error	1569962,6	45	34888,06		
Total	1644239,5	49			

ns: no existe significancia

\*: existe significancia

\*\*: alta significancia

4.1.1.2. Recuento de células somáticas después de la primera aplicación.

En la tabla 5 se muestra el análisis de varianza para el RCS después de la primera aplicación, en donde se observa que existe diferencias significativas entre los tratamientos con un p-valor de 0,02; disminuyendo el número de células somáticas con una media de 1040,93 CS\*ml<sup>-1</sup>.

**Tabla 5.** Análisis de varianza para el recuento de CS\*ml<sup>-1</sup> después de la primera aplicación.

Variable	N	R	R Aj	CV
Primera aplicación	50	0,21	0,14	21,69%

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	606077,62	4	151519,40	2,97	0,0292*
Tratamiento	606077,62	4	151519,40	2,97	0,0292*
Error	2293685,50	45	50970,79		
Total	2899763,12	49			

Ns: no existe significancia

\*: existe significancia

\*\*: alta significancia

Adicional a esto se realiza la prueba de Tukey después de la primera y segunda aplicación. La tabla 7 corresponde a la primera aplicación, en donde se muestra que el T2 con una concentración de 0.33% fue el mejor, reduciendo el número de células somáticas, con una media de 863,90 CS\*ml<sup>-1</sup> y el tratamiento menos favorable fue el T1 con una concentración de 0.5% de ozono.

**Tabla 6.** Prueba de Tukey de RCS después de la primera aplicación

Tratamiento	Medias	n	E. E		
2	863,90	10	71,39	A	
0	1000,81	10	71,39	A	B
4	1059,26	10	71,39	A	B
3	1078,90	10	71,39	A	B
1	1201,81	10	71,39		B

4.1.1.3. Recuento de células somáticas después de la segunda aplicación.

En la tabla 6. se muestra el análisis de varianza después de la segunda aplicación, donde se observa que existe alta significancia entre los tratamientos con un p-valor de 0,0025, con un promedio de 824.37 CS\*ml<sup>-1</sup>.

**Tabla 7.** Análisis de varianza para el recuento de CS\*ml<sup>-1</sup> después segunda aplicación

Variable	N	R	R Aj	CV
Segunda aplicación	50	0,3	0,24	31,1%

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	127275,48	4	318188,12	4,84	0,0025**
Tratamiento	127275,48	4	318188,12	4,84	0,0025**
Error	2957572,07	45	65723,82		
Total	4230324,55	89			

Ns: no existe significancia

\*: existe significancia

\*\* : alta significancia

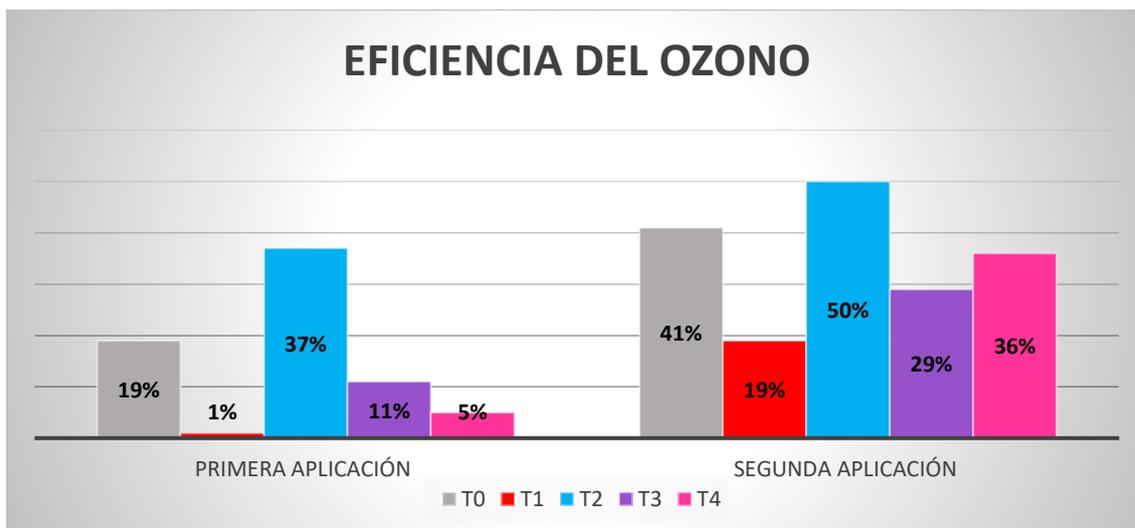
En la tabla 8 se presenta la prueba de Tukey después de la segunda aplicación, en la que se observa que el T2, T0, T4 y T3 son iguales, sin embargo, el tratamiento que sobresale de los demás es el T2 con una concentración 0.33% reduciendo el número de CS, con una media de 602.17 CS\*ml<sup>-1</sup>.

**Tabla 8.** Prueba de Tukey de RCS después de la segunda aplicación

Tratamiento	Medias	N	E. E		
2	602.17	10	81.07	A	
0	710.85	10	81.07	A	
4	851.46	10	81.07	A	B
3	887.46	10	81.07	A	B
1	1069.93	10	81.07		B

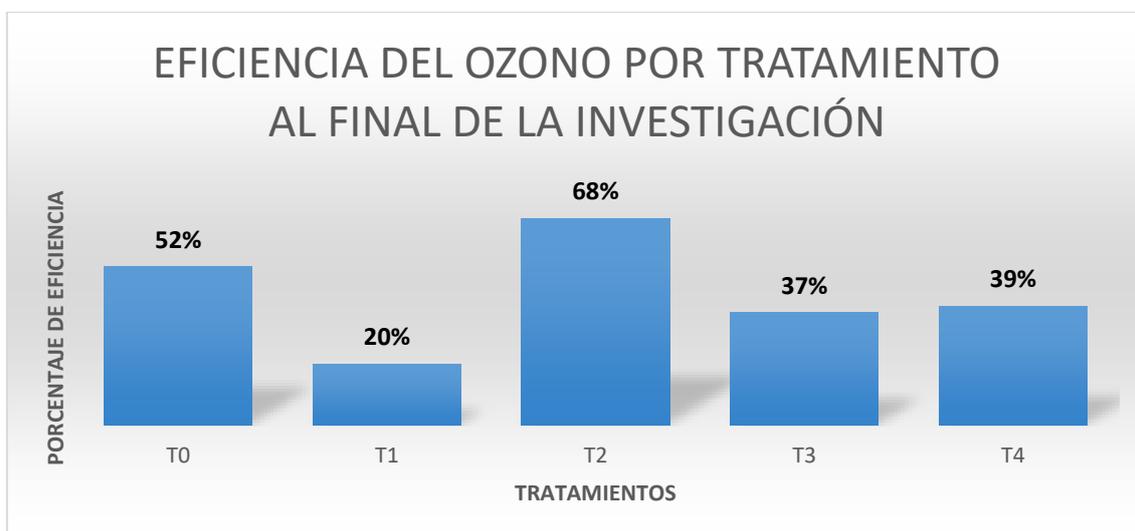
#### 4.1.2. Eficiencia del ozono

La eficiencia del ozono se muestra en la figura 2, el tratamiento con menos eficiencia en la primera y segunda aplicación es el T1 con el 1% en la primera aplicación y el 19% en la segunda aplicación, sin embargo, se evidencia que en el T2 la eficiencia es notoria mostrando el 37% en la primera aplicación y el 50% en la segunda aplicación, siendo este el mejor tratamiento.



**Figura 1.** Porcentaje de eficiencia del ozono

De la misma forma, se presenta el porcentaje de eficiencia del ozono en cada tratamiento después de la segunda aplicación, es decir después de haber concluido con las aplicaciones del tratamiento, para ello se observa en la figura 3 que el tratamiento con menos porcentaje de eficiencia es el T1 mostrando el 20% de eficiencia, siguiendo en orden ascendente está el T3 con el 37%, después le sigue el T4 con el 39%, luego el T0 con el 52%, finalmente el tratamiento que más eficiencia tiene para el control de mastitis clínica es el T2 con el 68%.



**Figura 2.** Porcentaje de eficiencia del ozono al final de la investigación

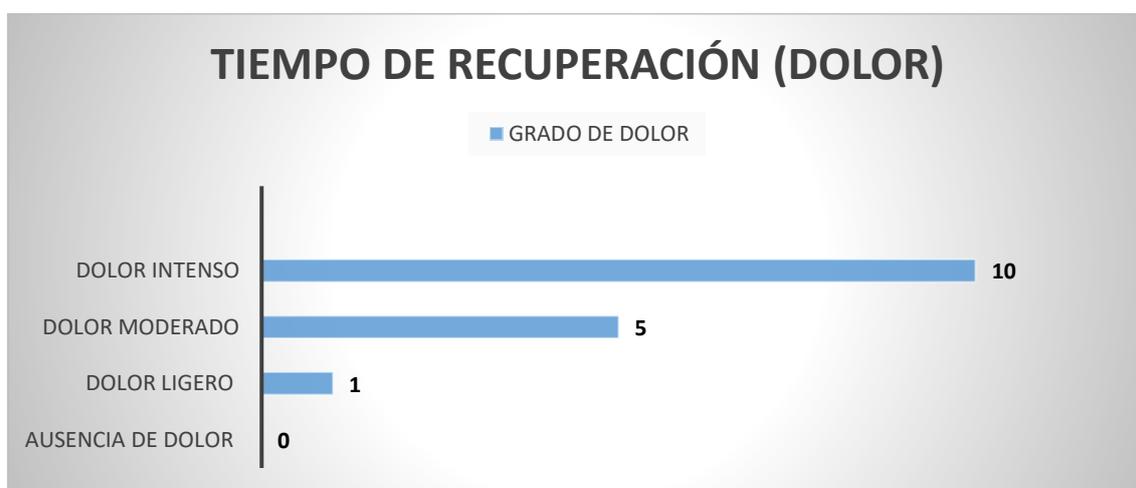
#### 4.1.3. Tiempo de recuperación en relación con la mastitis (inflamación, dolor y enrojecimiento)

Para esta variable se muestra diferentes escalas de valoración para la inflamación, dolor y enrojecimiento. La escala de inflamación se muestra en la figura 4 con un rango de 0 a 3 siendo 0 sin inflamación y de manera ascendente hasta el 3 siendo el rango máximo con inflamación severa.



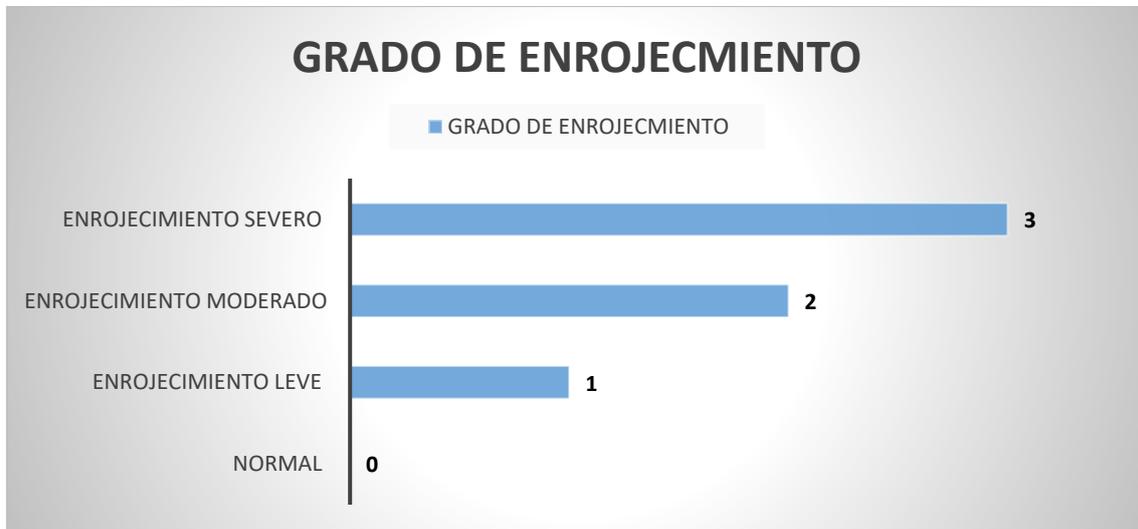
**Figura 3.** Escala de valoración de la inflamación.  
**Fuente:** (Montero, 2013)

Para la evaluación del dolor se ocupó una escala de 0 a 10 como se observa en la figura 5, donde 0 es ausencia de dolor, 1 presenta dolor ligero, 5 dolor moderado la vaca empieza a tener un poco de molestia al realizar palpación en la ubre y 10, se considera como dolor intenso la vaca reacciona inmediatamente a la palpación.



**Figura 4.** Escala de valoración del dolor.  
**Fuente:** (Vázquez et al, 2020)

En la figura 6 se muestra la escala de valoración para el enrojecimiento con un rango de 0 a 3, presentándose como; normal (0), enrojecimiento leve (1), enrojecimiento moderado (2) y enrojecimiento severo (3).



**Figura 5.** Escala de valoración de enrojecimiento.  
**Fuente:** (Sergas, 2020)

En la tabla 9 se muestra la evolución del tratamiento con antibiótico (cefalexina), donde podemos notar, en el primer día una infección avanzada con inflamación severa (rango 3); al realizar la primera aplicación el 30% de las vacas reduce los síntomas, rebajando la inflamación en un rango de 2 (inflamación moderada), de igual manera reduce el dolor en escala 5 (dolor moderado) y observando un enrojecimiento moderado; se realiza una segunda aplicación observando que el 50% de las vacas sanaron completamente, es decir desapareció la inflamación, dolor y obviamente se observa la glándula normal sin enrojecimiento y el otro 50% queda con mastitis baja con inflamación leve, dolor ligero con un enrojecimiento leve.

**Tabla 9.** Evolución del tratamiento con antibiótico según la aplicación

TRATAMIENTO	Nombre Vaca	Cuarto afectado	Día 1	Primera aplicación	Segunda aplicación
T0	Maribel	CPI	(+++)	(+++)	(+)
T0	Paola	CPI	(+++)	(+++)	(+)
T0	Consuelo	CAI	(+++)	(+++)	(+)
T0	Sofia	CPI	(+++)	(+++)	-
T0	Negocio	CAI	(+++)	(+++)	-
T0	Tania	CPI	(+++)	(+++)	(+)
T0	Silvia	CPD	(+++)	(++)	-
T0	Anita	CAD	(+++)	(+++)	-
T0	Nancy	CAI	(++)	(++)	-
T0	Lola	CAD	(+++)	(++)	(+)

+++: mastitis avanzada

++: mastitis medio

+: mastitis baja

En la tabla 10 se detalla la evolución del T1 (1g de ozono + 200 ml de solución salina 0.9%) en la que se muestra en el primer día un 100% de mastitis avanzada observando una inflamación severa, con dolor intenso (rango 10), así mismo muestra enrojecimiento severo; las vacas siguen con el mismo malestar incluso después de la primera aplicación; en la segunda aplicación reduce la inflamación en escala 2 (inflamación leve), también reduce el dolor en un rango de 2 (dolor ligero) observando un enrojecimiento leve, dejando el 90% con mastitis baja.

**Tabla 10.** Evolución del T1 según la aplicación

TRATAMIENTO	Nombre Vaca	Cuarto afectado	Día 1	Primera aplicación	Segunda aplicación
T1	Princesa	CPD	(+++)	(+++)	(+)
T1	Peluda	CAD	(+++)	(+++)	(+)
T1	Anteojuda	CAD	(+++)	(+++)	(+)
T1	Antena	CPI	(+++)	(+++)	(+)
T1	Corazón	CPD	(+++)	(+++)	(+)
T1	Leti	CAI	(+++)	(+++)	(+)
T1	Cachona	CAD	(+++)	(+++)	(+)
T1	Cuernitos	CPD	(+++)	(+++)	(+)
T1	Café	CPD	(+++)	(+++)	(++)
T1	Poma	CAI	(+++)	(+++)	(+)

+++: mastitis avanzada

++: mastitis medio

+: mastitis baja

Para el tratamiento 2 se utilizó una dosis de (1g de ozono + 300 ml de solución salina 0.9%), en el que muestra una reducción notable de la infección como lo muestra la tabla 11; observando en la primera aplicación una inflamación moderada (rango 2),

dolor ligero, con enrojecimiento leve en la glándula mamaria. En la segunda aplicación podemos observar mejoría en las vacas mostrando el 70% de vacas recuperadas completamente, es decir, sin inflamación, sin dolor, con la glándula mamaria normal sin enrojecimiento y el 30% con mastitis baja, con inflamación leve (rango 1), dolor ligero (rango 2), observando enrojecimiento leve en la glándula mamaria.

**Tabla 11.** Evolución del T2 según la aplicación.

TRATAMIENTO	Nombre Vaca	Cuarto afectado	Día 1	Primera aplicación	Segunda aplicación
T2	Morena	CAI	(+++)	(+++)	(+)
T2	Sobrina	CPI	(+++)	(++)	-
T2	Amarilla	CPI	(+)	(+)	-
T2	Negra	CAD	(+++)	(+++)	(+)
T2	Catalina	CPI	(+++)	(++)	-
T2	Luci	CPD	(+++)	(+++)	-
T2	Viejita	CPI	(+++)	(+)	-
T2	Coneja	CAD	(+++)	(++)	(+)
T2	Loca	CAD	(+++)	(++)	-
T2	Mansita	CPI	(+++)	(+++)	-

+++ : mastitis avanzada

++ : mastitis medio

+ : mastitis baja

Los resultados que se obtuvieron para el T3 (1g de ozono + 400 ml de solución salina 0.9%) se muestra en la tabla 12, observando que el 90% de las vacas están con mastitis avanzada, presentando una inflamación severa, con dolor intenso desencadenando un enrojecimiento severo; se realiza una primera aplicación en la cual solo el 20% reduce el grado de mastitis; finalmente en la segunda aplicación se observa que el 20% sanaron completamente, desapareciendo la inflamación y el dolor y mostrando la glándula mamaria en estado normal y el 80% de las vacas quedan con mastitis baja, con una leve inflamación (rango 1), con un ligero dolor, presentando un enrojecimiento leve.

**Tabla 12.** Evolución del T3 según la aplicación.

TRATAMIENTO	Nombre Vaca	Cuarto afectado	Día 1	Primera aplicación	Segunda aplicación
T3	Muñeca	CAI	(++)	(+)	-
T3	Rubí	CPI	(+++)	(+++)	(+)
T3	Viki	CAD	(+++)	(+++)	(+)
T3	Selene	CPD	(+++)	(+++)	(+)
T3	Camila	CAI	(+++)	(+++)	(+)
T3	Estrella	CAD	(+++)	(+++)	(+)
T3	Manchas	CPI	(+++)	(+++)	(+)
T3	Keila	CAD	(+++)	(+++)	(+)
T3	Coneja	CAI	(+++)	(++)	-
T3	Tati	CAD	(+++)	(+++)	(+)

+++ : mastitis avanzada

++ : mastitis medio

+ : mastitis baja

En la tabla 13 se muestra los resultados para el T4 (1g de ozono + 500 ml de solución salina 0.9%), en el que indica que en el primer día el 70% de las vacas tienen mastitis avanzada, con una inflamación severa (rango 3) y dolor intenso (rango 8), presentando enrojecimiento severo. En la primera aplicación las vacas siguen con el mismo malestar; y en la segunda aplicación las vacas presentan inflamación leve, un dolor ligero con enrojecimiento leve, quedando el 80% con mastitis baja y solo el 20% de vacas sanaron.

**Tabla 13.** Evolución del T4 según la aplicación.

TRATAMIENTO	Nombre Vaca	Cuarto afectado	Día 1	Primera aplicación	Segunda aplicación
T4	Sonia	CAI	(+++)	(+++)	(+)
T4	Alta	CPI	(+++)	(+++)	(+)
T4	Lola	CPI	(+++)	(+++)	(+)
T4	Karla	CPI	(+++)	(+++)	(+)
T4	Colorada	CPI	(+++)	(+++)	(+)
T4	Dura	CPI	(++)	(++)	-
T4	Lupe	CAI	(++)	(++)	(+)
T4	Miguelita	CPI	(+)	(+)	-
T4	Fiona	CAD	(+++)	(+++)	(+)
T4	Loca	CPI	(+++)	(+++)	(+)

+++ : mastitis avanzada

++ : mastitis medio

+ : mastitis baja

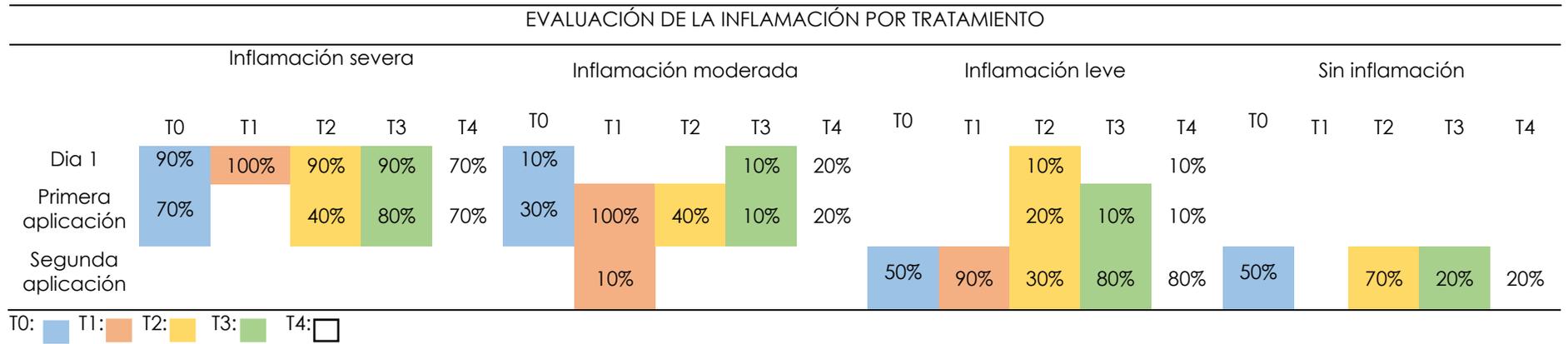
También se realizó la evaluación de la inflamación, dolor y enrojecimiento según las escalas mencionadas por los diferentes autores citados anteriormente. En la tabla 14

se muestra la evaluación de la inflamación por tratamiento dependiendo el grado de inflamación en las diferentes aplicaciones.

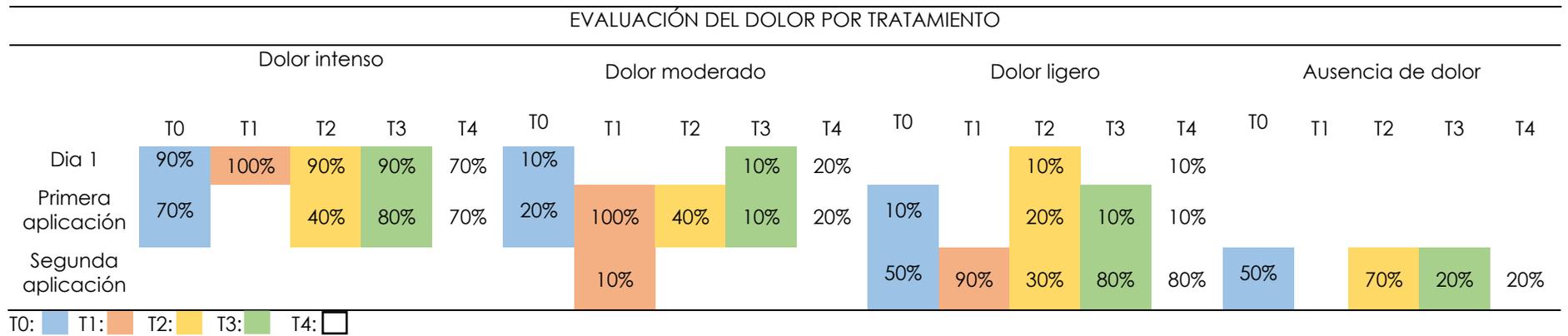
De igual manera la evaluación del dolor se muestra en la tabla 15 dependiendo el grado de dolor según la escala mencionada por Vázquez (2020)

Y finalmente la evaluación de enrojecimiento se muestra en la tabla 16, en base a la escala mencionada por Sergas (2020).

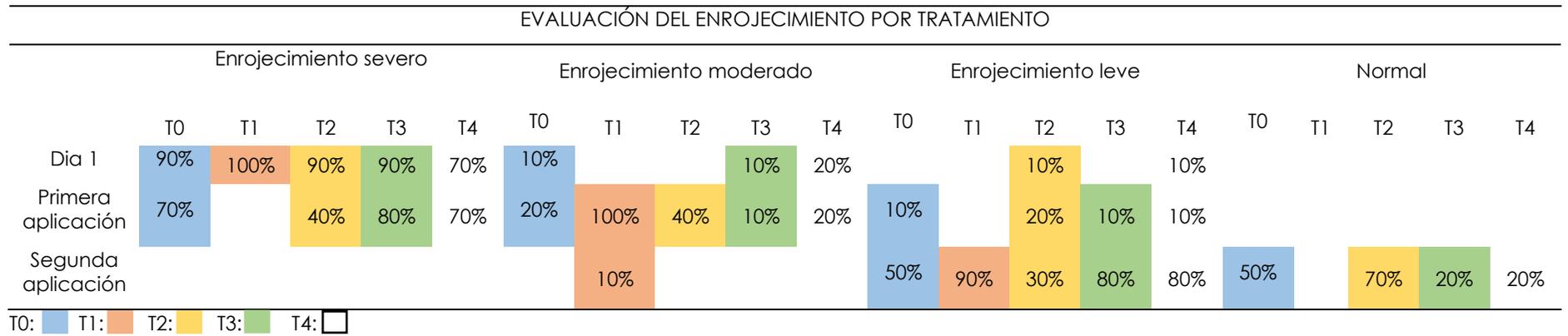
**Tabla 14.** Evaluación de la inflamación por tratamiento según la escala de Montero



**Tabla 15.** Evaluación del dolor por tratamiento según la escala de Vázquez



**Tabla 16.** Evaluación del enrojecimiento por tratamiento según la escala de Sergas



#### 4.1.4. Costos por tratamiento

En la tabla 13 se muestra los costos de aplicación por cada tratamiento, devaluando el ozonificador a un año.

**Tabla 17.** Costos por cada tratamiento

	T0	T1	T2	T3	T4
Costo de tratamiento día 1	2.75	0.47	0.62	0.77	0.92
Costo de tratamiento día 2	2.75	0.47	0.62	0.77	0.92

En la tabla 14 se detalla el total de los costos de aplicación y su efectividad en los dos días de tratamiento.

**Tabla 18.** Total, y efectividad de los tratamientos

	T0	T1	T2	T3	T4
Costo total	5.5	0.94	1.24	1.54	1.84
Efectivo	SI	NO	SI	SI	SI

## 4.2. DISCUSIÓN

La ozonoterapia ayuda a disminuir la carga bacteriana, reflejándose en el descenso de células somáticas, como lo indica Veintimilla (2020) en el que utilizó la ozonoterapia como alternativa para el tratamiento de mastitis en bovinos, donde el mejor tratamiento fue a base de una solución de 35 mcg/ml, en el cual disminuyó el grado de mastitis siendo similar al antibiótico, con una tasa de recuperación del 50% respectivamente. En comparación con esta investigación, similares fueron los resultados obtenidos con una concentración de 1g de ozono + 300 ml de solución salina, con un promedio inicial de 1139.81 CS\*ml<sup>-1</sup> disminuyendo a 824.37 CS\*ml<sup>-1</sup>, mostrando un grado de eficiencia del ozono de 68%.

Para la variable tiempo de recuperación en relación con la mastitis (inflamación, dolor y enrojecimiento) se utilizó varias escalas de valoración tanto como para inflamación (Montero, 2013), dolor (Vázquez, 2020) y enrojecimiento (Sergas, 2020); con las cuales nos guiamos para los resultados de esta investigación.

Para la evolución del tratamiento con antibiótico (cefalexina), se observa en el primer día una infección avanzada con inflamación severa (rango 3); al realizar la primera aplicación el 30% de las vacas reduce los síntomas, rebajando la inflamación en un rango de 2 (inflamación moderada), de igual manera reduce el dolor en escala 5 (dolor moderado) y observando un enrojecimiento moderado; se realiza una segunda aplicación observando que el 50% de las vacas sanaron completamente, es decir desapareció la inflamación, dolor y obviamente se observa la glándula normal sin enrojecimiento y el otro 50% queda con mastitis baja, con inflamación leve, dolor ligero, con un enrojecimiento leve. Así mismo Veintimilla (2020), utiliza cefquinoma para el tratamiento de mastitis como testigo, donde a las 72 horas de aplicación, el 50% de animales tratados se recuperó, mientras que el otro 50% presentó grado uno (+) de infección.

Al aplicar 1g de ozono + 200 ml de solución salina (0,5%) se indica, en el primer día el 100% de vacas con mastitis avanzada, observando una inflamación severa, con dolor intenso (rango 10), así mismo muestra enrojecimiento severo; las vacas siguen con el mismo malestar incluso después de la primera aplicación; en la segunda aplicación reduce la inflamación en escala 2 (inflamación leve), también reduce el dolor en un rango de 2 (dolor ligero) observando un enrojecimiento leve, dejando el 90% con mastitis baja. Rodríguez H. O (2015), obtuvo valores inferiores al aplicar ozono en dosis de 10 mg en 10 segundos por cuarto, donde a las 72 horas post tratamiento no hubo una disminución, mostrando un 60% con mastitis baja y a partir de las 96 horas solo el 10% sanó.

En el estudio de Veintimilla (2020), muestra la efectividad del ozono para el tratamiento de mastitis, aplicando una dosis de 40 ug/ml O<sub>3</sub>, en el cual los animales tratados resultaron un 25 % con mastitis subclínica grado dos (++) y el 75 % con grado tres (+++), al realizar la tercera aplicación a las 72 horas se obtuvo un 25% de animales sanos, un 75% con grado uno (+). Comparando con esta investigación los resultados obtenidos fueron similares al aplicar una concentración de 1g de ozono + 300 ml, en el que muestra una reducción notable de la infección, observando en la primera aplicación una inflamación moderada (rango 2), dolor ligero, con enrojecimiento leve en la glándula mamaria. En la segunda aplicación podemos observar mejoría en las vacas mostrando el 70% de vacas recuperadas completamente, es decir, sin inflamación, sin dolor, con la glándula mamaria normal sin enrojecimiento y el 30%

con mastitis baja, con inflamación leve (rango 1), dolor ligero (rango 2), observando enrojecimiento leve en la glándula mamaria.

En la investigación de Rodríguez H. O (2015); donde utilizó la ozonoterapia como alternativa para el tratamiento de mastitis subclínica en bovinos donde al aplicar una dosis de 20 mg de ozono a las 96 horas el 50% de animales terminaron con grado dos (++) de mastitis y el 50% sanaron completamente, en este caso los datos obtenidos en esta investigación son favorables para el tratamiento de ozonoterapia. En contraste con esta investigación, los resultados que se obtuvieron aplicando 1g de ozono + 400 ml de solución salina, se observa que el 90% de las vacas están con mastitis avanzada, presentando una inflamación severa, con dolor intenso desencadenando un enrojecimiento severo; al realizar la primera aplicación solo el 20% reduce el grado de mastitis; finalmente en la segunda aplicación se observa que el 20% sanaron completamente, desapareciendo la inflamación y el dolor y mostrando la glándula mamaria en estado normal y el 80% de las vacas quedan con mastitis baja, con una leve inflamación (rango 1), con un ligero dolor, presentando un enrojecimiento leve.

De igual manera, al aplicar 1g de ozono + 500 ml de solución salina, muestra en el primer día el 70% de las vacas con mastitis avanzada, con una inflamación severa (rango 3) y dolor intenso (rango 8), presentando enrojecimiento severo. En la primera aplicación las vacas siguen con el mismo malestar; y en la segunda aplicación las vacas presentan inflamación leve, un dolor ligero con enrojecimiento leve, quedando el 80% con mastitis baja y solo el 20% de vacas sanaron.

El análisis económico permite evaluar si la aplicación de los diferentes tratamientos es viable para el bolsillo del productor, lo que se considera importante realizar dicho análisis para el presente trabajo para que pueda ser aplicado en diferentes hatos ganaderos como una alternativa de tratamiento para la mastitis y a la vez mejorar la relación beneficio costo en la producción.

Para el valor del tratamiento con ozono Rodríguez H. O (2015) muestra un valor de 9.95 \$ por tres días de terapia, para esta investigación se generó valores para cada tratamiento con ozono: T1: 0.94\$ considerado un tratamiento no efectivo, T2: 1.24 \$, T3: 1.54 \$ y T4: 1.84\$ tratamientos considerados efectivos para la investigación. Comparando con la investigación anteriormente citada, los valores son sumamente

bajos en comparación con el tratamiento de antibiótico, evidenciando la efectividad en el control de mastitis bovina

## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES**

- La ozonoterapia es un método eficaz para el tratamiento de mastitis siendo una alternativa que ayuda a disminuir el grado de infección por lo tanto reduce la inflamación, dolor y la glándula mamaria se encuentra normal sin enrojecimiento.
- La aplicación de ozono como alternativa para el control de mastitis en bovinos reduce el número de células somáticas, observando resultados en las vacas después de la segunda aplicación (al quinto día).
- Al evaluar el ozono por tratamiento para la mastitis; el T2 0,33 %, T0 antibiótico, T3 0,25% y T4 al 0,20% fueron efectivos estadísticamente, ya que desaparece la infección en un
- La utilización de ozono es más rentable en comparación al uso de antibiótico, siendo el costo menor el T2 con un valor de 1.24\$; a diferencia del testigo con un costo de 5.50\$ dólares. Además de que no tiene retiro en leche.

### **5.2. RECOMENDACIONES**

- Realizar más investigaciones con el uso de ozono empleando concentraciones al 0,33%, 0,25% y 0,20%, con mayor número de repeticiones y a día seguido.
- Indagar más tratamientos alternativos no agresivos y ecológicos para el tratamiento de mastitis y diferentes afecciones en bovinos.
- Emplear el ozono para tratar diferentes afecciones en otros animales, a diferentes dosis o vías de aplicación para mejorar la producción pecuaria.
- Correlacionar la utilización del ozono al 0,33% con la reproducción.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adriana Scwhartz y Gregorio Martínez Sánchez. (2012). *Revista Española de ozonoterapia* . Obtenido de file:///C:/Users/ACER/Downloads/Dialnet-LaOzonoterapiaYSuFundamentacionCientifica-3915917.pdf
- Aldaz, V. D. (2022). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO*. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/11391/E-UTB-FACIAG-MVZ-000073.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Apugllon, E. P. (2021). *ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/16271/1/17T01686.pdf>
- Argudo, D. (2017). *Universidad de Cuenca, Ecuador*. Obtenido de <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/1482/1168>
- Barrera, A. E. (2022). *ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/18422/1/17T01835.pdf>
- Barrios, D. O. (2023). *Universidad de Matanzas*. Obtenido de <https://rein.umcc.cu/bitstream/handle/123456789/3843/TD23%20Daniela.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bedolla, C. (3 de julio de 2020). Obtenido de [https://www.engormix.com/lecheria/mastitis-infecciones-ubre/etiologia-mastitis-ganado-lechero\\_a45487/](https://www.engormix.com/lecheria/mastitis-infecciones-ubre/etiologia-mastitis-ganado-lechero_a45487/)
- Borda, Flores y Hernandez. (2022). *UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA*. Obtenido de *UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA*: <https://repositorio.unicolmayor.edu.co/bitstream/handle/unicolmayor/6518/R-EVISI%c3%93N%20SISTEM%c3%81TICA%20SOBRE%20ALTERNATIVAS%20DE%20TRATAMIENTO%20DE%20MASTITIS%20BOVINA%20.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Calla, Y. C. (2023). *UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC*. Obtenido de [https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/1241/T\\_042.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/1241/T_042.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Calvinho, L. F. (2019). *Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria*. Obtenido de [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/87779/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/87779/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Carlos Rojas y Lucas Rapp. (2018). *Asesoramiento Científico Técnico en Ganadería*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Eduardo-Torrico/publication/328394149\\_Eficacia\\_de\\_la\\_Ozonoterapia\\_en\\_el\\_Control\\_de\\_Mastitis\\_Bovina/links/5bca6d55299bf17a1c619949/Eficacia-de-la-Ozonoterapia-en-el-Control-de-Mastitis-Bovina.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Eduardo-Torrico/publication/328394149_Eficacia_de_la_Ozonoterapia_en_el_Control_de_Mastitis_Bovina/links/5bca6d55299bf17a1c619949/Eficacia-de-la-Ozonoterapia-en-el-Control-de-Mastitis-Bovina.pdf)

Castillo, C. O. (septiembre de 2020). *Universidad de San Carlos de Guatemala*. Obtenido de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/15250/1/Tesis%20Med.%20Vet.%20Carlos%20Oswaldo%20Tabora%20Castillo.pdf>

Cedeño, C. B. (2017). Obtenido de [https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad\\_intoxicaciones\\_metabolicos/infecciosas/bovinos\\_leche/128-Etiologia.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/infecciosas/bovinos_leche/128-Etiologia.pdf)

Centro Integral de ozonoterapia. (2020). Obtenido de <https://ozonoterapiaintegral.com.ar/autohemoterapia-menor/>

Chamorro, A. A. (Junio de 2023). *Seminario de profundización: Enfermedades Infecciosas y Parasitarias*. Obtenido de <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/7e0d966d-b26b-46dc-a607-dafa3ed41f32/content>

Cifuentes, I. (2021). *Fondo Editorial Biogénesis*, 8-8 . Obtenido de <https://revistas.udea.edu.co/index.php/biogenesis/article/view/345363/20804893>

Constante, A. E. (julio de 2022). *Universidad Politécnica Salesiana*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22964/1/TTQ799.pdf>

Corbellini, C. N. (2020). *INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA* . Obtenido de *INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA* : <https://www.agro.uba.ar/sites/default/files/agronomia/la-mastitis-bovina-y-su-impacto-sobre-calidad-de-leche.pdf>

Dibarrat, J. A. (s.f.). Obtenido de <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/105714/inmunidad%20glanndula.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Estévez, P. E. (2015). *Universidad Central del Ecuador*. Obtenido de <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/fbe8df52-f2b6-42a5-bd47-d117a45117cc/content>
- FAO. (2015). *Portal Láctea*. Obtenido de <https://www.fao.org/dairy-production-products/production/es/>
- Fernando Aguliar y Carlos Álvarez. (2019). *UTMACH*. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/15205/1/MASTITIS-BOVINA.pdf>
- Fonseca, L. E. (Septiembre de 2023). *Universidad Nacional Agraria*. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/4700/1/tnl73h967.pdf>
- Fuentes, O. H. (abril de 2019). Obtenido de <https://revistas.unillanos.edu.co/index.php/sistemasagroecologicos/article/view/725/779>
- Gonzales, A. N. (2016). *UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO*. Obtenido de <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/49814/TESINA-ANCG-05-16.pdf?sequence=1>
- González y Vidal del Río. (abril de 2021). *Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador*. Obtenido de <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2013/2001>
- Guaman, A. E. (2021). *ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO*. Obtenido de <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/15637/1/17T01665.pdf>
- Infante, D. J. (2019). *Universidad de Piura*. Obtenido de <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1802/ZOO-CHA-INF-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Joyce Machado, Maycon Douglas de Matos, Joyce Caroliny Santos, Giovane Fernandes. (2023). *Centro Universitário Brasília De Goiás*. Obtenido de <https://ojs.pubvet.com.br/index.php/revista/article/view/3321/3375>
- Juan Eulogio, Claudio Ruiz, Adrian Iglesias y Roman Espinoza. (junio de 2018). Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/343710947\\_Prevenccion\\_y\\_Tratamiento\\_de\\_Mastitis\\_en\\_Vacas\\_Altas\\_Productoras\\_de\\_Le](https://www.researchgate.net/publication/343710947_Prevenccion_y_Tratamiento_de_Mastitis_en_Vacas_Altas_Productoras_de_Le)

López María José, Ramos Albert Jesús y Muñoz Liliana. (28 de junio de 2022). *Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca* . Obtenido de <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/Biociencias/article/download/6278/5967/25706>

Lucas Rapp y Carlos Rojas. (2019). *Asesoramiento Científico Técnico en Ganadería* . Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Eduardo-Torrico/publication/333656393\\_USO\\_CLINICO\\_DE\\_LA\\_OZONOTERAPIA\\_EN\\_ANIMALES\\_MAYORES/links/5cfa8c35a6fdccd1308a1d2d/USO-CLINICO-DE-LA-OZONOTERAPIA-EN-ANIMALES-MAYORES.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Eduardo-Torrico/publication/333656393_USO_CLINICO_DE_LA_OZONOTERAPIA_EN_ANIMALES_MAYORES/links/5cfa8c35a6fdccd1308a1d2d/USO-CLINICO-DE-LA-OZONOTERAPIA-EN-ANIMALES-MAYORES.pdf)

Martinez, R. A. (2022). *UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL*. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/4596/1/tnl73a663.pdf>

Monroy, B. L. (06 de agosto de 2022). Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9042773.pdf>

Montenegro, D. J. (2021). Obtenido de <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/1032/1/381-ORMAZA%20DILAN%20-RUEDA%20RONALD.pdf>

Montero, A. S. (2013). *Nutrición Animal Tropical* . Obtenido de [file:///C:/Users/ACER/Downloads/Dialnet-EdemaDeUbreDeGanadolEntrega-5166295%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/ACER/Downloads/Dialnet-EdemaDeUbreDeGanadolEntrega-5166295%20(1).pdf)

Oscar Javier Herrera y Edgar Edilberto Fuentes. (2019). *Rev Sist Prod Agroecol*. Obtenido de <https://revistas.unillanos.edu.co/index.php/sistemasagroecologicos/article/view/725/779>

Padilla, C. A. (2020). *Universidad de Cundinamarca Sede Fusagasugá*. Obtenido de <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/3458/CARLOS%20ANDR%c3%89S%20RIOS%20PADILLA.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Peña, K. S. (2022). *Universidad Técnica de Babahoyo*. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/11402/E-UTB-FACIAG-MVZ-000081.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rocha, V. B. (2023). *Universidad Agraria del Ecuador* . Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/LITUMA%20ROCHA%20VANESSA%20BEATRIZ.pdf>

- Rodríguez, B. R. (2022). *Universidad de Santiago de Compostela* . Obtenido de [https://minerva.usc.es/xmlui/bitstream/handle/10347/30430/2022\\_TFG\\_Veterinaria\\_Romero\\_Manejo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://minerva.usc.es/xmlui/bitstream/handle/10347/30430/2022_TFG_Veterinaria_Romero_Manejo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Rodríguez, H. O. (23 de febrero de 2015). Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/3151>
- Rodriguez, J. C. (2020). Obtenido de [molivera,+342152-Texto+del+articulo-195835-1-2-20200521.pdf](https://molivera.com/342152-Texto+del+articulo-195835-1-2-20200521.pdf)
- Romero, Y. I. (2021). *Universidad Autónoma del Estado de Mexico*. Obtenido de <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/112218>
- Ruíz Luis Felipe y Sandoval Rocío. (29 de enero de 2018). *Universidad del Zulia*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/959/95955158006/html/#:~:text=La%20mastitis%20subcl%C3%ADnica%20est%C3%A1%20siempre,contener%20organismos%20pat%C3%B3genos%20%5B23%5D>.
- Sáenz, J. A. (15 de 12 de 2020). *Mastitis bovina: enfermedad mundial*. Obtenido de <https://www.veterinariadigital.com/articulos/mastitis-bovina-enfermedad-mundial/>
- Sanango, A. I. (2014). *Universidad Politécnica Salesiana*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6299/1/UPS-CT002863.pdf>
- Sanchez, J. M. (2018). *UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA*. Obtenido de <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/64970fb9-e3b6-4656-8f7f-431c4d5addb0/content>
- Sergas. (2020). *Servicio Galego de Saúde*. Obtenido de <https://ulcerasfora.sergas.gal/Informacion/Valoraci%C3%B3n-de-riesgo%20LESCAH?idioma=es>
- Simbaña, E. R. (2020). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI*. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6762/1/PC-000913.pdf>
- Sistema Nacional de información. (2017). Obtenido de [https://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdiagnostico/CAP%201%20DIAGNOSTICO%20CANTONAL\\_14-11-2014.pdf](https://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/CAP%201%20DIAGNOSTICO%20CANTONAL_14-11-2014.pdf)



## VII. ANEXOS

### Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

### ACTA

#### DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

<b>ESTUDIANTE:</b>	Quasquer Guiz Lisbeth Pamela	<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	0401706619
<b>PERIODO ACADÉMICO:</b>	2024A		
<b>PRESIDENTE TRIBUNAL</b>	Msc. JULIO JAIRO PEÑA CHAMORRO	<b>DOCENTE TUTOR:</b>	LUIS RODRIGO BALAREZO URRESTA
<b>DOCENTE:</b>	MSc. ROLANDO MARTIN CAMPOS VALLEJO		
<b>TEMA DEL TIC:</b>	"Evaluación de ozonoterapia como alternativa para el tratamiento de mastitis en bovinos, en el Cantón San Pedro de Huaca."		
No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	7,00	Ampliar el planteamiento del problema, y corregir el mismo
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7,00	Ampliar fundamentación teórica
3	METODOLOGÍA	7,00	Explicar bien
4	RESULTADOS	7,00	Mejorar las tablas y colocar tablas de inflamación, rubor y dolor
5	DISCUSIÓN	7,00	Ampliar la discusión
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	7,00	Mejorar con más explicación
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	7,00	ocupar el tiempo establecido mejor problema, marco teórico, fundamentación etc.
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	7,00	Revisar normas APA

Obteniendo una nota de: 7,00 Por lo tanto, **APRUEBA** : debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **miércoles, 5 de junio de 2024**

Msc. JULIO JAIRO PEÑA CHAMORRO  
PRESIDENTE TRIBUNAL

LUIS RODRIGO BALAREZO URRESTA  
DOCENTE TUTOR

MSc. ROLANDO MARTIN CAMPOS VALLEJO  
DOCENTE

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Cuasquer Guiz Lisbeth Pamela				
DATE: 3 de julio de 2024				
Topic: "Evaluación de ozonoterapia como alternativa para el tratamiento de mastitis en bovinos en el cantón San Pedro de Huaca"				
MARKS AWARDED QUANTITATIVE AND QUALITATIVE				
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1 Vera Játiva Edwin Andrés,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED	TOTAL 9		



## UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

**Autor:** Cuasquer Guiz Lisbeth Pamela.

**Fecha de recepción del abstract:** 3 de julio de 2024

**Fecha de entrega del informe:** 3 de julio de 2024

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

### **Observaciones:**

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



Firmado electrónicamente por:

EDISON BOANERGES PENAFIEL  
ARCOS

Ing. Edison Peñañiel Arcos MSc Coordinador  
del CIDEN

**Anexo 3.** Generador de ozono



**Figura 6.** Generador de ozono

**Anexo 4.** Equipo de conteo de células somáticas



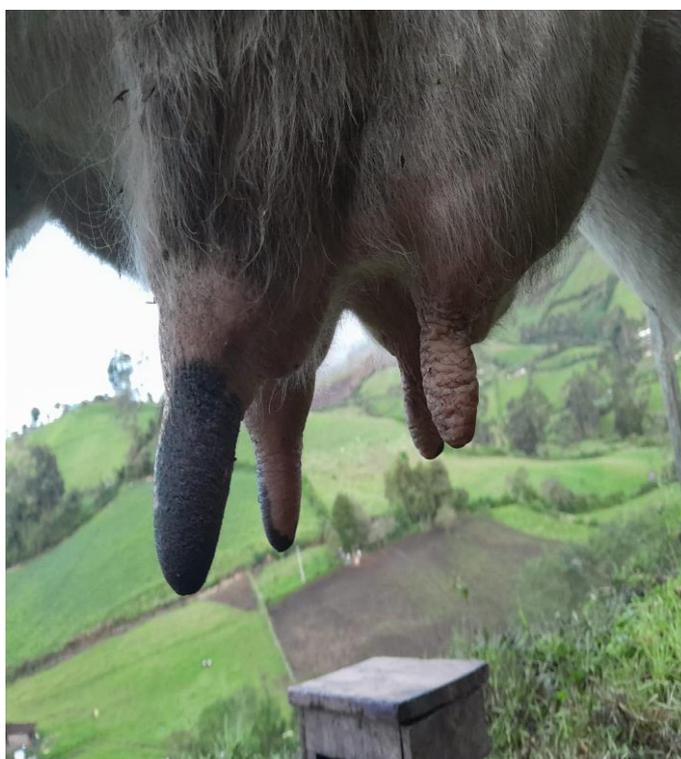
**Figura 7.** Equipo de conteo de células somáticas

**Anexo 5. Antibiótico**



**Figura 8. Antibiótico**

**Anexo 6. Vaca con mastitis clínica en su cuarto posterior izquierdo**



**Figura 9. Vaca con mastitis clínica**

**Anexo 7.** Preparación de la solución ozonificada



**Figura 10.** Preparación de la solución ozonificada

**Anexo 8.** Aplicación de la solución ozonificada



**Figura 11.** Aplicación de la solución ozonificada

**Anexo 9.** Aplicación de antibiótico



**Figura 12.** Aplicación de antibiótico

**Anexo 10.** Preparación de la muestra de leche para el análisis



**Figura 13.** Preparación de la muestra de leche para el análisis

**Anexo 11.** Resultados del análisis de células somáticas



**Figura 14.** Resultados del análisis de células somáticas

