

UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SISTEMA DE POSGRADO

TESIS FINAL

**TESIS FINAL PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE  
MAGÍSTER EN SISTEMAS SOSTENIBLES DE PRODUCCIÓN  
ANIMAL**

USO DE OZONOTERAPIA PARA EL TRATAMIENTO DE MASTITIS  
SUBCLINICA EN BOVINOS

Tutor:

Dr. WILLAM LÓPEZ VÁSQUEZ Msc

Autor:

HENRY OLAY PELÁEZ RODRÍGUEZ

Guayaquil 23 de Febrero del 2015



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

## SISTEMA DE POSGRADO

### CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Doctor Henry Olay Peláez Rodríguez, como requerimiento parcial para la obtención del Grado Académico de Magíster en Sistemas Sostenibles de Producción Animal.

Guayaquil, a los 01 días del mes de Enero del año 2015

### DIRECTOR DE TESIS

---

Dr. William López Vásquez Msc

### REVISORES:

---

Dr. José. R. Álvarez A. Mgs

---

Dra. Fabiola Miele Mgs

### DIRECTOR DEL PROGRAMA

---

Ing. John E. Franco Rodríguez, Mgs



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

## SISTEMA DE POSGRADO

### DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Henry Olay Peláez Rodríguez

#### DECLARO QUE:

La Tesis “Uso de ozonoterapia para el tratamiento de mastitis subclínica en bovinos” previa a la obtención del Grado Académico de Magíster, ha sido desarrollada en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de nuestra total autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico de la tesis del Grado Académico en mención.

Guayaquil, a 01 día del mes Enero del año 2015

EL AUTOR

---

Henry Olay Peláez Rodríguez



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

## SISTEMA DE POSGRADO

### AUTORIZACIÓN

Yo, Henry Olay Peláez Rodríguez

Autorizamos a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación en la biblioteca de la institución de la Tesis de Maestría titulada: “USO DE OZONOTERAPIA PARA EL TRATAMIENTO DE MASTITIS SUBCLÍNICA EN BOVINOS”, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a 01 del mes de Enero del año 2015

El AUTOR

---

Henry Olay Peláez Rodríguez

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo lo dedico a mis amados hijos Thomas Henry y Doménica del Cisne Peláez Vega, fuente inagotable de adrenalina y superación.

## **AGRADECIMIENTO**

Al señor todo poderoso por la vida y la salud presente.

A la U.C.S.G por la acertada maestría de producción.

Al Dr. William López, tutor, maestro y amigo que con sus conocimientos y vasta experiencia supo guiar el presente trabajo.

Al Dr. Roberto Chávez, por la apertura y apoyo en el trabajo de campo.

## ÍNDICE

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>1.1. HIPOTESIS</b>	<b>3</b>
<b>1.2. OBJETIVOS</b>	<b>4</b>
1.2.1. GENERAL	4
1.2.2. ESPECIFICOS	4
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	<b>5</b>
<b>2.1. EL OZONO</b>	<b>5</b>
2.1.1. OZONOTERAPIA EN LA MEDICINA VETERINARIA	5
<b>2.2. APLICACIÓN DEL OZONO EN GANADERÍA</b>	<b>6</b>
<b>2.3. ACCIONES FUNDAMENTALES DE LA OZONOTERAPIA</b>	<b>8</b>
<b>2.4. VÍAS DE APLICACIÓN</b>	<b>10</b>
<b>2.5. ENFOQUE</b>	<b>10</b>
2.5.1. LA INFLAMACIÓN DE LA GLÁNDULA MAMARIA	11
2.5.2. EL TRATAMIENTO CONVENCIONAL DE MASTITIS BACTERIAL	12
2.5.3. EL TRATAMIENTO CON ANTIBIÓTICO DE MASTITIS BACTERIANA	12
2.5.4. EL OZONO EN EL TRATAMIENTO LOCAL DE LA MASTITIS	13
2.5.5. OZONO VS. ANTIBIÓTICO	14
2.5.6. LA INTERACCIÓN DEL OZONO	16
2.5.7. EL OZONO Y EL SISTEMA INMUNOLÓGICO	17
2.5.8. LAS PÉRDIDAS ECONÓMICAS POR MASTITIS	17
2.5.9. EL TRATAMIENTO DE OZONO Y LA PÉRDIDA ECONÓMICA	17
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>18</b>
<b>3.1. LUGAR DE LA INVESTIGACION</b>	<b>18</b>
<b>3.2. EQUIPOS Y MATERIALES</b>	<b>20</b>
3.2.1. MATERIALES	20
3.2.2. EQUIPOS	20
<b>3.3. VARIABLES</b>	<b>21</b>
3.3.1. VARIABLES EN ESTUDIO	21

3.3.1.1. Medición de las Variables	21
<b>3.4. MÉTODOS</b>	<b>22</b>
3.4.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACION	22
3.4.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	22
3.4.3. DISEÑO EXPERIMENTAL	23
3.4.4. MANEJO DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES	24
3.4.5. PROCESAMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	24
3.4.5.1. Criterios utilizados para el análisis de resultados	24
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIONES</b>	<b>25</b>
<b>4.1. ANIMALES USADOS EN LA MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>25</b>
<b>4.2. TIPOS DE TRATAMIENTO UTILIZADOS.</b>	<b>25</b>
<b>4.3. TIEMPO DE RECUPERACIÓN.</b>	<b>25</b>
4.3.1. TRATAMIENTO DE MASTITIS SUBCLINICA CON ANTIBIÓTICO (CEFQUINOMA)	25
4.3.2. TRATAMIENTO DE MASTITIS SUBCLINICA CON OZONO EN UNA DOSIS DE 10 mg/cuarto.	26
4.3.3. TRATAMIENTO DE MASTITIS SUBCLINICA CON OZONO EN UN DOSIS DE 20 mg/cuarto.	27
4.3.4. TRATAMIENTO DE MASTITIS SUBCLINICA CON OZONO EN UNA DOSIS 60 mg/cuarto.	28
4.3.5. TRATAMIENTO 5 (T5) ANIMALES SIN ANTIBIOTICO NI OZONO	29
4.3.6. CRITERIO UTILIZADO PARA LA TABULACIÓN DE LOS RESULTADOS	29
4.3.6.1. Tratamiento 2 con Dosis de 10 mg de Ozono/cuarto	29
4.3.6.2. Tratamiento 3 con Dosis de 20 mg de Ozono /cuarto	30
4.3.6.3. Tratamiento 4 con dosis de 60 mg de Ozono /cuarto	31
4.3.7. RESUMEN DE LA OZONOTERAPIA CON DOSIS 10-20-60MG POR CUARTO EN EL TRATAMIENTO DE MASTITIS SUBCLINICA EN BOVINOS.	32
<b>4.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO</b>	<b>32</b>
4.4.1. COEFICIENTE DE RELACIÓN	34
<b>4.5. COSTOS DE LOS TRATAMIENTOS DE MASTITIS EN BOVINOS</b>	<b>36</b>
4.5.1. COSTOS DE EL TRATAMIENTO DE MASTITIS CON ANTIBIOTICOS	36
4.5.2. COSTOS DE EL TRATAMIENTO DE MASTITIS CON OZONOTERAPIA.	37
4.5.3. PÉRDIDA EN EL TRATAMIENTO DE MASTITIS CON ANTIBIÓTICO.	37

<b>5. CONCLUSIONES</b>	<b>39</b>
<b>6. RECOMENDACIONES</b>	<b>40</b>
<b>7. BIBLIOGRAFIA</b>	<b>41</b>



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Identificación de los tratamientos aplicados en la investigación	25
Cuadro 2: Eficacia del tratamiento de mastitis subclínica con antibiótico	26
Cuadro 3: Eficacia del ozono en dosis de 10 mg en 10 segundos por cuarto	27
Cuadro 4: Eficacia del ozono en dosis de 20 mg en 20 segundos por cuarto	27
Cuadro 5: Eficacia del ozono en dosis de 60 mg en 60 segundos por cuarto	28
Cuadro 6: Tratamiento 5 (Testigo T5)	29
Cuadro 7: Tratamiento con ozono en dosis de 10 mg/cuarto	30
Cuadro 8: Resumen del tratamiento T2	30
Cuadro 9: Tratamiento con ozono en dosis de 20 mg/cuarto	30
Cuadro 10: Resumen del tratamiento T3	30
Cuadro 11: Tratamiento con ozono en dosis de 60 mg/cuarto	31
Cuadro 12: Resumen del tratamiento T4	31
Cuadro 13: Efecto de la ozonoterapia en dosis de 10, 20 y 60 mg/cuarto y el T5	32
Cuadro 14: Valorización de los resultados de los diferentes tratamientos	32
Cuadro 15: Valores reales	33
Cuadro 16: Valores esperados	33
Cuadro 17: Grado de infección de los tratamientos T1, T2, T3 a las 96 horas	34
Cuadro 18: Grado de infección de los tratamientos T4 y T5 a las 96 horas	34
Cuadro 19: Coeficiente de variación	35
Cuadro 20: Contrastes octagonales	35
Cuadro 21: Prueba de Duncan	36
Cuadro 22: Costo por cuarto tratado con antibiótico	36
Cuadro 23: Depreciación de equipos	37
Cuadro 24: Costo por cuarto tratado con ozono	37
Cuadro 25: Pérdida en el tratamiento con antibiótico	38

## 1. INTRODUCCIÓN

La primera constancia bibliográfica del uso del ozono en medicina, data de la primera guerra mundial, cuando el doctor Albert Wolf, comenzó en Alemania a realizar curas con ozono para la limpieza y desinfección de heridas sépticas de guerra. Sin embargo el precursor del uso del ozono, fue Werner von Siemens, quien en 1857 construyó el primer tubo de inducción para producir ozono a partir del oxígeno. Este equipo fue el primer generador de Ozono usado para investigación de sus propiedades en la destrucción de microorganismos patógenos. Con él se realizaron también las primeras insuflaciones y experiencias de utilización del ozono a través de las mucosas, en animales y en humanos.

Posteriormente en 1932, el cirujano dentista E.A.Fisch lo utiliza en el tratamiento de úlceras e infecciones bucales. Es ahí donde conoce como paciente a Payr, quien viendo las potencialidades del ozono, junto a Aubourg, en 1936 utilizó, por primera vez, mezclas de ozono-oxígeno insuflado por vía rectal para tratar fístulas y colitis ulcerativas. En 1950, otro alemán, Joachim Haensler fabrica el primer generador de ozono médico con posibilidades de dosificar y graduar las concentraciones de la mezcla, y gracias a las experiencias y estudios de Haensler, que estableció las dosificaciones y concentraciones de ozono para su empleo en medicina, a partir de la segunda mitad del siglo XX, el desarrollo médico de la Ozonoterapia comienza a ser un fenómeno creciente.

La palabra ozono deriva del griego “ozein” que significa “oler”. La aparición de la penicilina y otros antibióticos, que en su momento se vislumbraron como la solución a la mayoría de las enfermedades humanas, asociado a las dificultades que entrañaba lograr mediciones exactas de las cantidades de ozono en las soluciones medicinales, al alto costo y poca disponibilidad de equipos generadores eficientes y seguros y a la escasa documentación científica que garantizara su seguridad en el uso clínico, influyeron para que en esa época y en años posteriores, el Ozono de uso médico prácticamente fuera desterrado del uso en medicina convencional.

La Ozonoterapia comienza a ser un fenómeno creciente en las últimas décadas afortunadamente la situación ha cambiado, diversos Centros Universitarios en Cuba, Europa,

Rusia, Polonia y China, han realizado numerosas investigaciones acerca de los efectos fisiológicos y clínicos del ozono en el organismo y algunos Hospitales Universitarios y Privados han avanzado también en la ejecución de estudios controlados de su eficacia.

La multiplicación de empresas fabricantes y proveedoras de equipos generadores de ozono médico en diferentes países ha permitido acceder a equipos de buena calidad a costos razonables, y poco a poco los sistemas sanitarios van autorizando y regulando la aplicación de esta terapia en el entorno de la medicina convencional y hospitalaria, ya que cada vez más, a medida que se acumula evidencia, es menos considerada como una práctica “alternativa”. Una terapia complementaria que ha venido cobrando importancia en los últimos años es la ozonoterapia (Araujo & Argudo, 2013) y (Zorrilla, 2001).

El ozono es la unidad alotrópica de oxígeno constituido por moléculas triatómicas de este elemento, el ozono médico está compuesto por 99,95% de O<sub>2</sub> y 0,05% de O<sub>3</sub>. Araujo & Argudo (2013) dicen, que este tiene propiedades desinfectantes, antivirales y antibacterianas sistémicas, mejora el metabolismo ya que estimula el sistema inmune y hay un aumento de glóbulos rojos, oxigenando así la sangre y aumentando la presión arterial, de esta manera la sangre pasa más rápido por las partes afectadas (Araujo & Argudo, 2013) y (Zorrilla, 2001).

El ozono médico (O<sub>3</sub>) se encuentra presente en cantidades de 0,1 hasta 50 microgramos de ozono por cada ml de mezcla, lo que es en su rango máximo, 30 veces inferior respecto a las concentraciones de uso industrial. La ozonoterapia es un método nuevo que se constituye en una alternativa de tratamiento efectivo, rápido económico y ecológico que en la actualidad es utilizado como agente terapéutico, en mínimas dosis por día con resultados satisfactorios al alcanzar la curación del paciente.

Es importante señalar que la mastitis subclínica sigue siendo la primera causa de uso de antibacterianos para su control y, es el uso de esta leche con residuos de antibióticos el principal problema en la producción de alimentos sanos. Cuando se intente tratar un caso de mastitis se deben tener en cuenta tres aspectos fundamentales: (1) Eficacia del tratamiento. (2) relación costo: beneficio y (3) residuos de fármacos en la leche (Sumano & Gutiérrez, 2014).

En la década de los 60's y 70's el énfasis en el tratamiento de las mastitis fue mediante el uso de preparados intramamarios para *gram positivos* y *gram negativos*. La eficacia global esperada superaba el 75% de los casos al primer tratamiento. Sin embargo, si se consideran las pruebas bacteriológicas y los residuos, la eficacia es mucho menor porque a menudo no se aplican antimicrobianos en la dosis y durante el tiempo necesario, y los microorganismos generan resistencias y son más invasivos como el *Streptococcus uberis* y el *Staphylococcus aureus*. Para lograr máxima eficacia, la exigencia del mercado de regresar lo más pronto posible la vaca a la línea de ordeño es una prioridad (Sumano & Gutiérrez, 2014).

El estudio a realizarse podrá introducirse a las condiciones de Ecuador. Desde el punto de vista de la presente investigación, se realizara con animales en producción láctea, y que en algún momento por factores externos y de manejo presentaran mastitis subclínica. Uno de los problemas actuales de la ganadería lechera es la mastitis subclínica la cual se ha combatido tradicionalmente con antibióticos que lamentablemente causan resistencia y permanecen como residuos indeseables en la producción láctea. Los sistemas sostenibles de producción animal en la actualidad requieren de tratamientos ecológicos,eficientes y económicos como lo es la ozonoterapia.

## **1.1. HIPOTESIS**

Para estudiar el uso de ozonoterapia en el tratamiento de mastitis subclínica en bovinos se propone la siguiente hipótesis de trabajo.

**H<sub>0</sub>:** No existe relación entre la variable tratamiento con ozono y la variable tiempo de exposición del ozono.

**H<sub>a</sub>:** Existe relación entre la variable tiempo de exposición y el tratamiento del ozono en el para la mastitis subclínica

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. GENERAL**

- Determinar tratamientos alternativos y ecológicos en la mastitis subclínica en bovinos.

### **1.2.2. ESPECIFICOS**

- Evaluar la eficacia del ozono en el tratamiento de mastitis subclínica bovina.
- Determinar el tiempo de recuperación y comparar con el tratamiento convencional.
- Valorar el costo de tratamiento por animal.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. EL OZONO**

El Ozono (O<sub>3</sub>): Es una variedad triatómica especial del oxígeno, que se forma naturalmente en las altas capas de la atmósfera y que fue descubierto en 1840. Inicialmente se empleó como germicida, por su alto potencial. Para su aplicación en medicina (ozonoterapia) se produce a partir de oxígeno medicinal, mediante generadores especialmente diseñados (Peralta, 2007).

El ozono médico no se puede adquirir en el mercado ya que no se puede almacenar, ni transportar. Debe ser producido en el momento que se va a utilizar mediante un aparato que se llama generador de ozono. (ADELO, 2012), (MEDESTETICA MEXICO).

El generador de ozono médico, debe cumplir con especificaciones y normas de fabricación, seguridad y funcionamiento, es un equipo eléctrico dotado de uno o varios reactores capaces de generar un arco voltaico de alta intensidad, a través del cual se hace pasar oxígeno medicinal puro para lograr la destrucción de una parte controlada de sus moléculas y permitir la producción de una mezcla medicinal formada por Oxígeno/ozono en una proporción de 99,95/0,05, que es la que se usa en la aplicación clínica, (MEDESTETICA MEXICO).

Se considera que el ozono es el desinfectante de mayor eficiencia microbicida y requiere tiempos de contacto bastante cortos. Se ha demostrado que cuando el ozono es transferido al agua mediante un mezclador en línea sin movimiento, las bacterias son destruidas en dos segundos. Por ello, el tiempo de contacto en la ozonización no tiene mayor importancia (Ricaurte, 2006).

#### **2.1.1. OZONOTERAPIA EN LA MEDICINA VETERINARIA**

La ozonoterapia es una técnica alternativa y/o complementaria válida que consiste en la utilización del ozono médico como elemento catalizador, el cual trata de mejorar la calidad de vida humana, animal y vegetal. Además normaliza las funciones básicas del ecosistema.

Esta puede ser aplicada en forma individual o coadyuvar como aditivo complementario con otras terapias de ejecución. (Fierro, 2006).

Los efectos básicos del ozono le confieren propiedades terapéuticas y biológicas que posibilitan la aplicación de la ozonoterapia en un amplio campo de especialidades tales como el de la mejora ambiental a través de la potabilización del agua, la alimentación (se emplea en la desinfección de frutas y verduras) y la medicina, donde ha adquirido relevancia debido a su eficacia en enfermedades asociadas al déficit de las defensas antioxidantes. (COFENAT, 2013) y (Fierro, 2006) .

La efectividad cicatrizante a través del uso tópico de ozono como alternativa de tratamiento en la cicatrización de heridas de cerdos castrados, no presentaron riesgos de contaminación de las heridas observando una rápida regeneración de los tejidos sin observar efectos colaterales indeseables, el uso de ozono en forma tópica incrementa la perfusión sanguínea y estimula el proceso de granulación y desinfección del área (Briones, 2012). Una de las ventajas de la utilización de ozono en comparación con otros tratamientos es su capacidad de penetración. Mediante la aplicación de ozono intramamaria el 60% de las vacas con mastitis aguda no necesitaron antibioterapia para su recuperación, por tanto es una terapia efectiva y no deja residuos en la leche (Fierro 2006).

## **2.2. UTILIZACIÓN DE OZONO EN GANADO**

Ricaurte (2006), señala al respecto, las altas concentraciones de animales en régimen intensivo o estabulado y el sistema de construcción de las instalaciones, generan una elevada concentración de emanaciones amoniacales, ácidos, y un aumento de la flora microbiana, la cual produce un ambiente irrespirable y falta de oxígeno, esto origina un elevado número de enfermedades, principalmente respiratorias, las cuales reducen el rendimiento de la explotación ganadera. Para corregir esta situación, el ganadero solo utiliza como medida la ventilación de los establos, corrales, a costa de un elevado aumento del consumo de energía en calefacción, y no consiguiendo con ello evitar que los gérmenes y bacterias sigan existiendo en el interior de la nave (Ricaurte, 2006).

El ozono ejecuta al menos tres acciones importantes:

- 1) Acción microbicida, es uno de los agentes con acción más rápida y eficaz.
- 2) Acción desodorante, con propiedades para destruir malos olores por lo que es muy útil en pjaras como galpones de aves o salas de ordeño.
- 3) Acción oxigenante: permitiendo al organismo utilizar el mayor oxígeno disponible. En los animales aumenta las defensas, mejora la actividad enzimática, mejora la disponibilidad de sangre oxigenada, desinflama y disminuye el dolor. Es muy eficaz en el tratamiento de heridas, infecciones, tratamiento y prevención de mastitis y desinflamación de pezuñas. (Tonello, 2012).

Ricaurte (2006) ha señalado las bondades de la utilización del ozono en ganadería y en la agricultura empleando el agua ozonizada y ambiente ozonizado en invernaderos, en incubadoras y en conservación de frutas y cárnicos en cámaras frías. También se a usado en establos y agricultura (Asociación Argentina de Ozono, 2012), (SESA,2012).

En los últimos tratamientos se utilizan dosis reducidas, en algunas escuelas como la rusa (ADELO, 2012), se ha empleado el ozono para prevenir infecciones uterinas postparto (Freire, 2011) y para controlar endometritis mucopurulenta en ganado lechero (Coloma, 2010). El ozono por sus propiedades bactericidas, oxidantes, desinfectantes y desodorantes puede transformar el ambiente interior de las naves ganaderas, logrando:

- Regenerar el aire, aumentando su oxigenación.
- Destruir bacterias, virus, etc.
- Eliminación de olores.
- Reducción de la ventilación y en consecuencia los costos de energía, se reducen.
- Reducción de costos en medicamentos; dado que a los pocos días de instalar el generador de ozono, el propio ganadero verá que los animales tienen menos enfermedades, encontrándose más "ozonizados" y aumentado el consumo de piensos.
- Sustitutivo del cloro, aplicando ozono al agua de suministro de las naves ganaderas.
- No será necesario dejar "descansar" zonas o naves ganaderas durante meses.



- La aportación de ozono en alta dosis durante varios días, será suficiente para dejar las naves completamente desinfectadas y libres de cualquier tipo de enfermedad. (Ricaurte, 2006).

### **2.3. ACCIONES FUNDAMENTALES DE LA OZONOTERAPIA**

El ozono introducido en un ambiente cualquiera realiza tres acciones fundamentales:

#### **A) ACCIÓN MICROBICIDA.**

El concepto microbio, como es sabido, es muy amplio, estos seres vivos permanecen muchas veces sobre todo tipo de superficies, en todo tipo de fluidos o bien flotan en el aire asociados a pequeñas motas de polvo, minúsculas gotas de agua en suspensión de todo tipo de patologías infecciosas. (Ricaurte, 2006), (Zorrilla, 2001), (Ricaurte, 2006).

##### **Efecto bactericida**

Una de las ventajas más importantes del ozono, con respecto a otros bactericidas es que este efecto se manifiesta a bajas concentraciones (0.01 ppm. o menos) y durante periodos de exposición muy cortos. (Ricaurte, 2006), (Di Maio *et.al*,2009) y (Zorrilla, 2001).

##### **Efecto viricida**

Los virus son pequeñas partículas, hoy consideradas frontera entre los seres vivos y la materia inerte, que no son capaces de vivir ni de reproducirse si no es parasitando células a las que ocasiona su destrucción. A diferencia de las bacterias, los virus siempre son nocivos y provocan enfermedades a todo organismo al que atacan, enfermedades tan comunes como la gripe, el catarro, el sarampión, la viruela, varicela, rubéola, poliomielitis, y otras muchas son debidas a virus. El ozono actúa sobre ellas oxidando las proteínas de su envoltura y modificando su estructura, al ocurrir esto, el virus no puede anclarse a ninguna célula hospedadora por no reconocer su punto de anclaje, y al encontrarse el virus desprotegido y sin poder reproducirse, muere. La acción viricida es observable a concentraciones de ozono inferiores a la de acción bactericida. (Ricaurte, 2006), (Zorrilla, 2001).

##### **Efecto fungicida**

Según Ricaurte (2006) existen ciertos tipos de hongos que tienen capacidad de provocar patologías al ser humano, animales y plantas. Otros muchos son capaces de ocasionar alteraciones en nuestros alimentos. Haciéndolos inaceptables para su consumo, como es el caso, entre otros, de los mohos. Debido a esto, resulta interesante controlar y eliminar estas formas patógenas, cuyas esporas proliferan por todo tipo de ambientes (Zorrilla, 2001).

### **Efecto esporicida**

Ricaurte (2006). Manifiesta que, existen algunos hongos y bacterias que cuando las condiciones son adversas para su desarrollo, fabrican una gruesa envoltura alrededor de ellas, y paralizan su actividad metabólica permaneciendo en estado de latencia. Cuando las condiciones para la supervivencia vuelven a ser favorables, vuelven a su forma normal y su metabolismo recupera su actividad (Zorrilla, 2001).

Estas formas de resistencia se conocen como esporas y son típicas de bacterias tan patógenas como las que provocan el tétanos, la gangrena gaseosa, el botulismo y el ántrax (Zorrilla, 2001). El ozono a concentraciones ligeramente superiores a las usadas para el resto de las bacterias, es capaz de acabar con la resistencia de las esporas.

## **B) ACCIÓN DESODORANTE**

Es una de las propiedades mejor comprobadas, debido a su gran utilidad en todo tipo de locales de uso público y en el tratamiento de ciertos olores de origen industrial, posee la propiedad de destruir los malos olores atacando directamente sobre la causa que los provoca y sin añadir ningún otro olor, no exceder la concentración del ozono requerida para un determinado local, ya que si ésta se encuentra muy elevada, quedaría un residual fuerte de ozono presente en el aire y se percibiría un cierto olor característico.( Ricaurte, 2006).

El ozono ataca a ambas causas, por un lado oxida la materia orgánica, además de atacarla por ozonólisis y por otro lado ataca a los microbios que se alimentan de ella, existe una amplia gama de olores los cuales pueden ser atacados por el ozono.

## **C) ACCIÓN OXIGENANTE**

Ricaurte (2006), manifiesta que en las grandes ciudades, donde existen gran cantidad de locales cerrados y poco ventilados, es con mucha frecuencia apreciable el enrarecimiento del aire como consecuencia de una carencia de oxígeno, la cual habitualmente identificamos como aire viciado. El ozono, por su mayor poder oxigenante, contribuye a mejorar la eficiencia de las células de los organismos superiores en cuanto al aprovechamiento del oxígeno disponible, mediante la estimulación de varias enzimas que intervienen en estos procesos (ECOCARLEN, s.f.).

## **2.4. VÍAS DE APLICACIÓN**

El ozono medicinal se incluye en un flujo de oxígeno puro en una concentración muy pequeña (99.95 partes de oxígeno por 0.05 partes de ozono cuando es para uso interno y 5 partes de ozono en 95 de oxígeno en aplicaciones externas). Hay diversas formas de llevar el oxígeno hasta el lugar donde es requerido. Dada la diversidad de patologías en las que se utiliza la ozonoterapia.

(Fierro, 2006).

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

## **2.5. ENFOQUE**

La mastitis es una enfermedad multifactorial, es solamente un signo de más de 100 causas y clínicamente significa inflamación de la glándula mamaria; esta inflamación debido a la presencia de patógenos que se convierte en una infección provocando daños al tejido mamario. Puede ser provocada por lesiones físicas, mala desinfección de las ubres en el ordeño, máquina de ordeño mal utilizadas, deficiente sellado post-ordeño, mal estado de las camas, entre otros factores que permiten el ingreso de microorganismos patógenos a las glándulas mamarias o causan daño físico del tejido, provocando así su inflamación.

Estudios realizados en la provincia del Pichincha muestran de alguna manera la magnitud del problema en los hatos lecheros donde se han publicado una prevalencia de 10% para una población examinada de 1321 animales (Acuña y Rivadeneira. 2008). En Canadá por ejemplo se estima que cada caso de mastitis aguda le cuesta al productor lechero alrededor de 150 dólares (Ten, 2010).

### **2.5.1. LA INFLAMACIÓN DE LA GLÁNDULA MAMARIA**

Scrollavezza *et al*, (1997) estudiaron el efecto del ozono en el tratamiento de la mastitis y la metritis bovina; para la mastitis utilizaron varias concentraciones de ozono en volúmenes desde 50 a 100 ml intramamaria en el cuarto afectado dos veces en la primera semana y posteriormente una vez semanal, señalaron altos porcentajes de curación, hasta del 70%.

- Los factores que predisponen a la infección dentro de la glándula mamaria es la pobre higiene del ordeño, defectos de la máquina de ordeño, el ordeño defectuoso y heridas de los pezones.
- Aunque también puede ser causada por la irritación de agentes químicos o físicos, las causas son casi completamente infecciosas, y sobre todo patógeno bacteriana.

Los patógenos mayormente encontrados en las mastitis son:

- Por contagio directo de animal a animal (*Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus*, *Mycoplasma*)

- Por patógenos ambientales (*Streptococcus uberis*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Coliformes*).

Los patógenos encontrados con menor frecuencia son: (*Corynebacterium bovis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Mycobacterium spp*, *Nocardia asteroides*, *Aspergillus spp*, *Serratia rufescens*, *Prototheca spp*). El *Staphylococcus aureus* ha sido el más frecuente encontrado en México (Gamboa González *et al*, 2011).

En un hato, la principal o más significativa causa de mastitis son las bacterias. La mastitis bacteriana se hace clínicamente evidente cuando la leche tiene una cuenta de célula somáticas mayor que 500.000 cells/ml y un agente etiológico que puede ser aislado de la leche producida. La mastitis es considerada subclínica cuando la leche tiene una cuenta de células somáticas, con o sin el aislamiento de un agente bacteriológico.

### **2.5.2. EL TRATAMIENTO CONVENCIONAL DE MASTITIS BACTERIAL**

- La vaca para curarse tradicionalmente tiene que ser tratada con antibióticos sistémicos e intramamarios, fluidos orales o intravenosos y medicinas antiinflamatorias
- Una vaca sumamente afectada debería ser tratada con antibióticos sistémicos e intramamarios para un mínimo de 3 días.
- El caso subagudo requiere la terapia de antibiótico sólo intramamario durante 3 días después de cada ordeño.
- La mayor parte de mastitis (aproximadamente el 90 %) en un hato es subclínica y el único tratamiento es la prevención. (Scrollavezza, 1997).

### **2.5.3. EL TRATAMIENTO CON ANTIBIÓTICO DE MASTITIS BACTERIANA**

- La selección de antibióticos debería estar basado en la sensibilidad de los patógenos identificados; la identificación de la(s) bacteria(s) en el laboratorio y antibiograma necesitan al menos de 3 días. (Pyorala, 2011).
- La leche de la vaca tratada no puede usado para el objetivo industrial o alimenticio en el tiempo de administración (3 días o más) más el tiempo de retirada de antibiótico (otros 3 o 4 días).
- La rentabilidad del tratamiento depende de varios factores como una rápida respuesta a la terapia, pero sobre todo la prevención que debe existir (Dieques *et al*, 2012)
- Las tasas de curación bacteriológicas se utilizan generalmente en los estudios de investigación como el principal indicador de la eficacia del tratamiento, pero pocos ganaderos o veterinarios evalúan la desaparición de los agentes patógenos de las glándulas afectadas (Ruegg, 2010).
- Lo principal es la prevención de la mastitis a través de la higiene y controles periódicos (Ruegg, 2012).

#### **2.5.4. EL OZONO EN EL TRATAMIENTO LOCAL DE LA MASTITIS**

La insuflación local consiste en la emisión en el gas ozono (50-100 ml) en concentraciones diferentes directamente en el cuarto afectado. La concentración es establecida sobre: la ola del inicio de la mastitis con la presencia de inflamación y el conteo de células somáticas o de reacción inflamatoria (CMT o la cuenta electrónica). (Scrollavezza, 1997).

Ogata *et al* (2000) estudiaron la infusión de ozono en el cuarto inflamado de vacas con mastitis clínica y estiman que el método de ozonoterapia es probado y resulta ser eficaz, seguro, y rentable, y no conlleva ningún riesgo de residuos de medicina en la leche. (Arichavala y Argudo, 2012), encontraron una recuperación más rápida con el uso de ozono.

El Ozono es una alternativa muy eficaz para el tratamiento de las mastitis, sin perjudicar a la calidad de la leche, a la vez que aumenta el sistema inmune del animal. Muy útil para combatir microorganismos resistentes a tratamientos antibióticos veterinarios como el *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactia*, *Mycoplasma bovis* y la *Escherichia coli*, microbios precursores de la mastitis. El suministro de ozono por medio de inyección en

la ubre, ofrece una cura rápida, segura y efectiva contra las mastitis de las vacas, evitando los efectos secundarios de la antibiótico terapia, consiguiendo resultados mucho más rápidos, saludables y efectivos (SESA, 2012).

### **2.5.5. OZONO VS. ANTIBIÓTICO**

#### **EFICACIA DE OZONO:**

- El ozono puede esterilizar todos los organismos patógenos (la bacteria, el virus, mycetes, la levadura) y trabajar contra sus toxinas.
- Efectos antibacterianos son los mismos utilizado solo o cuando es mezclado con la leche.
- Insuflación local puede alcanzar los compartimentos de leche en la glándula.
- El trabajo de ozono es más rápido; a veces sólo 1 tratamiento puede curar la ubre inflamada. Se han hecho trabajos que comparan la eficacia del ozono como tratamiento complementario (Suárez Ávila, 2013).

#### **EFICACIA DE ANTIBIÓTICO:**

- El antibiótico puede esterilizar (no siempre) sólo una clase de bacteria o de hongos este no trabaja contra virus, levaduras ni contra toxinas de organismo patógenos.
- El efecto antibacteriano de los antibióticos tienden a disminuirse cuando son mezclado con la leche en el interior de la ubre.
- Antibióticos locales no pueden alcanzar los conductos de leche ocluidos; entonces este tratamiento debe para ser asociado con el tratamiento de antibiótico por vía parenteral.
- El tratamiento con antibióticos toma al menos 3 días de duración, el patógeno cultivado in vitro es a menudo el agente de mastitis, el antibiótico es a menudo ineficaz in vivo debido a la resistencia al antibiótico, cuando no se realiza antibiograma.
- Subdosificación.
- Aplicación tardía.
- Mala aplicación.

---

**OZONO**

**ANTIBIOTICO**

---



<p><b>EFICIENCIA</b>  Esteriliza todos los organismos patógenos y trabaja contra sus toxinas.  Efecto antibacterial se mantiene constante o aumenta con la presencia de materia orgánica.  Siempre trabaja rápido y hay veces que se necesita un solo tratamiento.  No se necesita conocer el patógeno causal.</p>	<p><b>EFICIENCIA</b>  Esteriliza (no siempre) solo un tipo de bacteria u hongo, no trabaja contra virus o levaduras ni las toxinas de organismos patógenos.  El efecto antibacterial disminuye con la presencia de materia orgánica.  La terapia consiste de un tratamiento de por lo menos 3 días.  Se debe conocer el patógeno causal. No siempre funciona por la resistencia antibiótica.</p>
<p><b>INTERACCIÓN</b>  No tiene interacción adversa con otras drogas o flora gastrointestinal.  Estimula la eficiencia de otras drogas.</p>	<p><b>INTERACCIÓN</b>  Todo antibiótico demuestra grado de reacción adversa.  Antibiótico de uso tópico, usualmente causa reacción alérgica local.</p>
<p><b>UTILIZACIÓN DE LA LECHE Y CARNE</b>  Leche y carne tratado con ozono puede ser utilizado inmediatamente para uso industrial y nutricional.</p>	<p><b>UTILIZACIÓN DE LA LECHE Y CARNE</b>  Leche: No puede usarse por lo menos 5 días.  Carne: No puede ser usado después de 3 a 30 días o más.</p>
<p><b>SISTEMA INMUNOLÓGICO</b>  Puede ser inmuno estimulante a baja concentración o inmunosupresor a altas concentraciones, solo se necesita cambiar la ruta y el grado de concentración.</p>	<p><b>SISTEMA INMUNOLÓGICO</b>  También actúa como inmuno estimulante o inmuno supresor pero es imprescindible e incontrolable.</p>
<p><b>OTROS EFECTOS</b>  Aumenta la frecuencia metabólica.  Incrementa la producción láctea en un 5 a 30%.  Tiempo de reincidencia de mastitis es prolongado</p>	<p><b>OTROS EFECTOS</b>  No desintoxica, ni aumenta el metabolismo, causa daño en el hígado, riñón y tracto gastrointestinal.  No aumenta la producción de leche.  Después del tratamiento puede haber una reincidencia de mastitis porque destruye la flora microbiana.</p>

**Figura 1. Comparación de Ozonoterapia y Antibioterapia en Medicina Veterinaria.**

FUENTE: Scrollavezza (1997). *Ozone treatment in mastitis, metritis y retention of fetal membranes in the dairy cows*. University of Parma – Italy

## 2.5.6. LA INTERACCIÓN DEL OZONO

El ozono no tiene ninguna interacción adversa con otras medicinas o con la flora gastrointestinal; el ozono no presenta ninguna reacción alérgica mostrada en concentraciones

terapéuticas. Después de una autohemoterapia con ozono puede ocurrir a veces hipoglucemia. La leche de vacas tratadas con ozono puede ser utilizado inmediatamente para objetivo industrial o alimenticio sin período de retiro, siempre y cuando no presente alteraciones. La carne después de un tratamiento con ozono, puede ser utilizada inmediatamente para el objetivo industrial o alimenticio.

### **2.5.7. EL OZONO Y EL SISTEMA INMUNOLÓGICO**

- El ozono pueden ser utilizados como inmunoestimulante o inmunosupresor sólo que cambia la ruta y las concentraciones de ozono.
- Y la acción anti-inflamatoria depende de las concentraciones de ozono.

### **2.5.8. LAS PÉRDIDAS ECONÓMICAS POR MASTITIS**

Para estimar las pérdidas económicas por mastitis se debe considerar:

- La leche desechada
- El veterinario y costos de la mano de obra
- El costo de la terapia
- La producción disminuida de leche.

### **2.5.9. EL TRATAMIENTO DE OZONO Y LA PÉRDIDA ECONÓMICA**

Las pérdidas económicas por mastitis en el ganado bovino son para el productor las pérdidas directas, entre las que se puede mencionar; la eliminación de la leche con mastitis, el tiempo que conlleva el tratamiento de la enfermedad, la eliminación de la leche con antibiótico, el tiempo con baja producción hasta que el animal se recupere totalmente, entre otras. Y para la industria debido a la disminución en el suministro de materia prima para su procesamiento y la baja calidad de la misma (Pedraza, 1991), (Acuña & Rivadeneira, 2008).

En Estados Unidos de América, se ha estimado que las pérdidas solo por la baja producción de leche alcanzan a 1 billón de dólares anuales y que el costo promedio de la mastitis clínica fluctúa entre 27 y 50 dólares/vaca/año. (De Graves y Fetrow 1993), (Acuña & Rivadeneira, 2008).

Pedraza (1991), en Chile se estableció que la disminución en la producción de leche por lactancia en vacas con mastitis clínica puede llegar a un 14%, al compararla con la de animales que no presentaban la enfermedad (Acuña & Rivadeneira, 2008). En México, la mastitis es considerada la enfermedad infecciosa más costosa de las vacas lecheras debido a que causa una disminución en la producción hasta del 30% de leche, baja su calidad, y aumenta los costos del cuidado de la salud del hato. (Bedolla, 2008).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. LUGAR DE LA INVESTIGACION**

El presente trabajo se desarrolló desde el mes de Agosto hasta Diciembre del 2012 en:

HACIENDA CABUYAS. De propiedad de la Compañía Solares y Maquinarias.

SECTOR: San Agustín

PARROQUIA: Jumón.

CANTON: Santa Rosa

PROVINCIA: El Oro

PAIS: Ecuador

ALTITUD: 34 m.s.n.m.

LATITUD: 3°28:59,5”

LONGITUD: 79°59:36,4”

TEMPERATURA: Min. 24°C Max 28°C.

HUMEDAD: 60 – 77%.

El Oro, provincia situada al suroeste del Ecuador en la Región Litoral o Costa. Sus límites son: al norte con Guayas y Azuay, al noroeste el Golfo de Guayaquil, al sur y al este con Loja, y al oeste con Perú. Su extensión es de 5.988 km<sup>2</sup> y su población es de 559.846 habitantes de acuerdo al censo del año 2010 (Mafla).

Su capital es la ciudad de Machala, quinta ciudad del país, conocida como la "Capital Bananera del Mundo". Es la provincia más meridional (ubicada al sur) de la costa ecuatoriana. Tiene una zona subtropical, playas de singular belleza, zonas de importancia histórica y una tierra fértil y pródiga.



Figura 2. Mapa de la Provincia de El Oro

## 3.2. EQUIPOS Y MATERIALES

### 3.2.1. MATERIALES

En la ejecución de este estudio participaron 50 bovinos mestizos en producción láctea con mastitis subclínica.

### 3.2.2. EQUIPOS

Los equipos que se utilizaron son:

- Generador de ozono (Sanitron).
- Tanque de oxígeno- medicinal.
- Regulador de flujo de oxígeno médico.
- Cánulas intramamarias desechables.
- Toallas húmedas desechables.
- Gasas medicas con alcohol.
- Guantes desechables.
- Nevera portátil.
- Tubos de ensayo.

- Gradillas porta tubos.
- Brazaletes de identificación.
- Piolas nylon.
- Reactivo C.M.T ( Laboratorios LIFE)
- Paleta de diagnóstico de C.M.T
- Overol.
- Botas de caucho.
- Gel refrigerante.
- Libreta de campo.
- Esferográficos.
- Resaltadores.

### **3.3. VARIABLES**

#### **3.3.1. VARIABLES EN ESTUDIO**

- Tipo de tratamiento
- Tiempo de recuperación.
- Costos.

##### **3.3.1.1. Medición de las Variables**

- Tipo de tratamiento, variable cualitativa y cuantitativa que indica el producto usado en el tratamiento y la concentración.
- Tiempo de recuperación, variable cuantitativa que indica el número de horas de recuperación.
- Costos, variable cuantitativa que indica el valor en dólares por tratamiento por animal.

### **3.4. MÉTODOS**

#### **3.4.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACION**

La investigación fue de tipo experimental, se emplearon 50 vacas mestizas en producción láctea que fueron positivas al reactivo CMT (California Mastitis Test). Se ha publicado una correlación de un 91% entre el CMT y el recuento de células somáticas (Rodríguez, 2006) por facilidad de trabajo se escoge la prueba de CMT.

Para la toma de datos se utilizó modelos prediseñados, y la información adicional se obtuvo en el momento del ordeño.

#### **3.4.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO**

- 1) Lavado, secado, y despunte de ubres previo al ordeño.
- 2) Realizar pruebas de CMT a todas las vacas en ordeño.
- 3) Las vacas CMT positivas se identificaron con brazaletes y piolas nylon con sus respectivos colores.
- 4) Se colectaron muestras de leche para análisis bacteriológicos, y antibiograma.
- 5) Se formaron cinco grupos, a los cuales se les aplicó diferentes tratamientos:  
Tratamiento 1 (**T1**) con antibióticos convencionales, Tratamiento 2, 3 y 4 (**T2-T3-T4**) con ozonoterapia y Tratamiento 5 (**T5**) testigo, se dejó sin tratar. Todos los animales fueron CMT positivos. Los tratamientos con ozono (T2-T3-T4) se aplicaron con el esquema siguiente:

A las 00:00 horas: Aplicación de ozonoterapia vía intramamaria

A las 24:00 horas: Prueba de C.M.T y tratamiento de ozonoterapia.

A las 48:00 horas: Prueba de C.M.T y tratamiento de ozonoterapia.

A las 72:00 horas: Prueba de CMT y tratamiento de ozonoterapia.

A las 96:00 horas: Pruebas de C.M.T y se colectan muestras para cultivos.

Al grupo (T1) se lo trató con antibióticos convencionales por vía intramuscular y vía intramamaria por un lapso de 3- 5 días.

Al grupo (T5) no se las manipuló (testigo).

### 3.4.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

El ensayo se ejecutó repartiendo las 50 vacas en cinco tratamientos. (T1-T2-T3-T4) de 10 vacas y un (T5) de 10 vacas CMT positivas. Con el siguiente esquema:

**Tratamiento 1 (T1):** 10 vacas en ordeño se lo trato con inyectores intramamarios de antibiótico. Cobactan (Cefquinoma 75mg) y Cobactan 2.5% (Cefquinoma 25mg) vía intramuscular. Por un lapso de tres a cuatro días.

**Tratamiento 2 (T2):** 10 vacas en ordeño, se colecto muestra de leche para el cultivo bacteriológico y antibiograma, para lo cual se instauró el tratamiento con ozonoterapia a las 00:00h en dosis de (10mgO<sub>3</sub>) en cada cuarto tratado. Posteriormente se realizó los respectivos controles:

- A las 24:00h, con la prueba de C.M.T y tratamiento con ozonoterapia.
- A las 48:00h, prueba de C.M.T y tratamiento con ozonoterapia.
- A las 72:00h, prueba de C.M.T y tratamiento con ozonoterapia.
- A las 96:00h, lectura del C.M.T y muestra para cultivo bacteriológico.

**Tratamiento 3 (T3):** 10 vacas en ordeño. Se tomaron muestras de leche para cultivo bacteriológico y antibiograma y se instauró el tratamiento con ozonoterapia a las 00:00h en dosis de (20mgO<sub>3</sub>) en cada cuarto tratado. Realizando los controles:

- A las 24:00h, prueba de CMT y tratamiento con ozonoterapia.
- A las 48:00h, prueba de CMT y tratamiento con ozonoterapia.
- A las 72:00h, prueba de CMT y tratamiento con ozonoterapia.
- A las 96:00h, lectura del CMT y muestra para cultivo bacteriológico.

**Tratamiento 4 (T4):** 10 vacas en ordeño, Se tomó muestras de leche para cultivo bacteriológico y antibiograma y se instauró tratamiento con ozonoterapia a las 00:00h en dosis de (60mgO<sub>3</sub>) en cada cuarto tratado. Realizando los controles:

- A las 24:00h, prueba de C.M.T y tratamiento con ozonoterapia.
- A las 48:00h, prueba de C.M.T y tratamiento con ozonoterapia.
- A las 72:00h, prueba de C.M.T y tratamiento con ozonoterapia.



- A las 96:00h, lectura del C.M.T y muestra para cultivo bacteriológico.

**Tratamiento 5 (T5):** 10 vacas en ordeño que no reciben tratamiento (testigo)

#### **3.4.4. MANEJO DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES**

En el trabajo de campo se realizaron diversas actividades, que se presentan a continuación:

- 1) A todos los grupos o unidades experimentales previo al ordeño se les realizó un lavado de las ubres, secado y despunte.
- 2) Prueba de CMT a todos los tratamientos e identificación de todas las unidades experimentales.
- 3) Se colectó 2cc de leche en un vacutainer, previa identificación para examen bacteriológico y antibiograma.

#### **3.4.5. PROCESAMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Se registró el resultado de CMT de todos los animales antes de cada tratamiento.

##### **3.4.5.1. Criterios utilizados para el análisis de resultados**

La explotación lechera es semi-intensiva por lo que se realiza el doble ordeño y para los cuales cuenta con ordeño mecánico.

El CMT fue valorado con 1 (+) como inflamación leve y la presencia de grumos, 2 (++) a la inflamación media y actividad del reactivo y 3 (+++) para la inflamación alta, esto nos permite evaluar si la inflamación persiste o disminuye.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. ANIMALES USADOS EN LA MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

Para este trabajo de investigación se utilizaron 50 reses que estuvieron identificadas según las normas de la hacienda ganadera donde se realizó el análisis.

### 4.2. TIPOS DE TRATAMIENTO UTILIZADOS.

Se analizaron 4 tratamientos de los cuales se observó que el uso de antibióticos es estadísticamente significativo ( $p \leq 5$ ), respecto al T4 con ozono, como lo muestra el siguiente cuadro (1).

Cuadro 1:

#### Identificación de los tratamientos aplicados en la investigación

T1a	T2c	T3d	T4b	T5cd
Antibiótico	Ozono 10 mg	Ozono 20 mg	Ozono 60 mg	Testigo

### 4.3. TIEMPO DE RECUPERACIÓN.

#### 4.3.1. TRATAMIENTO DE MASTITIS SUBCLÍNICA CON ANTIBIÓTICO (CEFQUINOMA)

Los resultados de la investigación usando el antibiótico para el tratamiento de la mastitis subclínica se detallan a continuación:

La aplicación de cefquinoma muestra una reducción de la inflamación en un tiempo de las 48 horas post tratamiento, a juzgar por la calificación o gradación del CMT clínicamente se observó una mejoría de los animales. A las 72 horas se reduce la infección a 1 (+) y para las 96 horas a desaparecido la infección a juzgar por la gradación del CMT y el cultivo bacteriológico efectuado.

## Cuadro 2:

### Eficacia del tratamiento de mastitis subclínica con antibiótico

Identificación animales	0:00:00				24:00:00				48:00:00				72:00:00				96:00:00			
	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.
2607		++				++				++				+				-		
3072				+				+				+				-				-
3083			++				++				++				+					-
2379				++	++			++	++			++	+			+	-			-
2503		+	+	+			+			+	+	+	-		-	-		-	-	-
2514			+++				+++				++				++					-
2744			+++				+++				++				+					-
1133				+++				+++				+++				++				-
220	+				+				+					-				-		
260		++				++				+				-				-		

En el cuadro 2, se detallan los datos observados en los 5 parámetros de horas que se hizo la observación en los diferentes cuartos lácteos, los cuales se describen a continuación su respectiva abreviación:

AI = anterior izquierdo

AD = anterior derecho

PI = posterior izquierdo

PD = posterior derecho

En el anexo 1 se puede observar en forma gráfica la evolución del tratamiento con el antibiótico (cefquinoma).

#### 4.3.2. TRATAMIENTO DE MASTITIS SUBCLINICA CON OZONO EN UNA DOSIS DE 10 mg/cuarto.

En este tratamiento se observaron los siguientes resultados en el tiempo establecido de 96 horas.

Cuadro 3:

**Eficacia del ozono en dosis de 10 mg en 10 segundos por cuarto**

Identificación animales	0:00:00				24:00:00				48:00:00				72:00:00				96:00:00			
	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.
409	++			++	++			++	++			++	+			+	-			-
3029				++				++				++				++				++
2648			+				+				+				+				+	
478		++				++				-				-				-		
928				++				+				+				+				+
2429	++				++				++				++				++			
1995				+++				++				++				++				++
2907		++		++		++		++		++		++		++		++		++		++
1903		++		++		++		++		++		++		++		++		++		++
1727	++	++			++	++			++	++			++	++			++	++		

Los resultados que se obtuvieron muestran una reducción de la inflamación en un tiempo de 72 horas post tratamiento a juzgar por la calificación o gradación del C.M.T. No hay una disminución significativa de la enfermedad.

El tiempo de recuperación de ciertos animales se observó a las 72 y 96 horas.

En el anexo 2 se puede observar en forma gráfica la evolución del tratamiento con ozono en dosis de 10 miligramos por cuarto.

**4.3.3. TRATAMIENTO DE MASTITIS SUBCLINICA CON OZONO EN UN DOSIS DE 20 mg/cuarto.**

En este tratamiento se observaron los siguientes resultados en el tiempo establecido de 96 horas.

Cuadro 4:

**Eficacia del ozono en dosis de 20 mg en 20 segundos por cuarto**

Identificación animales	0:00:00				24:00:00				48:00:00				72:00:00				96:00:00			
	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.
433	++			++	++			++	++			++	++			++	++			++
2225	+++	+++	++	++	+++	+++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
3026	+++		+++		++		++		++		++		++		++		++		++	
2890		++		++		++		++		++		++		++		++		++		++
2222		++				++				++				++				++		
2966	++	++			++	++			++	++			++	++			++	++		
2833	++				++				++				++				++			
2391	++	++		++	++	++		++	++	++		++	++	++		++	++	++		++
2697	++	++			++	++			+	+			+	+			+	+		
2521	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++

Los resultados en la utilización de ozono en una dosis de 20 mg/cuarto en el tratamiento de mastitis subclínica en bovinos muestran una reducción de la inflamación a partir de las 48 horas post tratamiento a juzgar por la gradación del C.M.T. no hay una disminución significativa de la enfermedad, pero clínicamente se observó una mejoría en ciertos animales en un tiempo de 72 y 96 horas.

En el anexo 3 se puede observar en forma gráfica la evolución del tratamiento con ozono en dosis de 20 miligramos por cuarto.

#### 4.3.4. TRATAMIENTO DE MASTITIS SUBCLINICA CON OZONO EN UNA DOSIS 60 mg/cuarto.

En este tratamiento se observaron los siguientes resultados en el tiempo establecido de 96 horas.

Cuadro 5:

##### Eficacia del Ozono en dosis de 60 mg en 60 segundos por cuarto.

Identificación animales	0:00:00				24:00:00				48:00:00				72:00:00				96:00:00			
	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.
2964	++	++	++		++	++	++		+	+	+		+	+	+		+	+	+	
3145			++	++			++	++			++	++			++	++			+	+
2559		++				++				++				+				+		
2537		++				++				++				++				++		
953		++		++		++		++		++		++		++				+		+
2333				++				++				++								+
2367	++	++	++		++	++	++		++	++	++		+	+	+		+	+	+	
1333			++				++				+				+				+	
3036	++				++				++				+				+			
3126			++				++				+				+				+	

Los resultados de la utilización de ozonoterapia con una dosis de 60 mg/cuarto en el tratamiento de mastitis subclínica en bovinos, muestran una reducción de la inflamación a partir de las 48 horas post tratamiento a juzgar por la gradación del C.M.T. no hay una disminución significativa de la enfermedad, pero clínicamente se observó una mejoría en ciertos animales en un tiempo de 48, 72 y 96 horas.

En general se observó un efecto positivo de la ozonoterapia para disminuir la inflamación subclínica tal como es determinada por la prueba de CMT.

La mejoría en la mayoría de los casos se observa a partir de las 72 y 96 horas post tratamiento y podría llegar a la curación completa si se mantiene el tratamiento por más tiempo. Esto ratifica lo señalado por Scrollavezza (1997) y Ogata (2001).

En el anexo 4 se puede observar en forma gráfica la evolución del tratamiento con ozono en dosis de 60 miligramos por cuarto.

#### 4.3.5. TRATAMIENTO 5 (T5) ANIMALES SIN ANTIBIOTICO NI OZONO

Estos animales fueron utilizados como testigos en la investigación, es decir no se les aplicó antibiótico ni el tratamiento de ozono en dosis alguna en el tiempo establecido de 96 horas.

Cuadro 6:

##### Tratamiento 5 (Testigo T5).

Identificación animales	0:00:00				24:00:00				48:00:00				72:00:00				96:00:00			
	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.
548		++				++				++				++				++		
153				++				++				++				++				++
1300		+				+				+				+				+		
1366		++				++				++				++				++		
1417		++				++				++				++				++		
1342				++				++				++				++				++
234				++				++				++				++				++
965		++				++				++				++				++		
1037		++				++				++				++				++		
2908		+				+				+				+				+		

Estos animales mostraron que la infección de mastitis continúa si no se aplica un tratamiento determinado.

#### 4.3.6. CRITERIO UTILIZADO PARA LA TABULACIÓN DE LOS RESULTADOS

Consistió en la elaboración de cuadros de doble entrada, considerando el grado de infección (+, ++, +++) de los tratamientos vs cuartos tratados.

##### 4.3.6.1. Tratamiento 2 con Dosis de 10 mg de Ozono/cuarto

Para el T2 que se lo realizó con una dosis de ozono de 10 mg/cuarto se presenta el cuadro 7.

Cuadro 7:

**Tratamiento con ozono en dosis de 10 mg/cuarto**

No. cruces	0:00:00					24:00:00					48:00:00					72:00:00					96:00:00				
	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.	total	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.	total	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.	total	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.	total	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.	total
1+	1		1		2			1	1	2	1		1	1	3	2	1	1	3	7	1	1	1	2	5
2+	4	5	1	7	17	4	4	1	7	16	5	5	1	8	19	4	3		4	11	3	3		4	10
3+	1	1		1	3	1	1			2				0					0						0
sano					0					0		1		1			1		1	1	1	1	1	1	3

La presente figura muestra el número de cruces por cada cuarto tratado en los diferentes parámetros de tiempo en el tratamiento de 10 mg de ozono, en donde se puede observar que a las 96 horas la infección presenta una reducción en los animales tratados.

Cuadro 8:

**Resumen del tratamiento T2**

No. Cruces	HORAS				
	0:00	24:00	48:00	72:00	96:00
1 +	2	2	3	7	5
2 +	17	16	19	11	10
3 +	3	2	0	0	0
Sano	0	0	1	1	3
TOTAL	22	20	23	19	18

**4.3.6.2. Tratamiento 3 con Dosis de 20 mg de Ozono /cuarto**

Para el T3 se utilizó dosis de ozono de 20 mg/cuarto se presenta el siguiente cuadro.

Cuadro 9:

**Tratamiento con ozono en dosis de 20 mg/cuarto**

No. cruces	0:00:00					24:00:00					48:00:00					72:00:00					96:00:00				
	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.	total	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.	total	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.	total	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.	total	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.	total
1+					0			1		1	1	2			3	1	1			2	1	1			2
2+	5	5	1	4	15	6	5	1	5	17	7	5	3	5	20	6	2	2	5	15	7	6	3	5	21
3+	3	2	2	1	8	2	2	1		5				0					0						0
sano					0					0				0					0						0

Con la aplicación de una dosis más alta, es decir de 20 mg/ cuarto, se observa una disminución de la inflamación y clínicamente se observó una mejoría en ciertos animales en un tiempo de 72 y 96 horas.

Cuadro 10:

### Resumen del tratamiento T3

Times	HORAS				
	0:00	24:00	48:00	72:00	96:00
1 +	0	1	3	2	2
2 +	15	17	20	15	21
3 +	8	5	0	0	0
Sano	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>17</b>	<b>23</b>

#### 4.3.6.3. Tratamiento 4 con dosis de 60 mg de Ozono /cuarto

Para el T4 que se lo realizó con una dosis de ozono de 60 mg/cuarto se presenta en el cuadro 11.

Cuadro 11:

#### Tratamiento con ozono en dosis de 60 mg/cuarto

No. cruces	0:00:00					24:00:00					48:00:00					72:00:00					96:00:00				
	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.	total	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.	total	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.	total	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.	total	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.	total
1 +					0					0					0	3	3	4	2	12	3	4	5	3	15
2 +	3	5	5	3	16	3	6	5	3	17	2	4	2	3	11		2	1	1	4		1			1
3 +					0					0					0					0					0
sano					0					0					0					0					0

El tratamiento con 60 mg de ozono, presenta una reducción de la inflamación en los animales tratados a partir de las 48 horas post tratamiento a juzgar por la gradación del C.M.T. no hay una disminución significativa de la enfermedad, pero clínicamente se observó una mejoría en ciertos animales en un tiempo de 48, 72 y 96 horas.

En general se observó un efecto positivo de la ozonoterapia para disminuir la inflamación subclínica tal como es determinada por la prueba de CMT.

Cuadro 12:

### Resumen del tratamiento T4

No. Cruces	HORAS				
	0:00	24:00	48:00	72:00	96:00
1 +	0	0	0	12	15
2 +	16	17	11	4	1
3 +	0	0	0	0	0
Sano	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>11</b>	<b>16</b>	<b>16</b>



### 4.3.7. RESUMEN DE LA OZONOTERAPIA CON DOSIS 10-20-60MG POR CUARTO EN EL TRATAMIENTO DE MASTITIS SUBCLINICA EN BOVINOS.

En la figura 15, muestra el resumen por cada animal y por el total de cruces (+) obtenido en los cuatro tratamientos y del testigo.

Cuadro 13:

#### Efecto de la ozonoterapia en dosis de 10, 20 y 60 mg/cuarto y el T5

Animales	0:00:00					24:00:00					48:00:00					72:00:00					96:00:00				
	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
1	2	4	4	6	2	2	4	4	6	2	2	4	4	3	2	1	2	4	3	2	0	0	4	3	2
2	1	2	10	4	2	1	2	10	4	2	1	2	8	4	2	0	1	8	4	2	0	1	8	2	2
3	2	1	6	2	1	2	1	4	2	1	2	1	4	2	1	1	1	4	1	1	0	1	4	1	1
4	2	2	4	2	2	4	2	4	2	2	4	0	4	2	2	2	0	4	2	2	0	0	4	2	2
5	3	2	2	4	2	2	1	2	4	2	3	1	2	4	2	0	1	2	3	2	0	1	2	2	2
6	3	2	4	2	2	3	2	4	2	2	2	2	4	2	2	2	2	4	1	2	0	2	4	1	2
7	3	3	2	6	2	3	2	2	6	2	2	2	2	6	2	1	2	2	3	2	0	2	2	3	2
8	3	4	6	2	2	3	4	6	2	2	3	4	6	1	2	2	4	6	1	2	0	4	6	1	2
9	1	4	4	2	2	1	4	4	2	2	1	4	2	2	2	0	4	2	1	2	0	4	2	1	2
10	2	4	12	2	1	2	4	11	2	1	1	4	8	1	1	0	4	8	1	1	0	4	8	1	1
Total	22	28	54	32	18	23	26	51	32	18	21	24	44	27	18	9	21	44	20	18	0	19	44	17	18
Promedio	2,2	2,8	5,4	3,2	1,8	2,3	2,6	5,1	3,2	1,8	2,1	2,4	4,4	2,7	1,8	0,9	2,1	4,4	2	1,8	0	1,9	4,4	1,7	1,8

Los resultados con la utilización de ozonoterapia en diferentes tratamientos para el control de mastitis subclínica bovina, muestran una reducción de la inflamación a partir de las 48 horas post tratamiento a juzgar por la gradación del C.M.T.

Se observa una disminución de la infección con la dosis de 60mg a partir de las 72 y 96 horas post tratamiento y podría llegar a la curación completa si se mantiene el tratamiento por más tiempo. Se demuestra que el mejor tratamiento es el T4 en relación con el T2 y T3 porque presenta el promedio más bajo en relación a los anteriores (1,7). Por lo que esto ratifica lo señalado por Scrollavezza 1997 y Ogata 2001.

## 4.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el cálculo del análisis estadístico se utilizó la prueba del chi cuadrado que es el que se aplica en variables cualitativas, como es el caso de este estudio.

La figura 16 muestra los datos de los tres tipos de tratamiento con ozono y sus resultados en los animales intervenidos.

Cuadro 14:

#### Valorización de los resultados de los diferentes tratamientos

TRATAMIENTO	No.ANIMAL	RESULTADO	TRATAMIENTO	No.ANIMAL	RESULTADO	TRATAMIENTO	No.ANIMAL	RESULTADO
T2	409	M	T3	433	I	T4	2964	M
T2	3029	I	T3	2225	M	T4	3145	M
T2	2648	I	T3	3026	M	T4	2559	M
T2	478	M	T3	2890	I	T4	2537	I
T2	928	M	T3	2222	I	T4	953	M
T2	2429	I	T3	2966	I	T4	2333	M
T2	1995	M	T3	2833	I	T4	2367	M
T2	2907	I	T3	2391	I	T4	1333	M
T2	1903	I	T3	2697	M	T4	3036	M
T2	1727	I	T3	2521	M	T4	3126	M

En donde:

M = Mejor

I = Igual

P = Peor

Para obtener el chi cuadrado se obtuvo los valores reales y los valores esperados, como se muestra en el cuadro 15 y 16.

Cuadro 15:

**Valores reales**

TRATAMIENTO	RESULTADOS			TOTAL
	PEOR	IGUAL	MEJOR	
T2	0	6	4	<b>10</b>
T3	0	6	4	<b>10</b>
T4	0	1	9	<b>10</b>
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>17</b>	<b>30</b>

Cuadro 16:

**Valores esperados**

TRATAMIENTO	RESULTADOS		
	PEOR	IGUAL	MEJOR
T2	0	4,33	5,67
T3	0	4,33	5,67
T4	0	4,33	5,67

Para la obtención del chi cuadrado se utilizó la siguiente fórmula:

$$X^2 = \sum_{ij} = \frac{(fo_{ij} - fe_{ij})^2}{fe_{ij}}$$

$$f_{e_{ij}}$$

En donde:

$f_{o_{ij}}$  = frecuencia observada para la ij-ésima casilla

$f_{e_{ij}}$  = frecuencia esperada para la ij-ésima casilla

Valor – p = 0,03358536

Con un nivel de confianza del 95% ( $\alpha$  0,05) rechazamos la Ho. Cuando:

Valor – p < 0,05

0,03358536 < 0,05; se rechaza la Ho y se acepta la Ha, lo que significa que el tratamiento está relacionado con el tiempo de exposición del mismo, es decir las dos variables son dependientes.

#### 4.4.1. COEFICIENTE DE RELACIÓN

Para obtener el coeficiente de relación se tomó los datos de los diferentes tratamientos a las 96 horas post tratamiento y se le dio los siguientes valores a los grados de infección.

En donde:

- = 4  
 + = 3  
 ++ = 2  
 +++ = 1

Cuadro 17:

#### Grado de infección de los tratamientos T1, T2, T3 a las 96 horas

Animales	T1						Animal	T2						Animal	T3					
	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.	total	Prom		A.I.	A.D.	P.I.	P.D.	total	Prom		A.I.	A.D.	P.I.	P.D.	total	Prom
2607	-				4	4	409	-			-	8	4	433	++			++	4	1
3072				-	4	4	3029				++	2	1	2225	++	++	++	++	8	1
3083			-		4	4	2648			+		3	3	3026	++		++		4	1
2379	-			-	8	4	478		-			4	4	2890		++		++	4	1
2503	-	-	-	-	12	4	928				+	3	3	2222		++			2	1
2514		-			4	4	2429	++				2	1	2996	++	++			4	1
2744			-		4	4	1995				++	2	1	2833	++				2	1
1133				-	4	4	2907		++		++	4	1	2391	++	++		++	6	1
220				-	4	4	1903		++		++	4	1	2697	+	+			6	3
260	-				4	4	1727	++	++			4	1	2521	++	++	++	++	8	1
Total							0							0						

Cuadro 18:

## Grado de infección de los tratamientos T4 y T5 a las 96 horas

Animal	T4				total	Prom	Animal	T5				Test	
	A.I.	A.D.	P.I.	P.D.				A.I.	A.D.	P.I.	P.D.	total	Prom
2969	+	+	+		9	3	548		++			2	1
3145			+	+	6	3	153				++	2	1
2559		+			3	3	1300		+			3	3
2537		++			4	2	1366		++			2	1
953		+		+	6	3	1417		++			2	1
2333				+	3	3	1342				++	2	1
2367	+	+	+		9	3	234				++	2	1
1333			+		3	3	965		++			2	1
3036	+				3	3	1037		++			2	1
3126			+		3	3	2908		+			3	3
0							0						

Cuadro 19:

### Coefficiente de variación

FV	GL	SC	CM	FC	Significancia
Tratamiento	4	53.6	13.40	22.41	0.000
Error	45	26.90	0.59		
TOTAL	49	80.50			

Coefficiente de Variación = 33,62%

En donde:

FV = Fuente de Variación

GL= Grados de libertad

SC = Suma de cuadrados

CM = Cuadrado medio

FC = F. calculado

\* = significancia

Cuadro 20:

### Contrastes octagonales

Tratamiento	VS	Tratamiento	Valores F
T1		T2,T3,T4,T5	36,125
T2,T3,T4		T5	3,008
T2,T3		T4	11,267
T2		T4	3,2

En el cuadro 20 nos indica la comparación entre los tratamientos y la su respectiva frecuencia o valores F.

Cuadro 21:

### Prueba de Duncan

TRATAMIENTO		PROMEDIO
T1	4.0	a
T2	2.0	c
T3	1.20	d
T4	2.90	b
T5	1.40	cd

En donde:

T1<sub>a</sub> = Tratamiento con antibiótico

T2<sub>c</sub> = Tratamiento con 10 mg de ozono

T3<sub>d</sub> = Tratamiento con 20 mg de ozono

T4<sub>b</sub> = Tratamiento con 60 mg de ozono

T5<sub>cd</sub> = Tratamiento testigo

El cuadro 21, nos muestra que el tratamiento más efectivo es el T1 y el T4, ya que presentan los valores más altos.

## 4.5. COSTOS DE LOS TRATAMIENTOS DE MASTITIS EN BOVINOS

### 4.5.1. COSTOS DE EL TRATAMIENTO DE MASTITIS CON ANTIBIOTICOS

En el tratamiento con antibiótico se presentan los siguientes costos:

Cuadro 22:

#### Costo por cuarto tratado con antibiótico

RUBRO	DOSIS	DIAS TRATAMIENTO	VALOR DIARIO	TOTAL
Inyectores intramamarios	75 mg	3	2,42	7,26
Antibiótico Cobactan	20 ml	3	8	24
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 31,26</b>

El costo que generará el tratamiento con antibiótico es de \$ 31,26 por los tres días de terapia.

#### 4.5.2. COSTOS DE EL TRATAMIENTO DE MASTITIS CON OZONOTERAPIA.

Para poder obtener los costos para el tratamiento con ozono, se debe calcular la depreciación de los equipos utilizados en este proceso.

A continuación se muestra la respectiva depreciación de los instrumentos utilizados.

Cuadro 23:

##### Depreciación de los equipos

RUBRO	VALOR DE ADQUISICION	AÑO A DEPRECIAR	DEPRESIACION ANUAL	DEPRESIACION MENSUAL	DEPRESIACION DIARIA
Ozonometro	\$ 1.200,00	3	\$ 400,00	\$ 33,33	\$ 1,11
Tanque de Oxigeno	\$ 600,00	3	\$ 200,00	\$ 16,67	\$ 0,56

Los valores obtenidos en el cuadro de depreciación son anual, mensual y diario. Para este trabajo se consideró los valores por día.

Cuadro 24:

##### Costos por cuarto tratado con ozono

RUBRO	DIAS TRATAMIENTO	VALOR DIARIO	TOTAL
Ozonificador	3	1,11	3,33
Tanque de oxigeno	3	0,56	1,67
Guantes	3	0,25	0,75
Cánula IMM	3	0,80	2,40
Agua destilada	3	0,60	1,80
<b>TOTAL</b>			<b>9,95</b>

El costo en este tratamiento es de \$ 9,95 por los tres días que dura este proceso.

#### 4.5.3. PÉRDIDA EN EL TRATAMIENTO DE MASTITIS CON ANTIBIÓTICO.

En el tratamiento convencional con antibiótico se genera las siguientes pérdidas.

Cuadro 25:

**Pérdida en el tratamiento con antibiótico**

RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNIT.	TOTAL
vaca/día	Litro	2,50	0,40	1,00
Días de retiro leche	Días	30	1,00	30,00

Las vacas que se encuentran en tratamiento no podrán generar leche viable para el consumo humano, ya que por sanidad no es recomendable este tipo de leche, lo cual generará una pérdida de \$ 30,00 para el ganadero.

En el tratamiento con ozono la leche no se descarta y no se produce esta pérdida, ya que se podrá seguir con la producción diaria normalmente.

## 5. CONCLUSIONES

1. Al evaluar el ozono en el tratamiento de mastitis con diferentes concentraciones y tiempo de exposición se pudo observar que la dosis más alta del ozono, es decir, la que contiene 60 mg/cuarto en 60 segundos (T4), disminuye la infección considerablemente. Así mismo, se observó que el uso de antibióticos presenta en los animales una mejoría estadísticamente significativa respecto al ozono, pero con un costo mucho más elevado por tratamiento.
2. Finalmente los animales infectados con mastitis se recuperan mucho más rápido con el tratamiento de antibiótico, es decir 24 horas antes que con el tratamiento de ozono. El tiempo de recuperación de los animales intervenidos con ozono se inició a partir de las 48 a 72 horas después de aplicar el medicamento.
3. Se estableció mediante la prueba de Duncan, que el mejor tratamiento es el uso de antibiótico y el T4 respectivamente, aunque si se considera el valor económico por tratamiento, el ozono es más conveniente por tener un bajo costo (\$ 9,95 /animal) y no inducir resistencia en los microorganismos, a diferencia del costo del tratamiento con antibiótico (\$ 31,26/animal) que es económicamente no recomendable.



## **6. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda continuar investigaciones con el uso de ozono empleando concentraciones más altas por animal, y durante mayor tiempo.
- Insistir en la búsqueda de tratamientos alternativos no agresivos y ecológicos para el control de la mastitis y otras infecciones en bovinos y otros animales de abasto.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- Albeitar, A. (2000). *Terapia combinada para el tratamiento de mastitis causadas por Streptococcus uberis*. Recuperado el 4 de marzo del 2013 desde <http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/11314/IDi-EN-EL-SECTOR/Terapia-combinada-para-el-tratamiento-de-mastitis-causadas-por-Streptococcus-uberis.html>
- Acuña, V.; Rivadeneira, A. (2008). *Aislamiento, identificación y antibiograma de patógenos presentes en leche con mastitis en ganaderías bovinas de la provincia del Pichincha*. Tesis Ingeniero Agropecuario. Escuela Politécnica del Ejército. Recuperado el 8 de Abril del 2014 desde <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2553/1/T-ESPE-IASA%20I-003435.pdf>
- Adelo, E. (2012). *Algunas consideraciones de la escuela rusa de ozonoterapia*. Recuperado el 6 de marzo del 2013 desde <file:///F:/Ozonoterapia/ozonoterapia%20rusa.htm>
- Adelo, E. (2012). *Algunas consideraciones de la escuela rusa de ozonoterapia*. Recuperado el 15 de abril del 2012 desde <file:///F:/Ozonoterapia/ozonoterapia%20rusa.htm>
- Adelo, E. (2012). *Generadores de ozono*. Recuperado el 19 de febrero del 2012 desde <http://www.adelo.com.ar/Generadores/Generadores.htm>
- Araujo, J. & Argudo, J. (2012). Efecto de la ozonoterapia en el reinicio de la ciclicidad ovárica durante el puerperio de vacas. Repositorio Universidad de Cuenca.
- Arichavala, N. y Argudo, D. (2012). *El empleo de la ozonoterapia en ganadería de leche como alternativa de tratamiento para la mastitis clínica*. Universidad de Cuenca. Recuperado el 20 de febrero del 2012 desde <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/3320>

Asociación Argentina de Ozono. (2012). *Ozono en la ganadería y avicultura*. Recuperado el 7 de abril del 2012 desde <http://www.adelo.com.ar/Tecnologia/ganaderia.html>

Asociación Argentina del Ozono. (2012). *Aplicaciones generales del ozono*. Recuperado el 10 agosto del 2013 desde <http://www.adelo.com.ar/Tecnologia/tecnologia.htm>

Bedolla, C. y Ponce de León, M. (2008). *Pérdidas económicas ocasionadas por mastitis en la industria lechera*. REDVET. red electrovet Recuperado el 5 de abril del 2013 desde <http://www.veterinaria.org-revistas-red-vet>.

Briones, D. (2012). *Uso de aceite ozonizado en la castración de cerdo*. Tesis médico veterinario, Universidad Agraria del Ecuador.

Coloma, K. (2010). *Utilización de ozono y oxitetraciclina vía intrauterina en ganado lechero para control de endometritis mucopurulenta*. Tesis de grado Ingeniero Zootecnista. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo

COFENAT (2013). *Propiedades medicinales del Ozono*. Página web. Recuperado el 12 de mayo del 2013 de: <http://sanandose.com/propiedades-medicinales-del-ozono/>

Di Maio, L. And Urruchi, W. (2005). *Ozone Therapy in the Veterinary Medicine*. Universidad de Taubaté, Taubaté – Brasil.

Di Maio, L. Urruchi, W. y Zamora, Z. (2009). *Utilidad potencial de la Ozonoterapia en la Medicina*. REDVET Rev. electrón. vet. Recuperado el 3 de enero del 2014 desde <http://revista.veterinaria.org> Vol. 10, Nº 10, Octubre/2009

Diéguez, F., Fuentes G. y Yus, E. (2012). *Terapia combinada para el tratamiento de mastitis causadas por *Streptococcus uberis**.

ECOCARCLLEN (s.f.) *Ozono desinfección del futuro equipos de ozono*. Página web, Recuperado el 30 de septiembre del 2013 de: <http://ecocarcllen.jimdo.com/ozono-desinfecci%C3%B3n-del-futuro-equipos-de-ozono/>

Fierro, A. (2006). *Ozonoterapia en Medicina Veterinaria*. En: Vademécum Veterinario 10ma Edición. Grupo Edifarm.

Freire, R. (2011). *Tratamiento profiláctico con Ozono y Lidocaína al 0.5% intrauterino en las primeras doce horas posparto sobre las infecciones uterinas en ganado lechero en Zamorano*. Honduras.

Gamboa, M. González, C. Millán, M. y Vivanco, V. (2011). *Identificación de agentes patógenos que producen mastitis subclínica y resistencia a antimicrobianos*. Universidad Autónoma de Sinaloa. Recuperado el 6 de enero del 2015 desde <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101006.html>

PERULACTEA (2011) tratamiento de la mastitis durante la lactancia. Recuperado de:

<http://www.perulactea.com/2011/04/01/el-tratamiento-de-la-mastitis-durante-la-lactancia/>

Mafla, P., *Plan de factibilidad para la creación de una hacienda agroturística en la provincia de El Oro, cantón Zaruma, parroquia Sinsao*. Universidad tecnológica Equinoccial. Recuperado en 15 de septiembre de 2013 de [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/15863/1/47951\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/15863/1/47951_1.pdf)

MEDESTETICAMEXICO, *Equipos generadores de Ozono médico*. Recuperado el 30 de agosto del 2013 de la pagina web <http://www.medestetica.com.mx/equipos-4846>

Ten, J. (2010). Control de Mastitis y rendimiento reproductivo. APROCAL Asociación pro calidad de la leche y sus derivados. Recuperado el 25 de agosto del 2013 de <http://www.aprocal.com.ar/wp-content/uploads/MASTITIS-Y-RENDIMIENTO-REPRODUCTIVO.pdf>

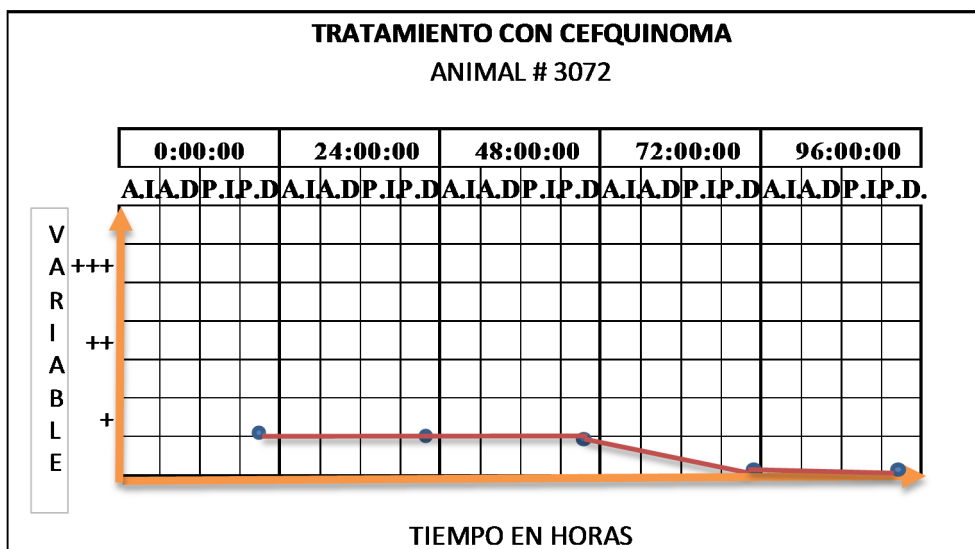
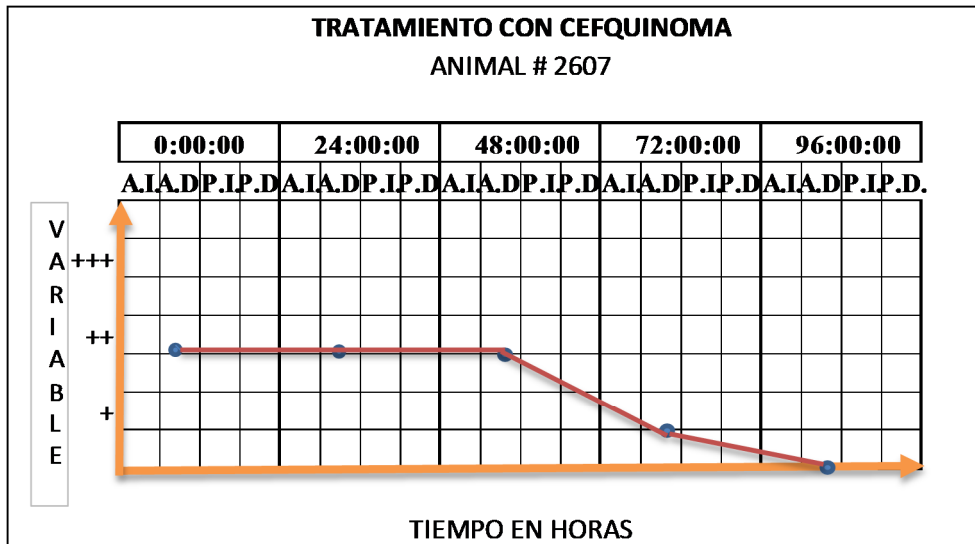
Ogata, A., Nagahata, H. (2000). *Intramammary application of ozone therapy to acute clinical mastitis in dairy cows*. Journal of Veterinary Medicine Science. 62(7):681-686.

- Panichi, M. (1990). *Prime osservazioni effetti dell'ossigeno-ozono terapia sull'attività del cavallo cliniche*. Tesi di Laurea Univ. di Torino Anno 1990-91 gonista.
- Pedraza, A. (1991). *Mastitis y otras enfermedades infecciosas de los animales*. CONICYT. Chile.
- Peralta, M. (2007). *Ozonoterapia en equinos*. Recuperado el 12 de enero del 2013 de <http://www.engormix.com/MA-equinos/sanidad/foros/articulo-ozonoterapia-equinos-t12043/165-p0.htm>
- Pyorala, S. (2011). *El Tratamiento de la Mastitis Durante la Lactancia*. Recuperado el 16 de mayo del 2014 de [http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad\\_intoxicaciones\\_metabolicos/infecciosas/bovinos\\_leche/59-Mastitis\\_lactancia.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/infecciosas/bovinos_leche/59-Mastitis_lactancia.pdf)
- Ricaurte, S. (2006). *Ozonoterapia, una opción para el sector agropecuario*. En: revista electrónica de veterinaria redvet, vol.7,#10,octubre. <http://www.engormix.com/MA-avicultura/sanidad/articulos/ozonoterapia-opcion-sectoragropecuario-t872/p0.htm>
- Rodríguez, G. (2006). *Comportamiento de la mastitis bovina y su impacto económico en algunos hatos de la Sabana de Bogotá, Colombia*. Revista de Medicina Veterinaria N 12: 35 – 55 /Julio – diciembre.
- Ruegg, P. (2002). *Control de mastitis*. Instituto Babcock Universidad de Wisconsin. Recuperado el 25 de diciembre del 2013 de la web: [http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/documents/productdownload/du\\_405.es\\_.pdf](http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/documents/productdownload/du_405.es_.pdf)
- Ruegg, P. (2010). *Tratamiento de las Mastitis Clínicas: Factores que Influyen en el tratamiento*. University of Wisconsin, Madison, USA. Presented at: Congreso Internacional ANEMBE de Medicina Bovina. May 11-13, 2010 Avila, Spain.

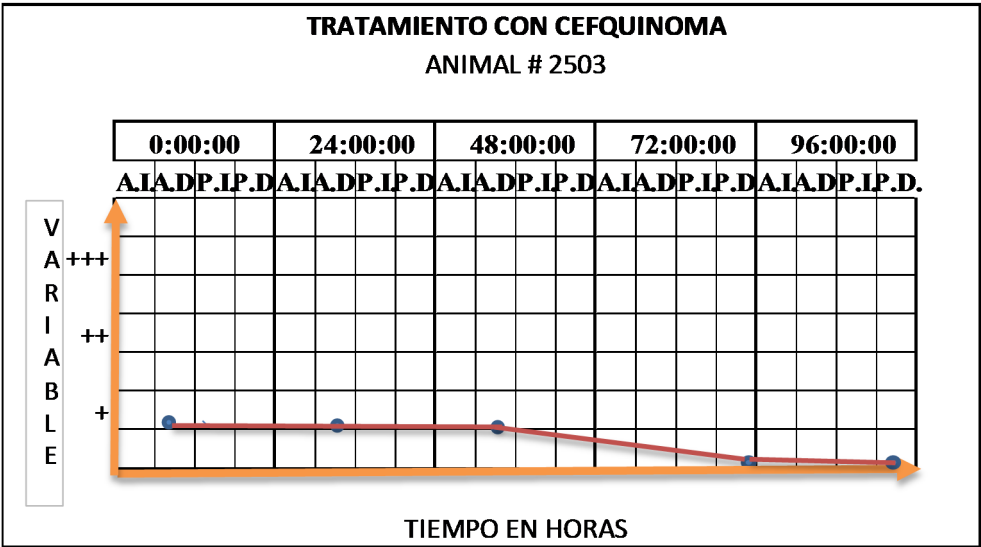
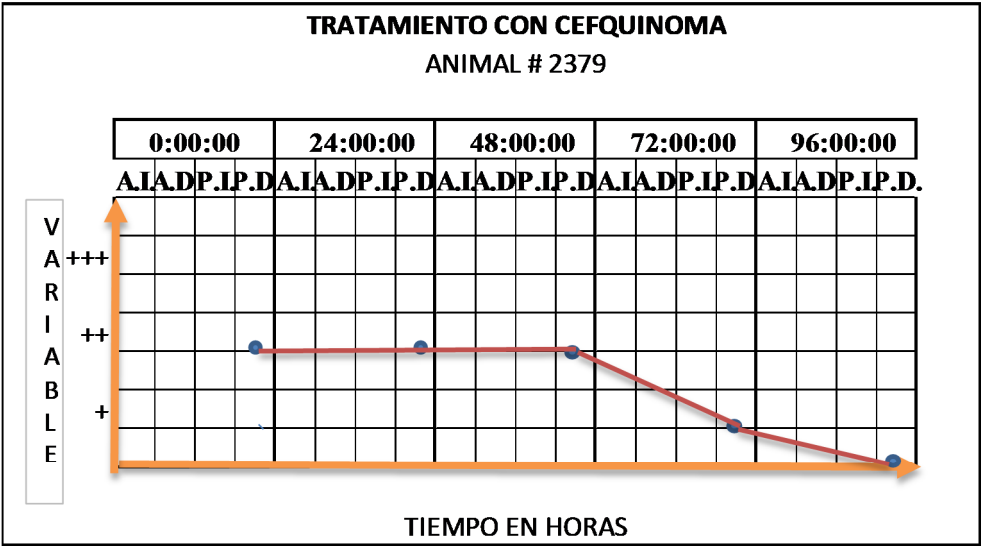
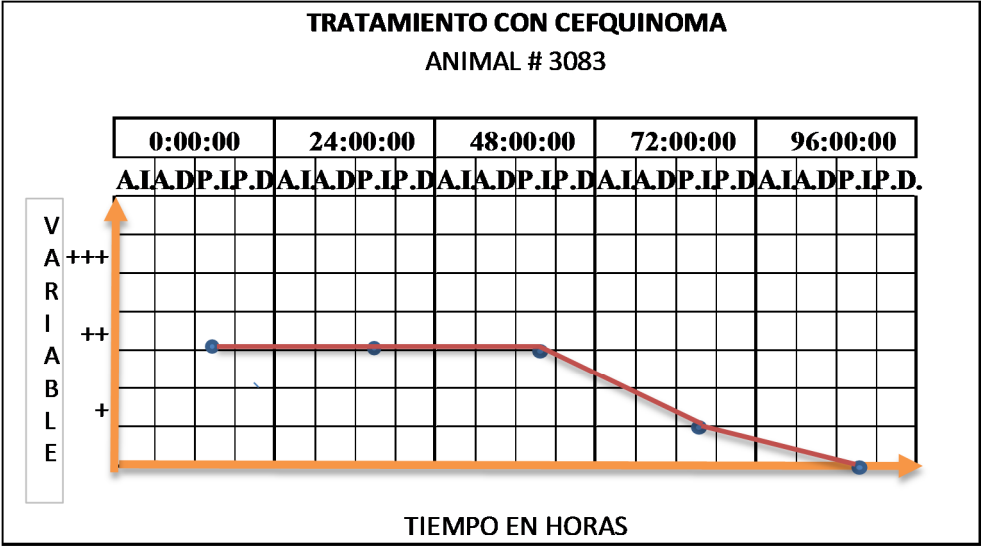
- Scrollavezza, P. Ablondi, M. Pogliacomì, B. Guareschi, D. Dall'Aglio, R. Poldi, R. Pezzoli, G. (1997). *Ozone Treatment in Mastitis, Metritis and Retention of Fetal Membranes in the Dairy Cow*. University of Parma – Italy
- Scrollavezza, P. Poldi, R. Botti, P. Zanichelli, S. Pezzoli, G. (1990). *L'autoemotrasfusione ozonizzata nel cavallo in anestesia general-e inalatoria con alotano*. Riv. Ippologia anno 1, n. 3, 09.
- Scrollavezza, P. Ferrari, F. Martini, F. Isola, M. (1997). *Ozone treatment and blood lactate variation after thoroughbred racehorses*. In: World Equine Veterinary Association Mondial Congress on September 1997 (en línea). Consultado el 14 de junio del 2011. Disponible en <http://www.oxygentherapyexperts.com/oxyfiles/oxy00287.html>
- SESA (2012). Servicios y Sistemas Ambientales *Ozono en granjas vacunas / granjas lecheras*. Recuperado el 4 de junio del 2013 de la web: <http://www.pctopinformatica.es/sesa/vacuno.pdf>
- Suarez, I. (2013). *Evaluación de Dos Tratamientos Alternativos para la Mastitis Subclínica en Vacas Utilizando Ozono*. Recuperado el 9 de julio del 2013 desde <http://hdl.handle.net/123456789/2364>
- Sumano, H.; Gutierrez, L. (2014). *Bases farmacológicas del tratamiento de la mastitis bovina*. Conferencia Internacional sobre ganado lechero. Recuperado el 4 de junio del 2013 de [http://www.cigal.biz/boletin/abril\\_14.html](http://www.cigal.biz/boletin/abril_14.html)
- Tonello, N. (2012). *Utilización de ozono en ganadería y agricultura orgánica*. Avibert foro. Recuperado el 12 de octubre del 2013 de <http://avibert.blogspot.com/2012/08/utilizacion-del-ozono>.
- Zorrilla, D. (2001). *Cálculo teórico de propiedades moleculares mediante bases no estándar*. Recuperado el 14 de noviembre del 2014 de [http://www2.uca.es/dept/quimica\\_fisica/documentos/CTPM/Tesis2.pdf](http://www2.uca.es/dept/quimica_fisica/documentos/CTPM/Tesis2.pdf)

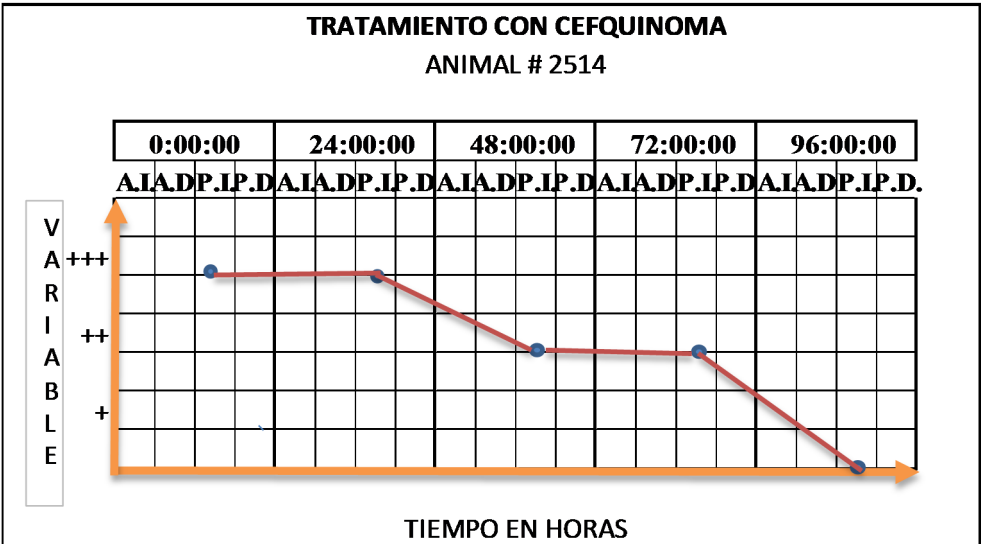
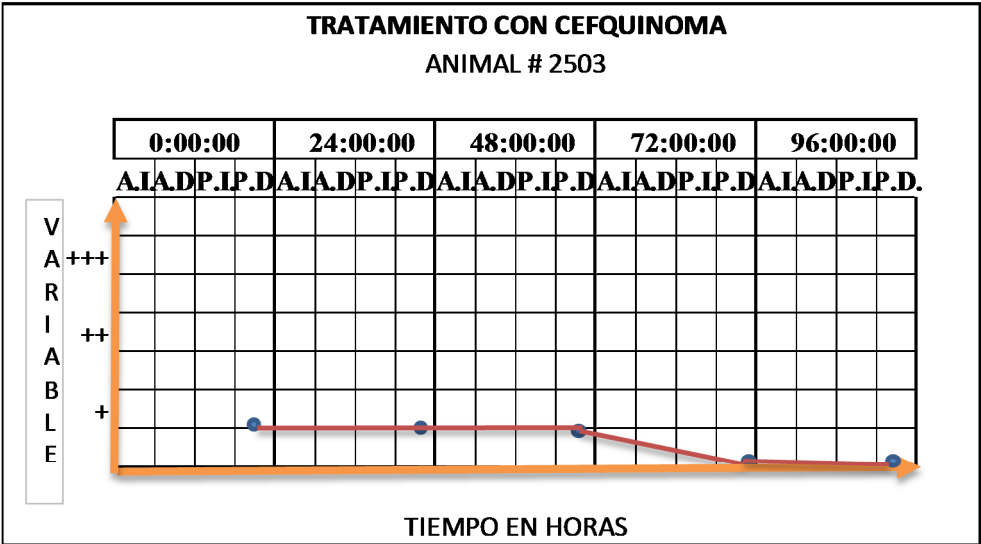
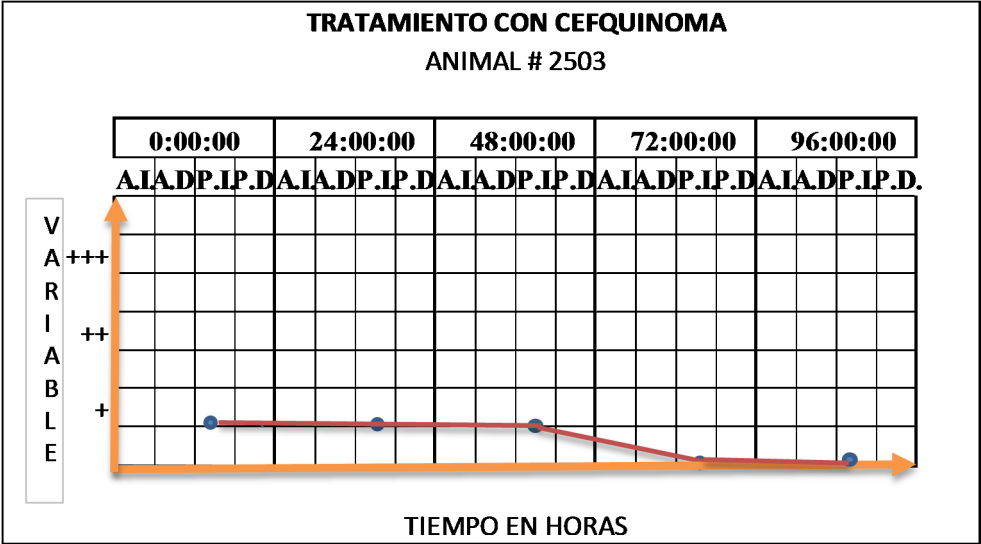
# ANEXOS

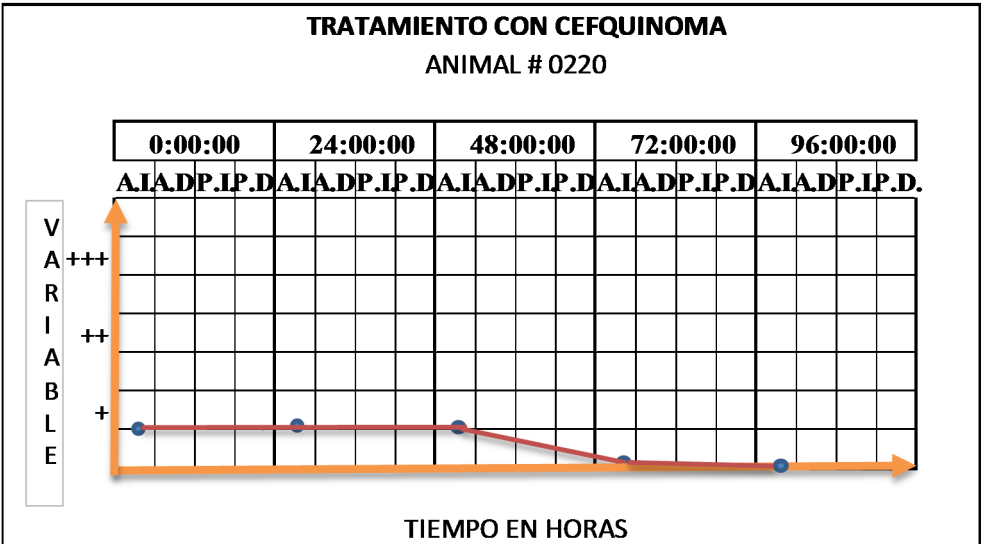
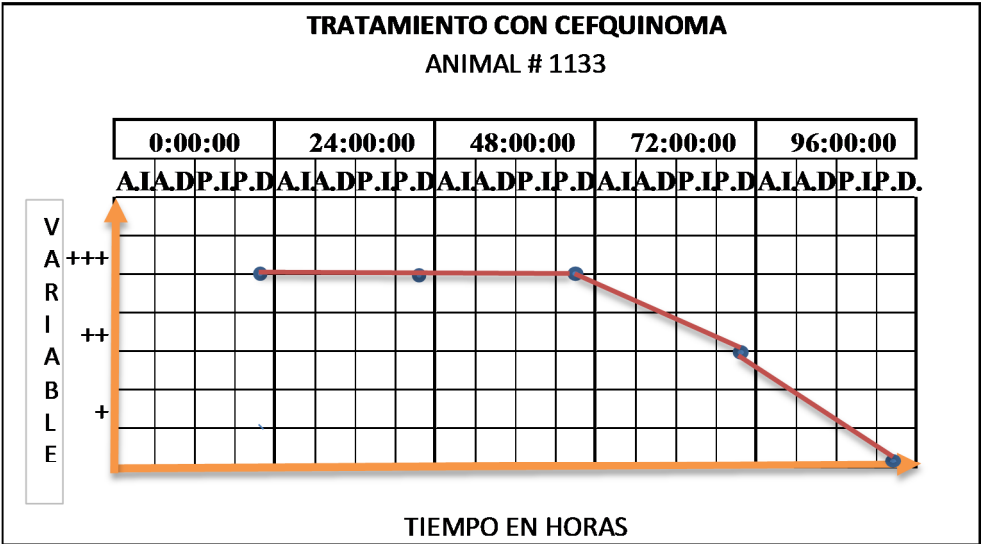
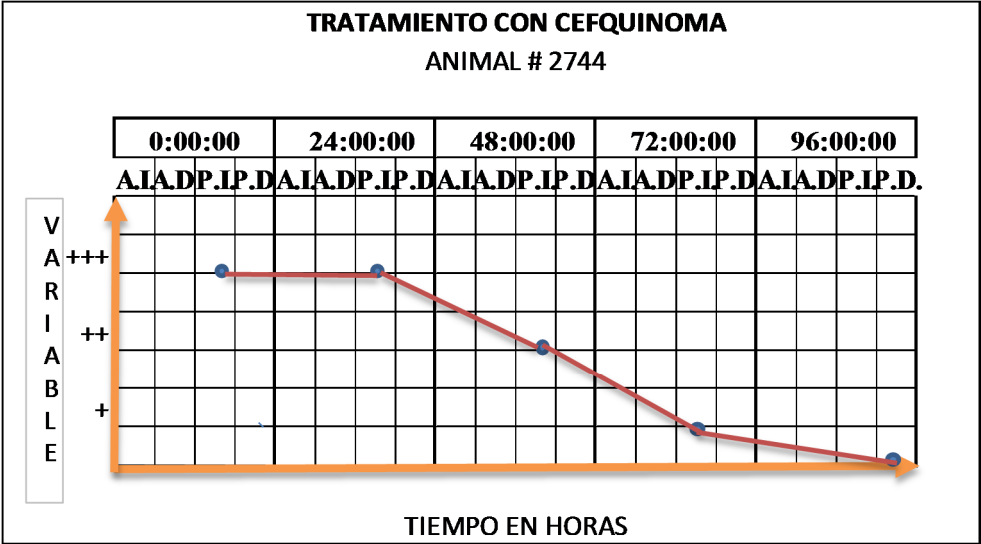
Anexo 1. Gráficos de la evolución del tratamiento con antibiótico para cada animal intervenido.





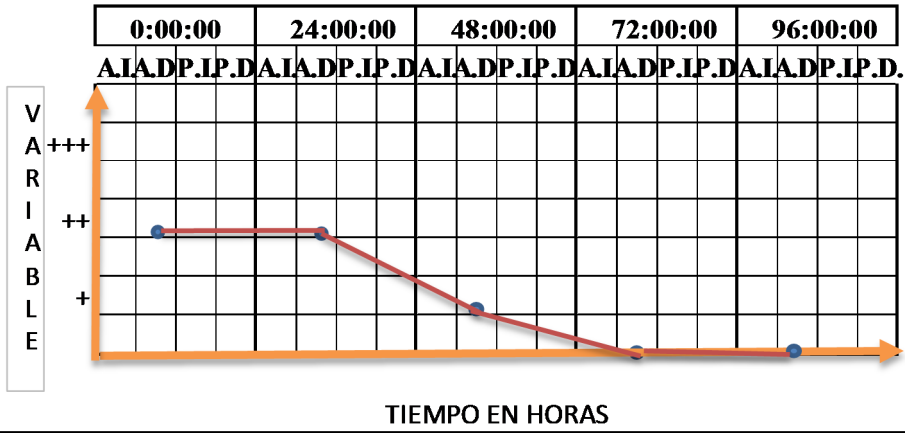




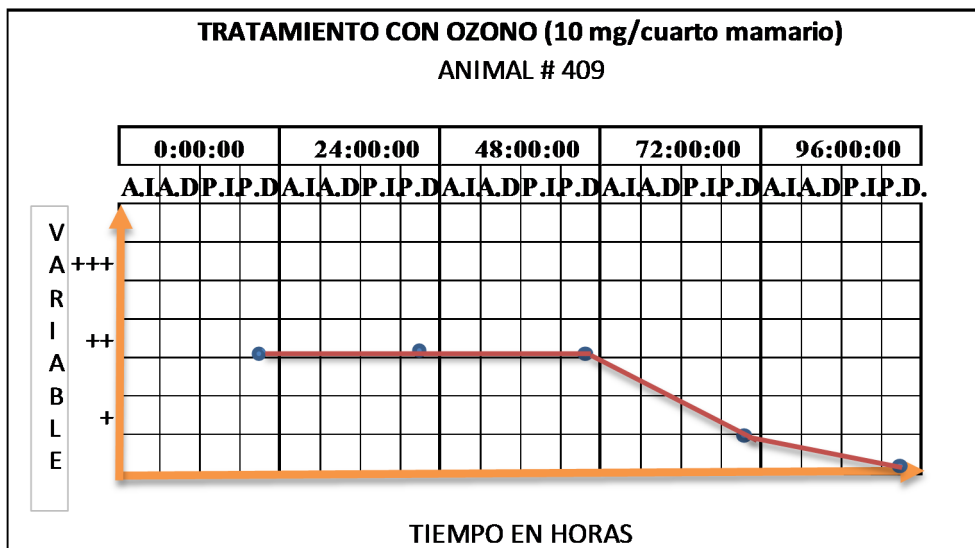
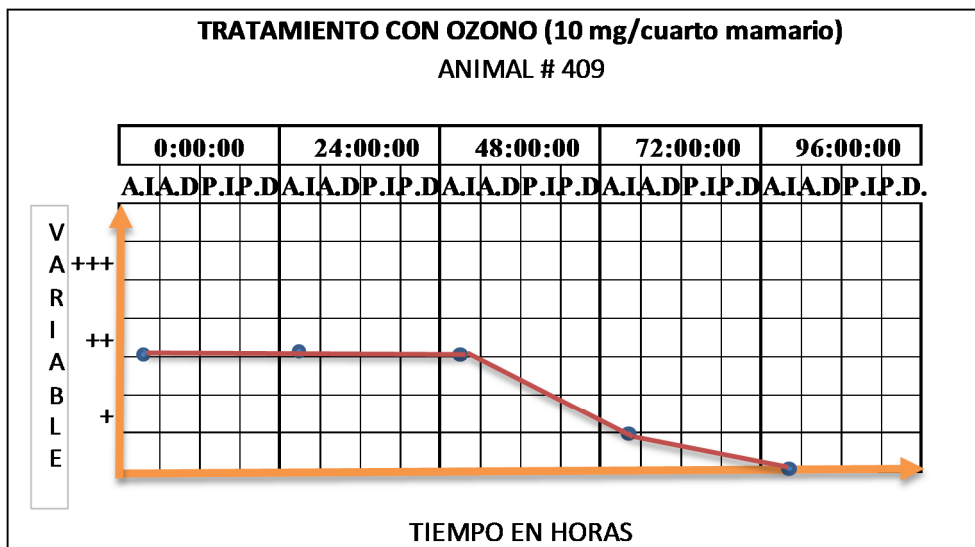


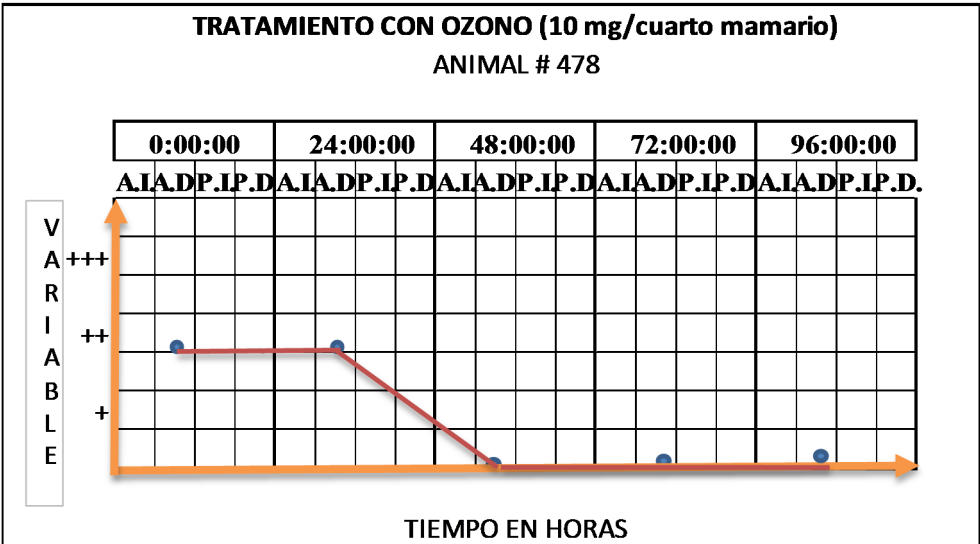
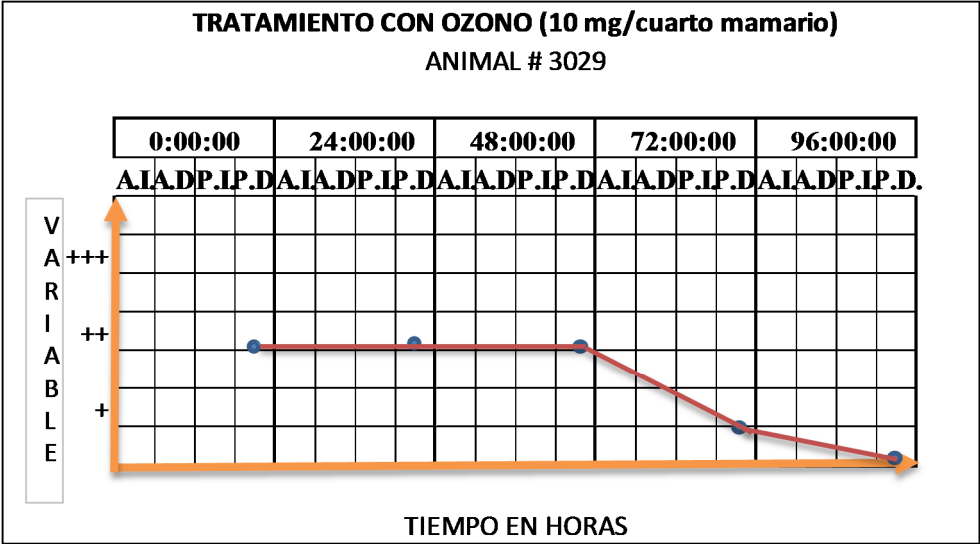
**TRATAMIENTO CON CEFQUINOMA**

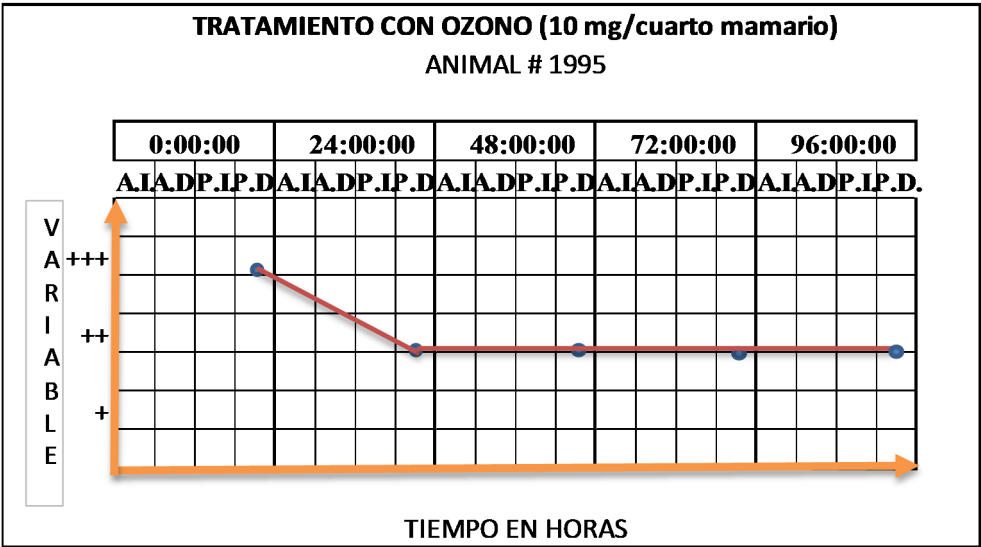
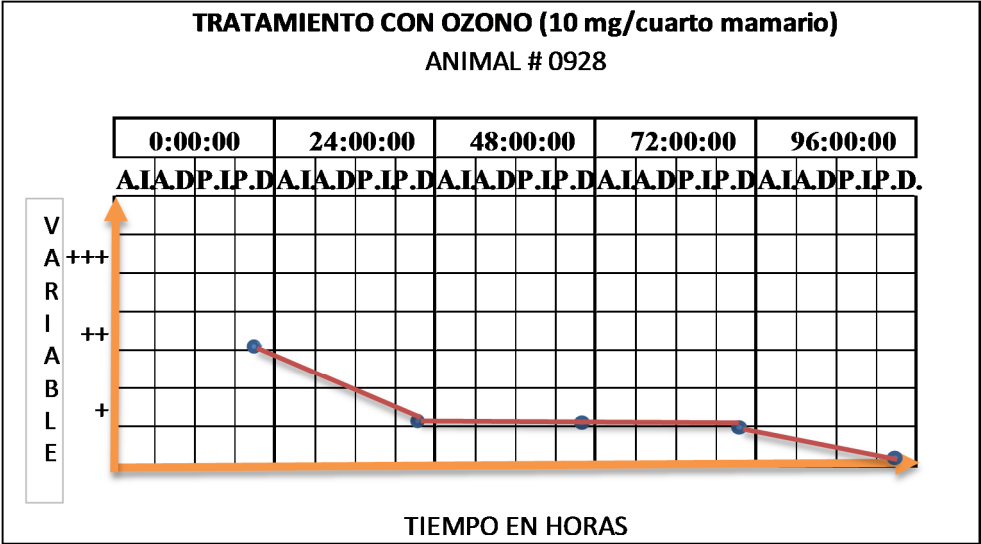
**ANIMAL # 260**

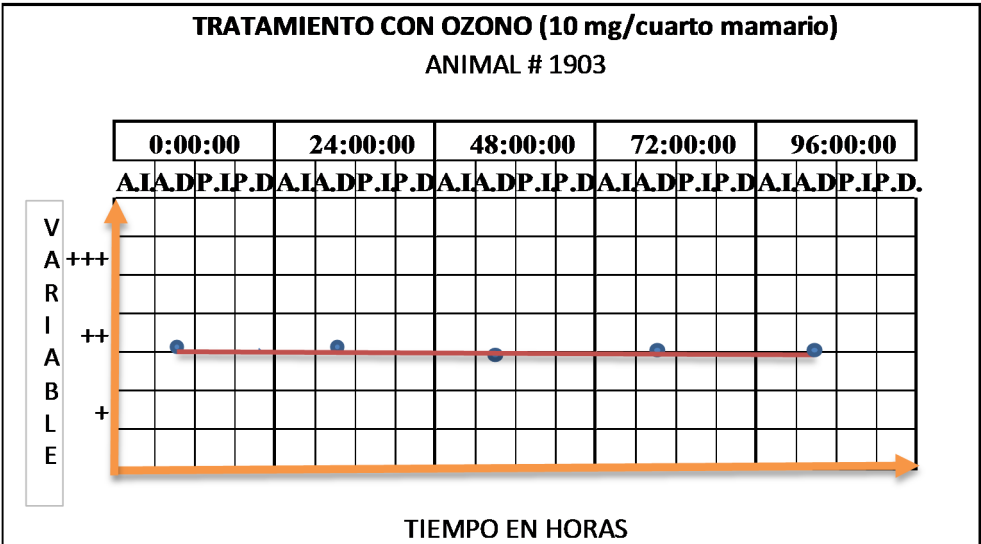
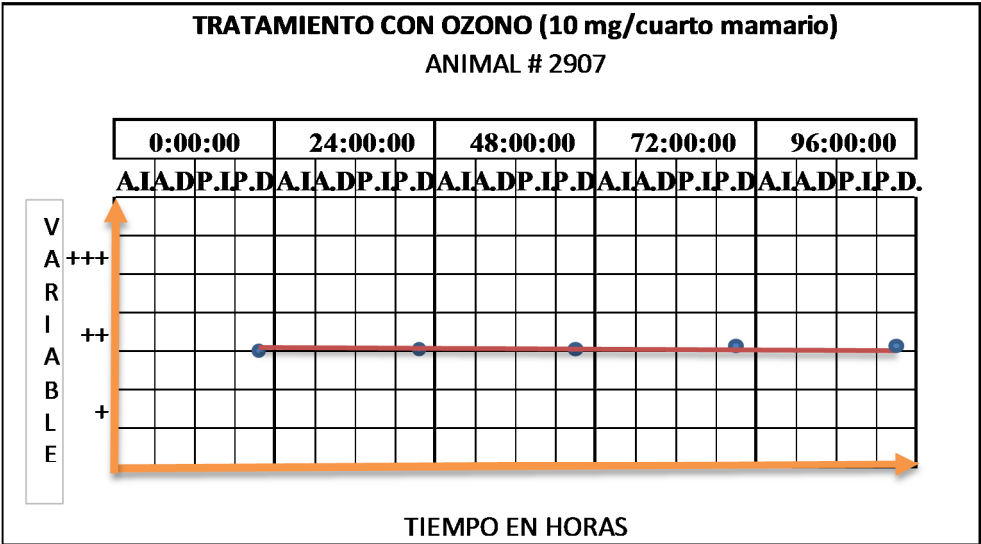
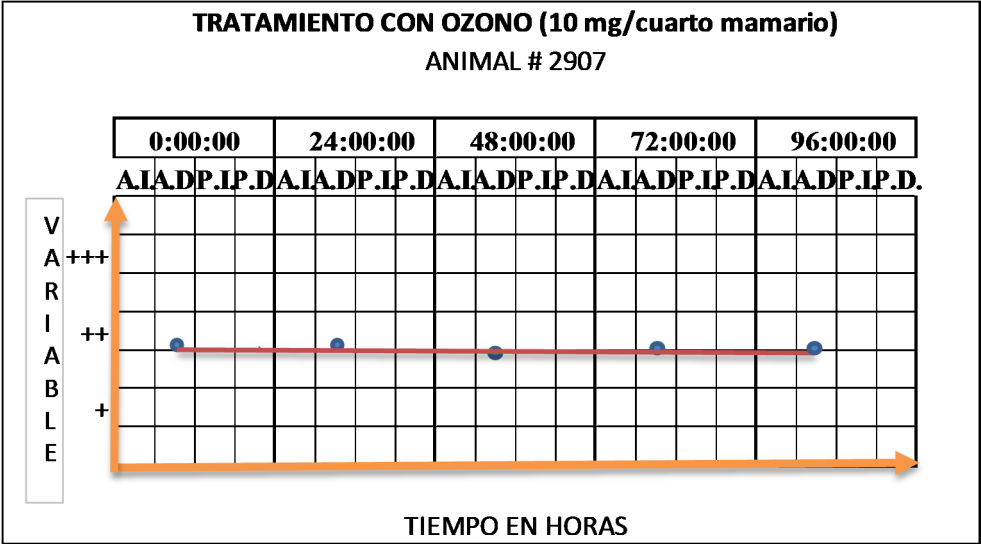


Anexo 2. Gráficos de la evolución del tratamiento con ozono en dosis 10 mg/cuarto para cada animal intervenido.

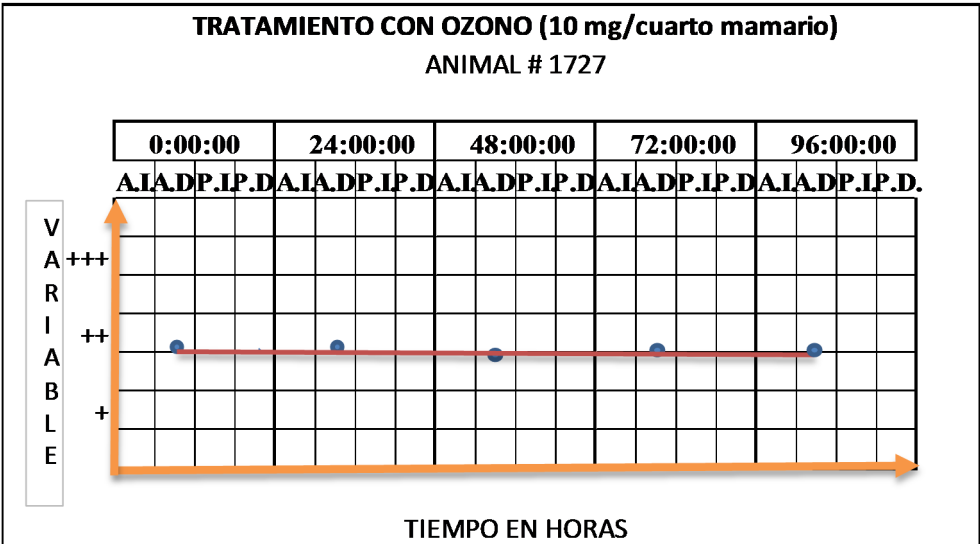
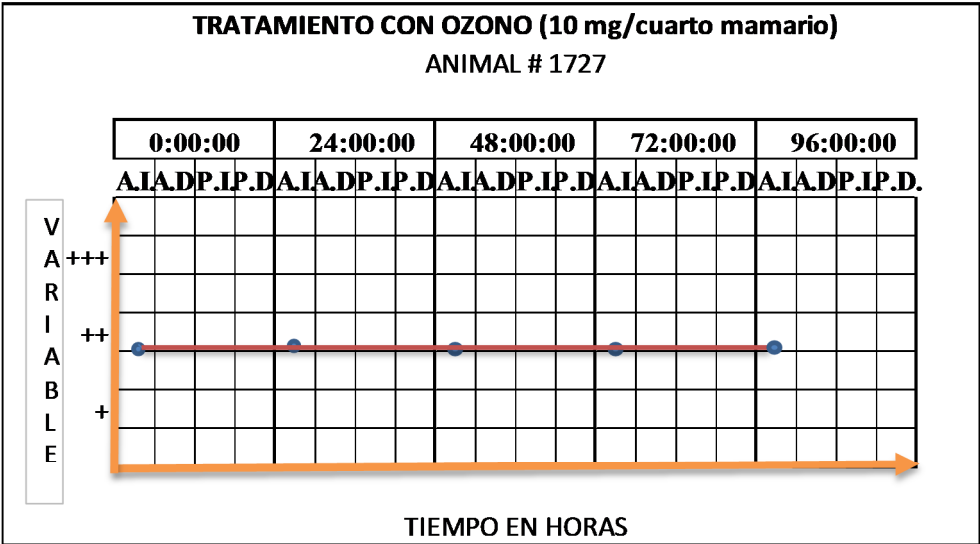
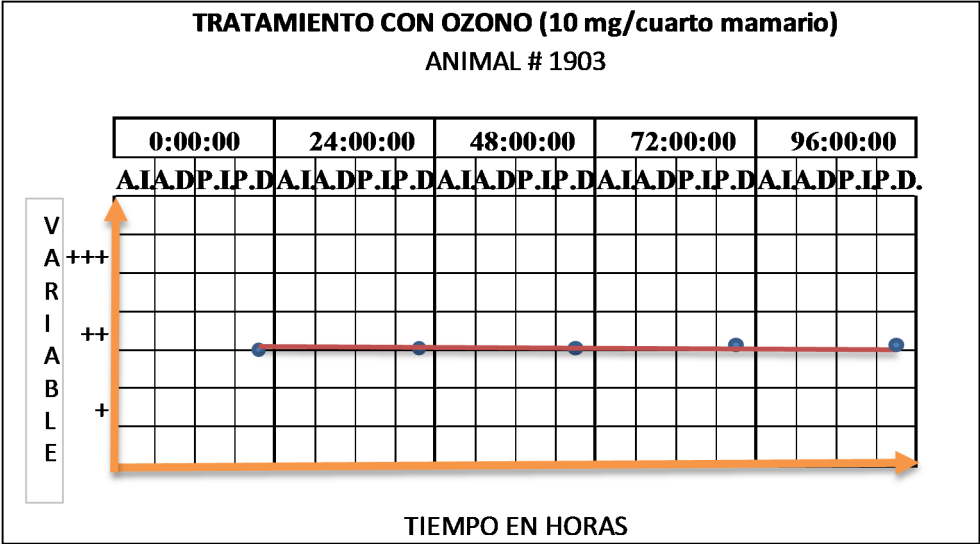




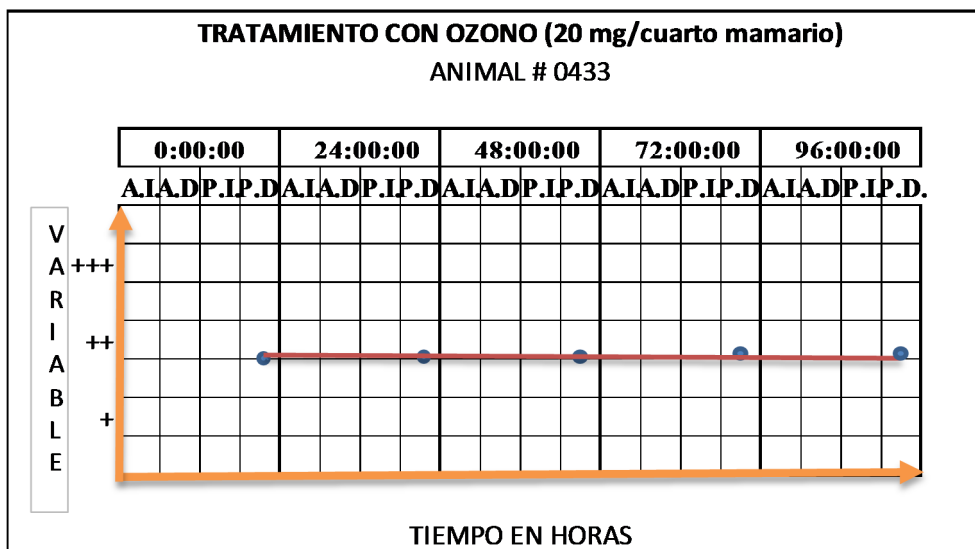


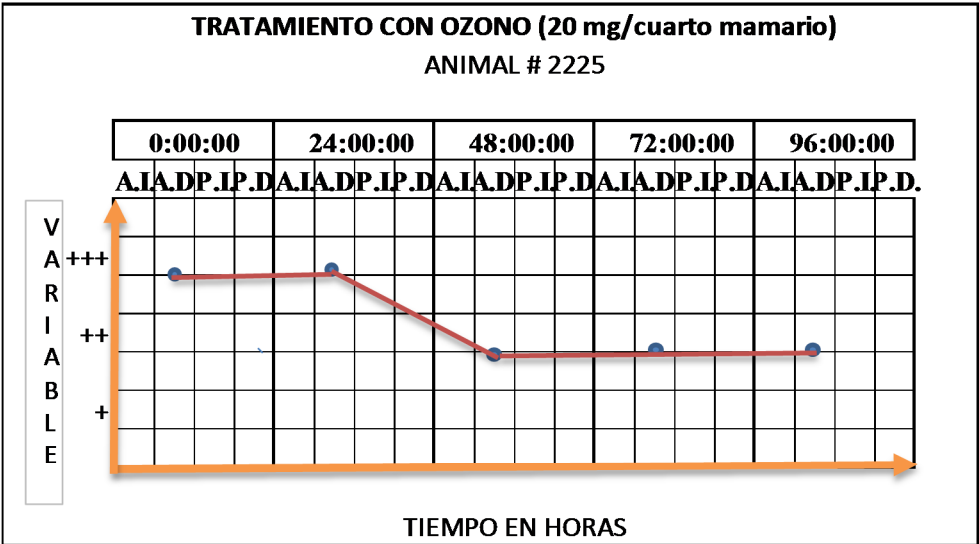
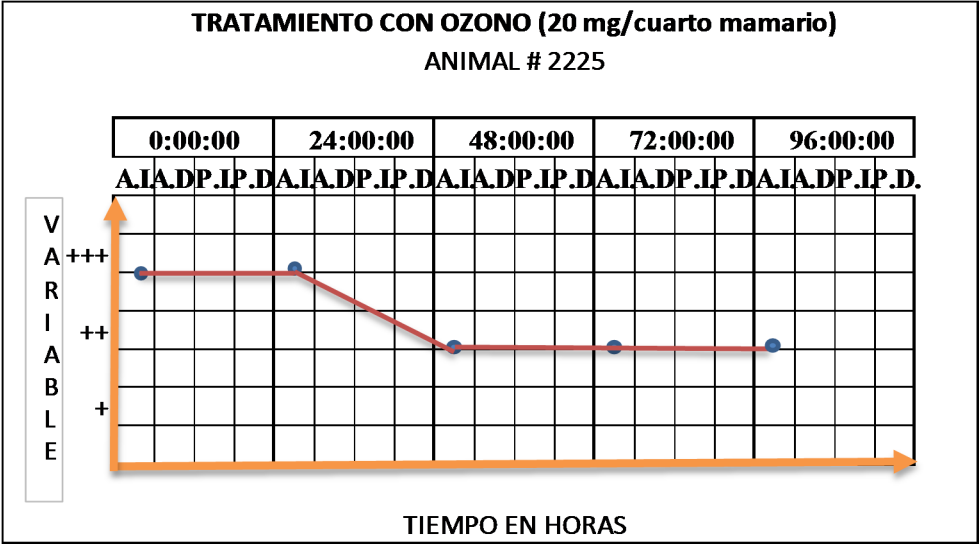


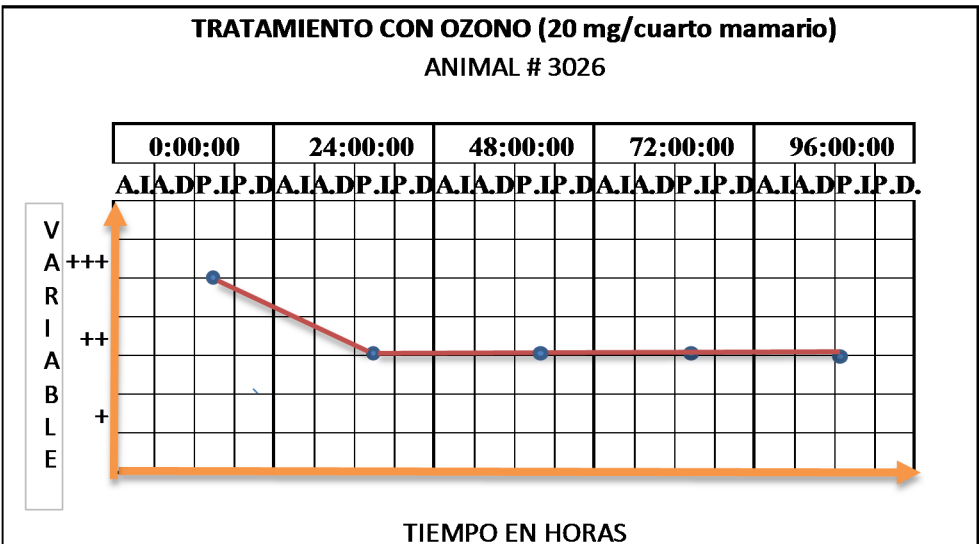
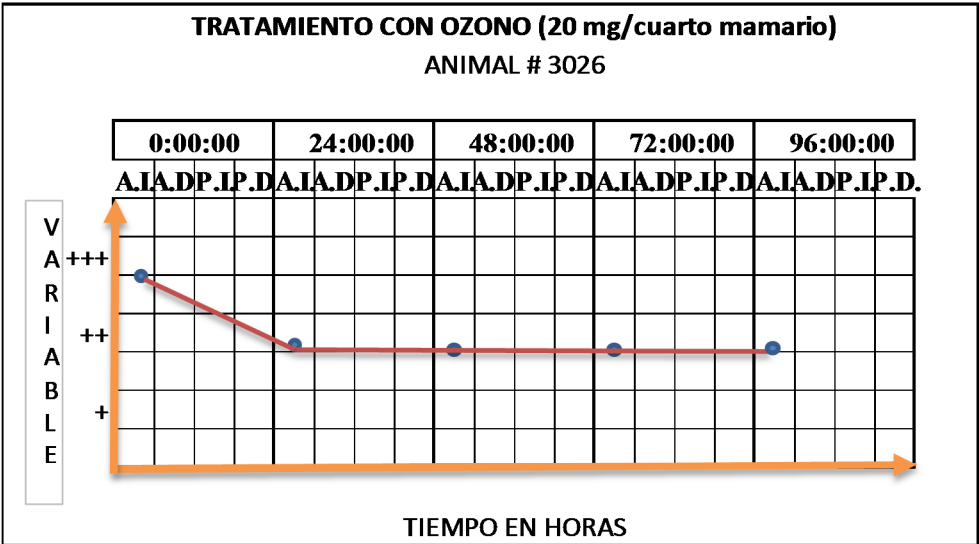
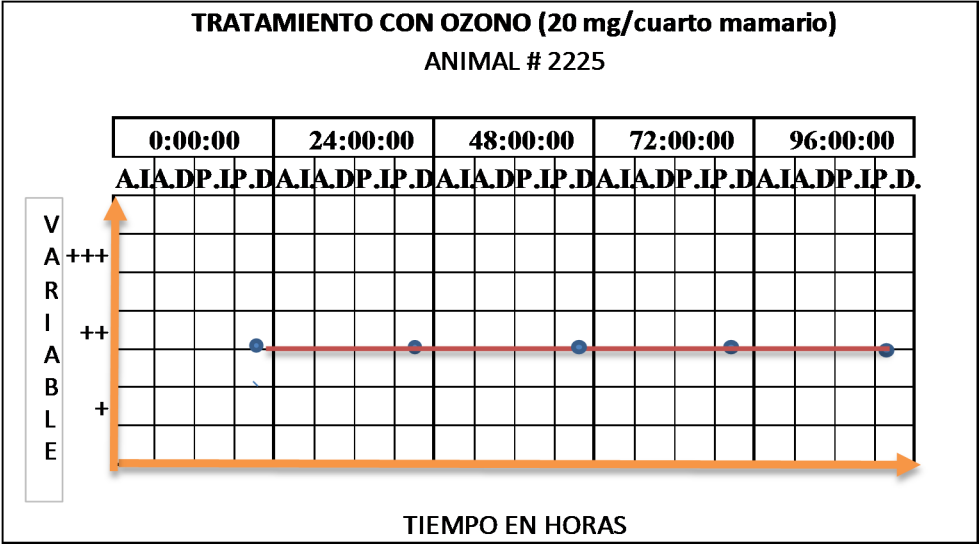


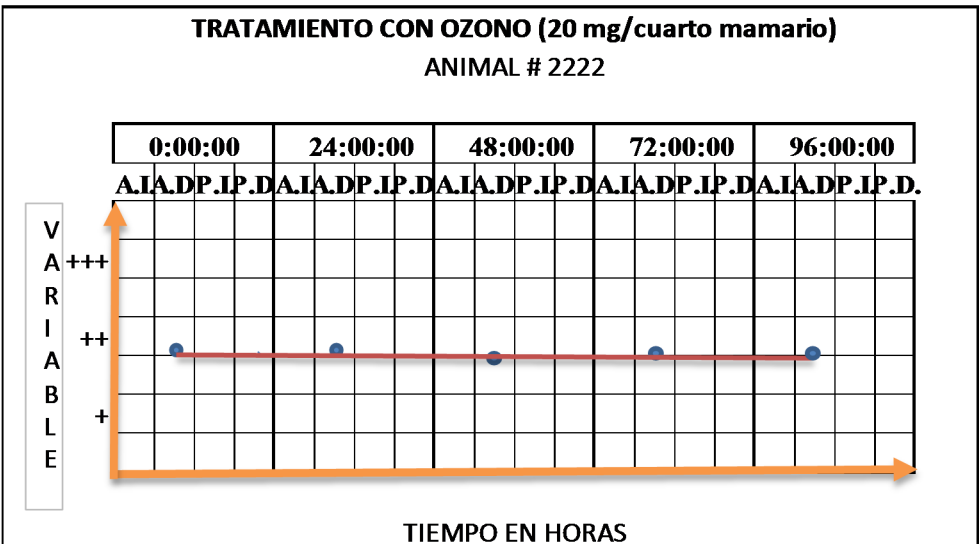
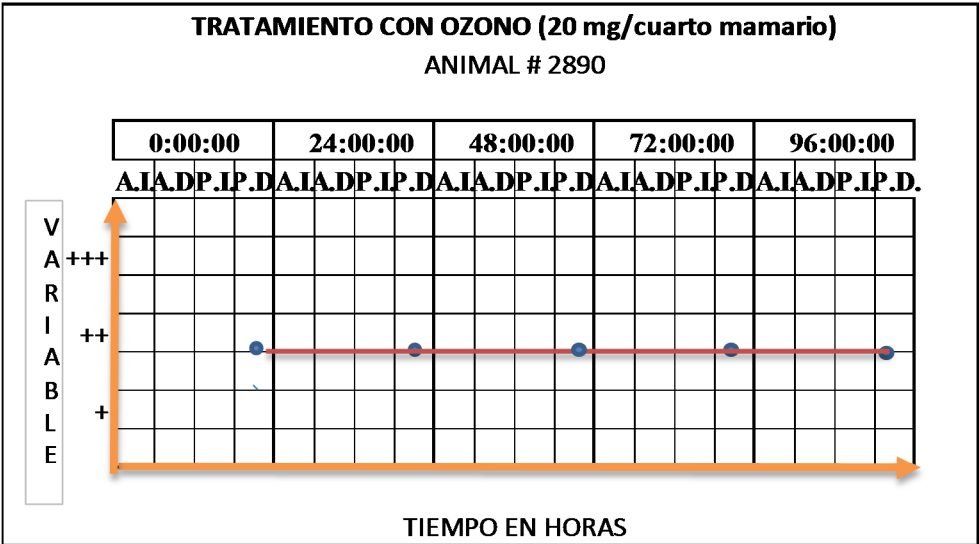


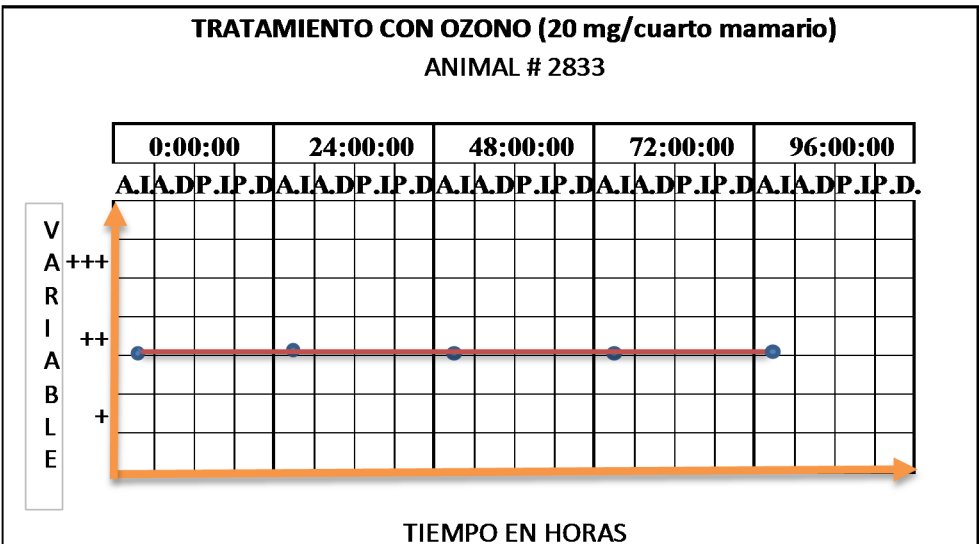
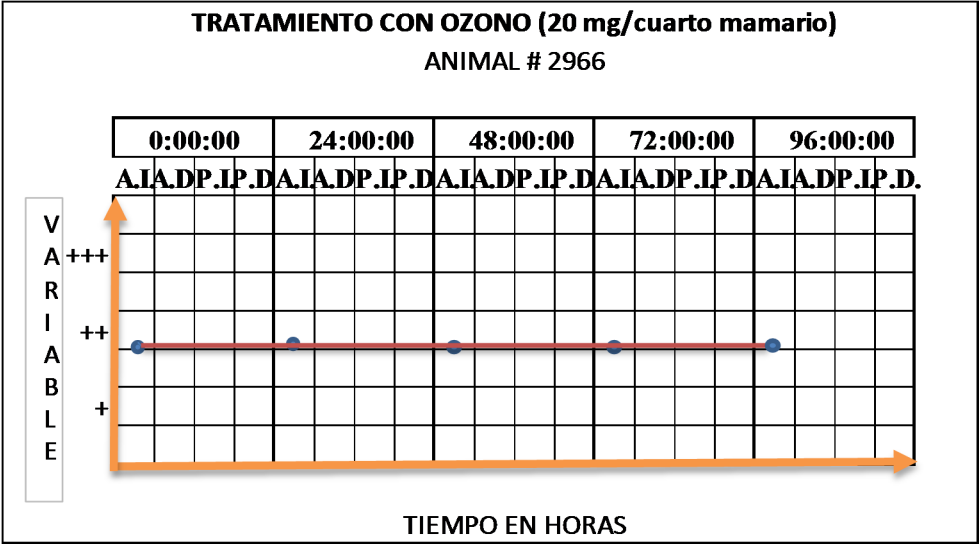
Anexo 3. Gráficos de la evolución del tratamiento con ozono en dosis 20 mg/cuarto para cada animal intervenido.

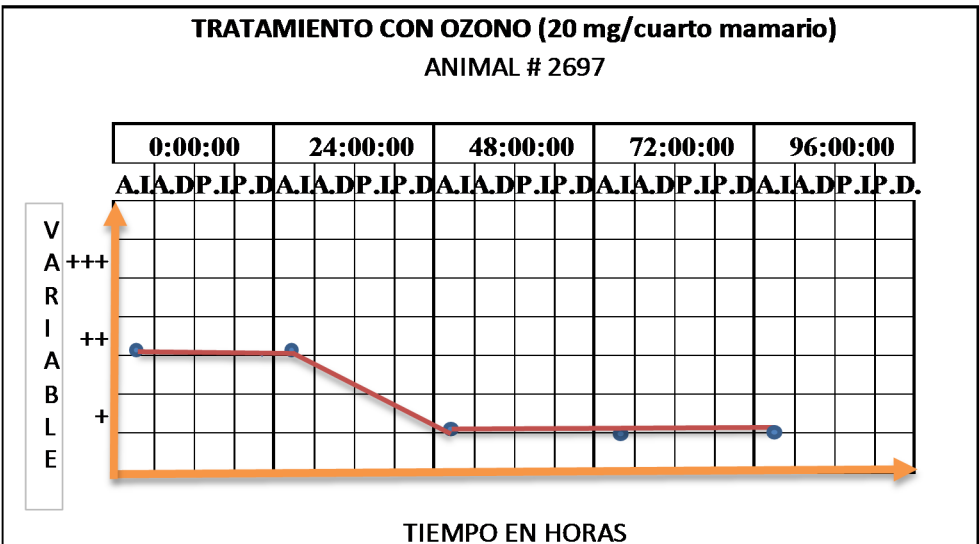
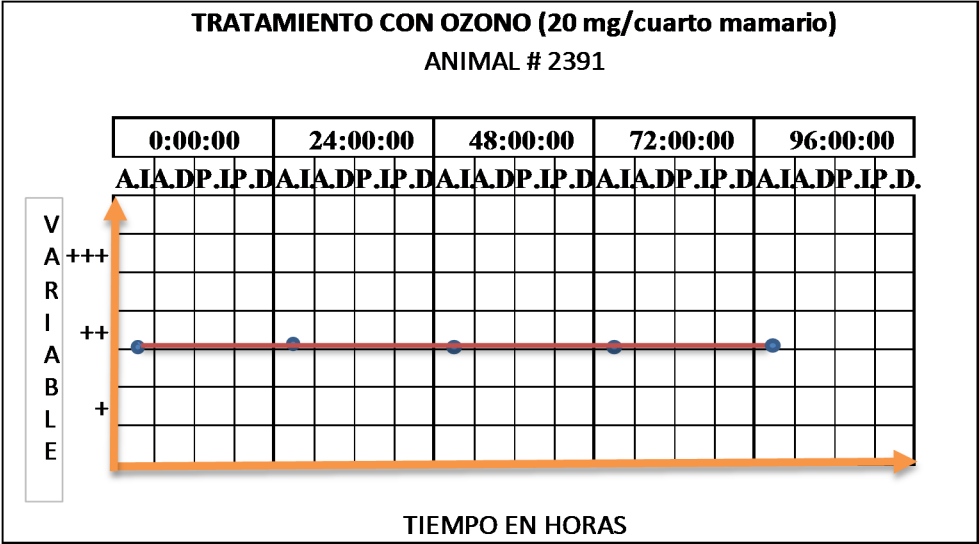


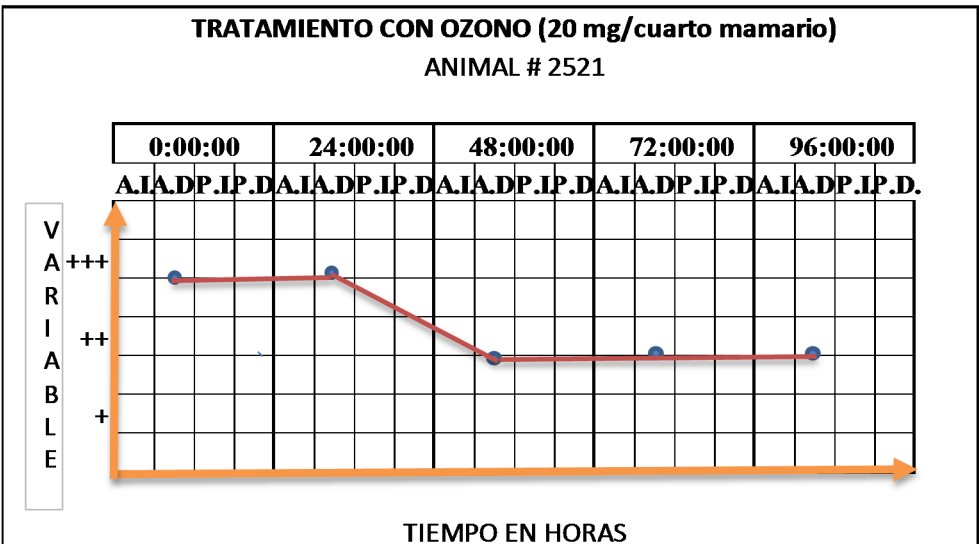
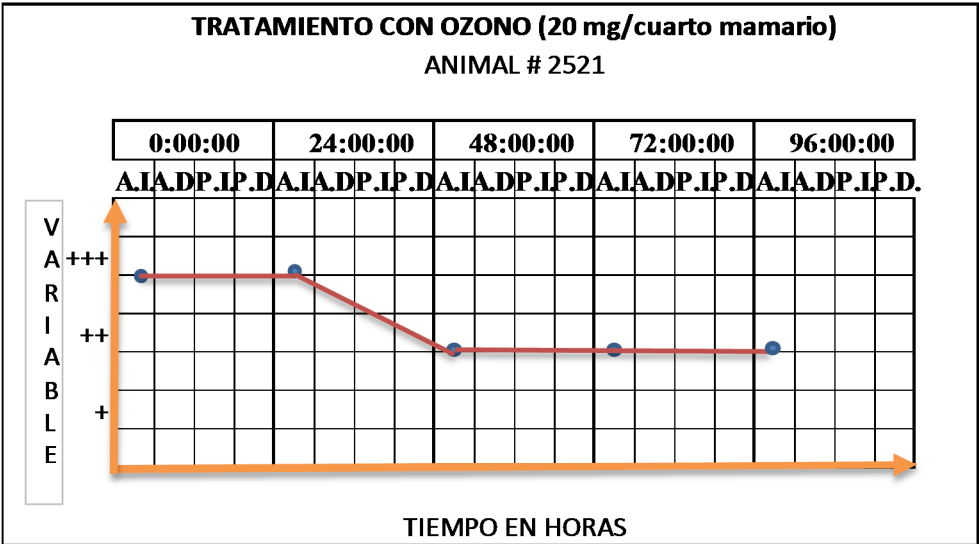
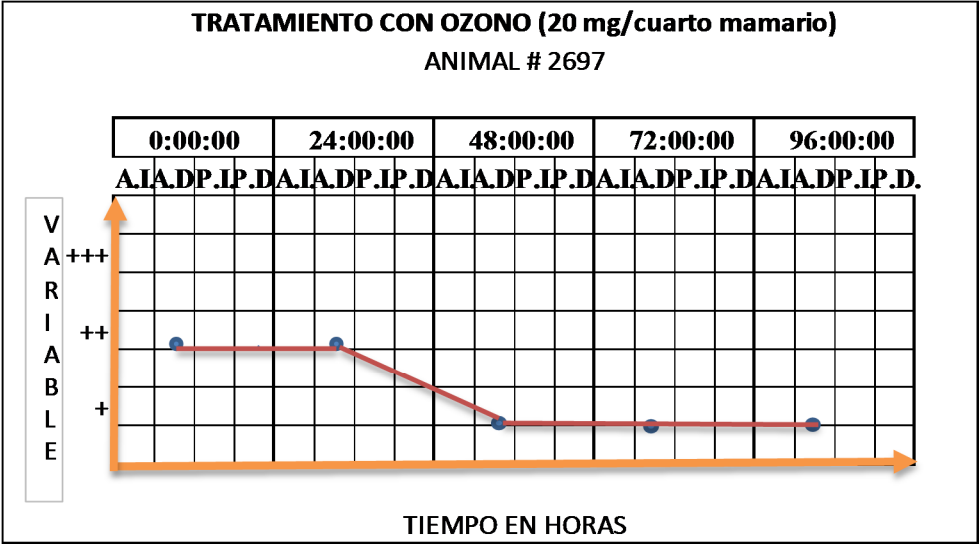




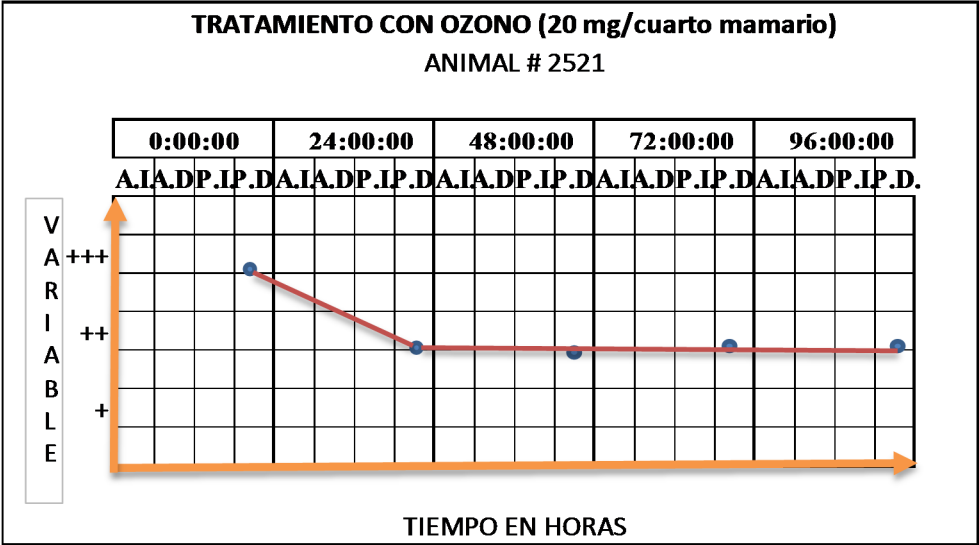
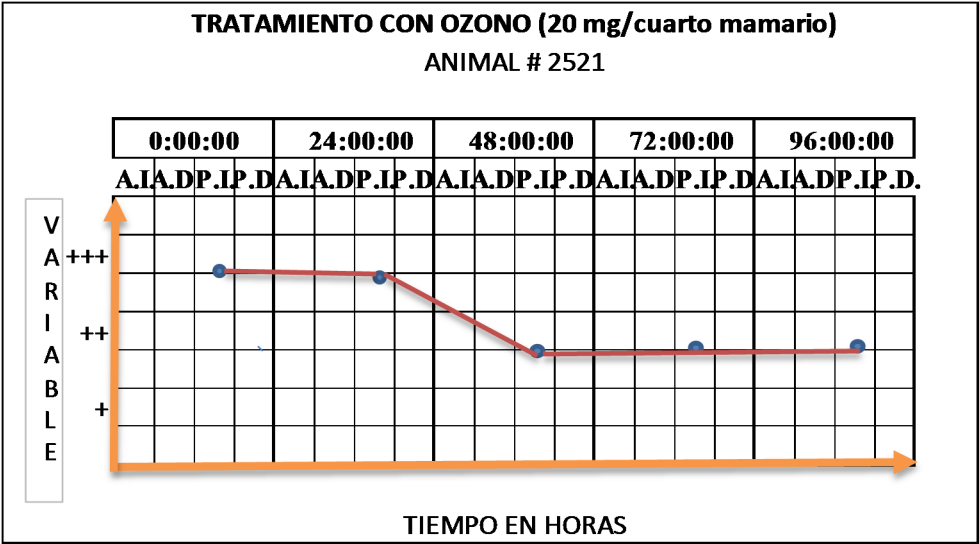




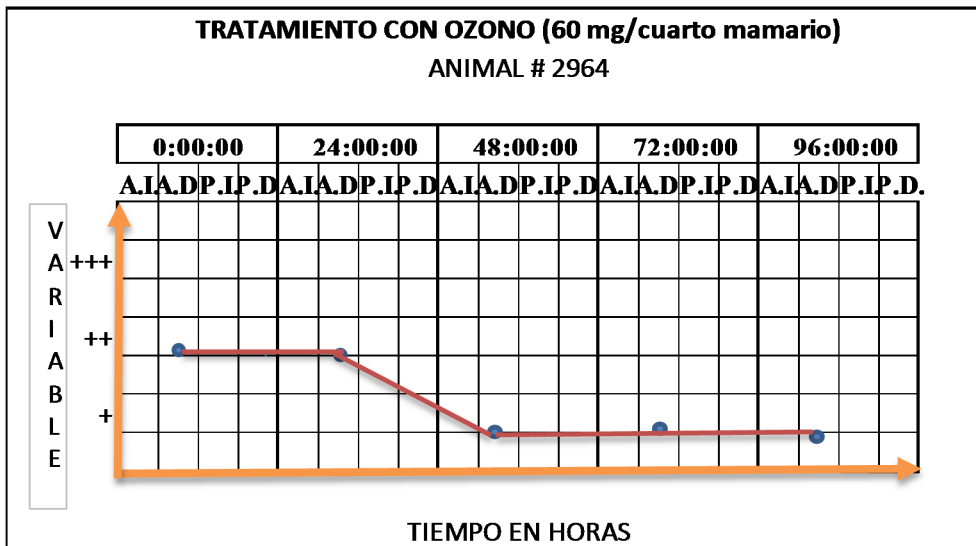
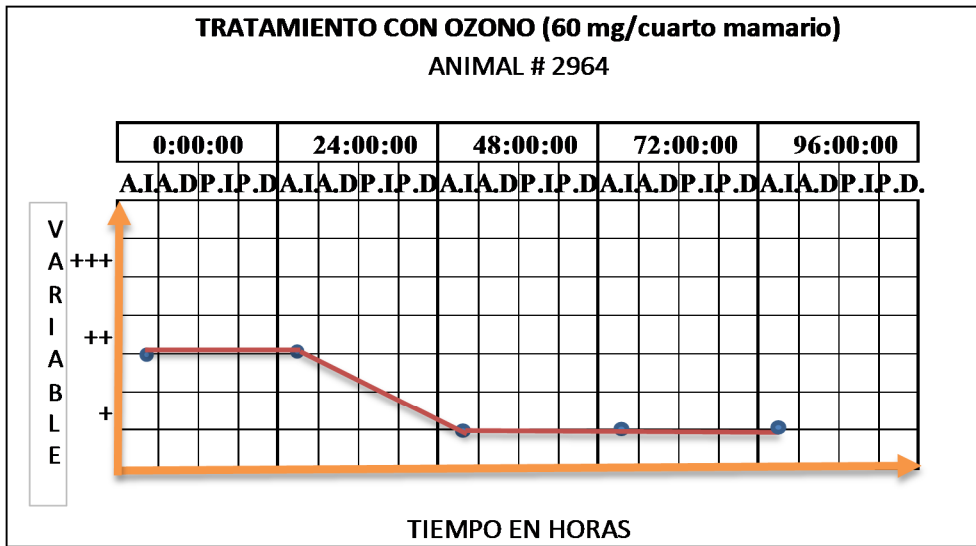


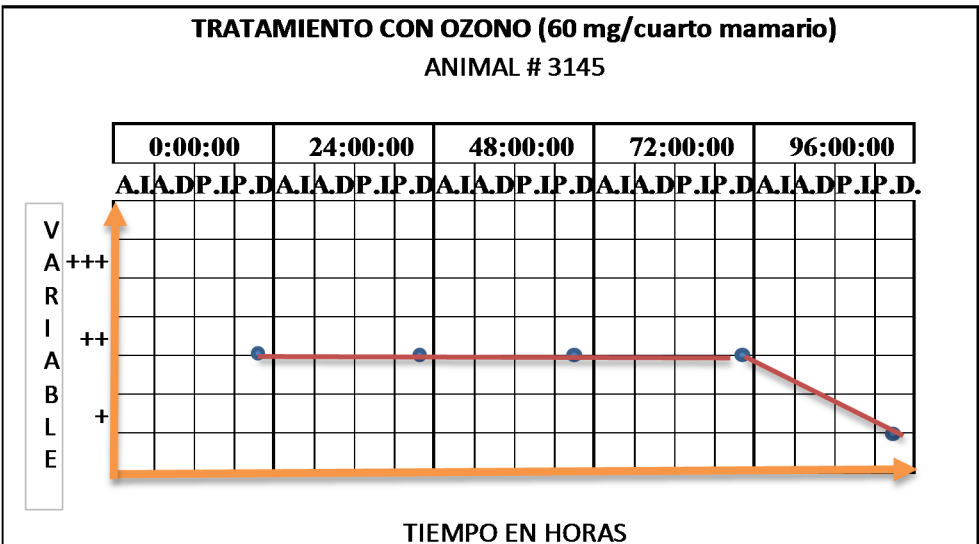
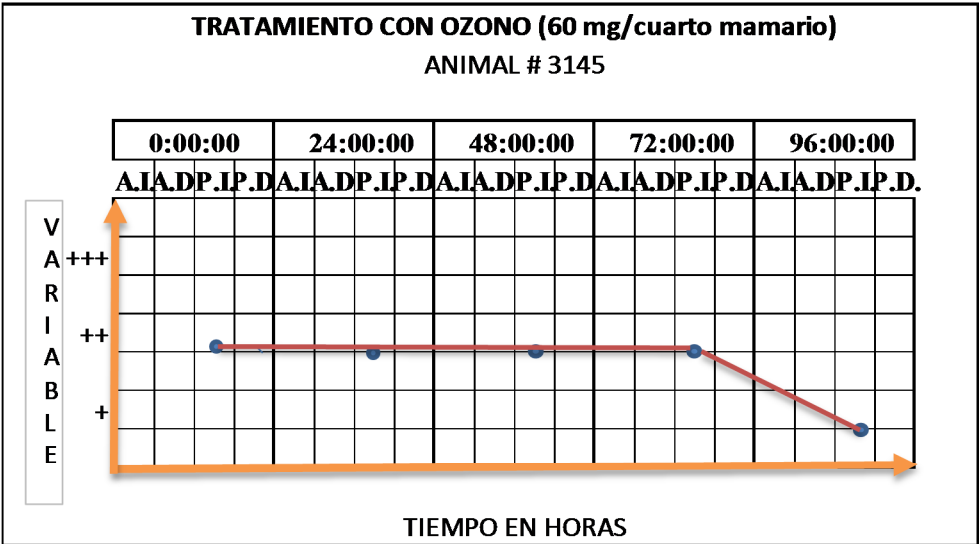
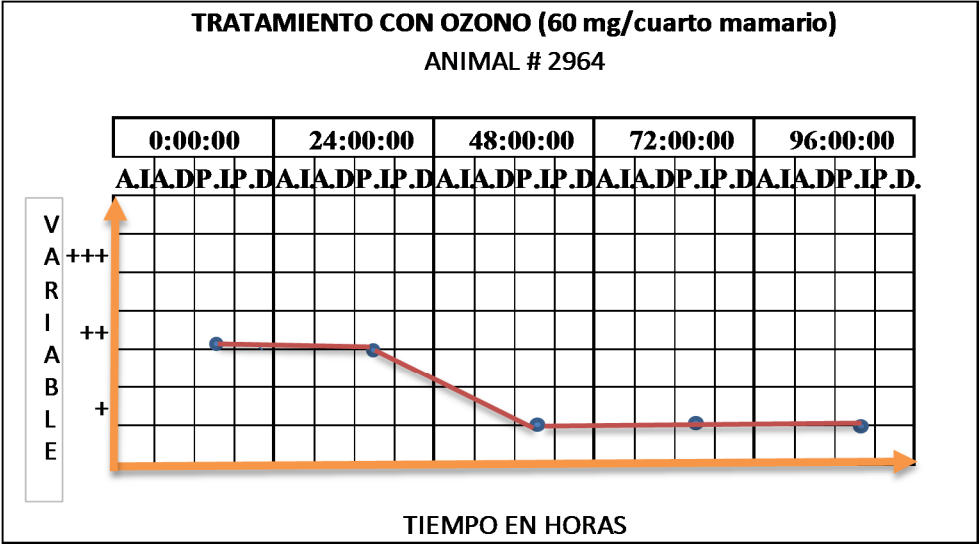


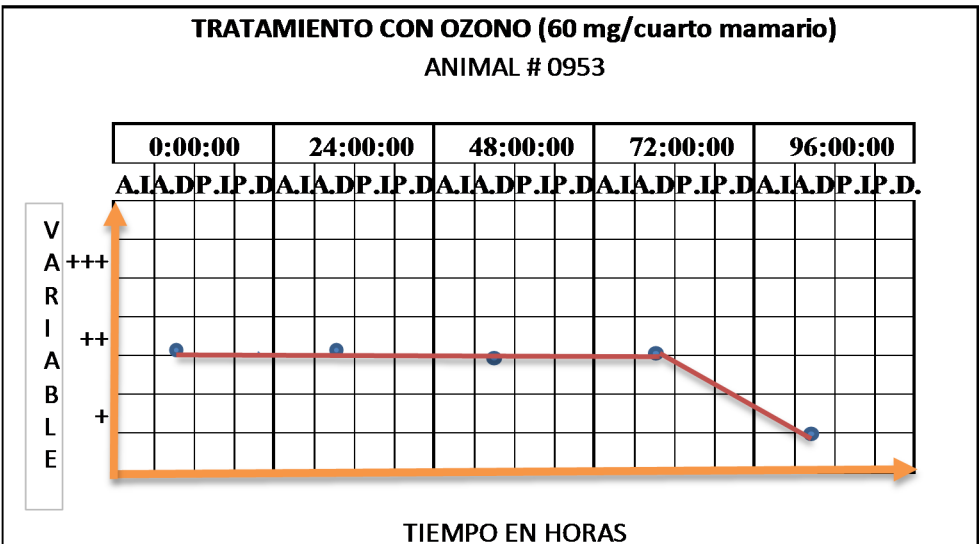
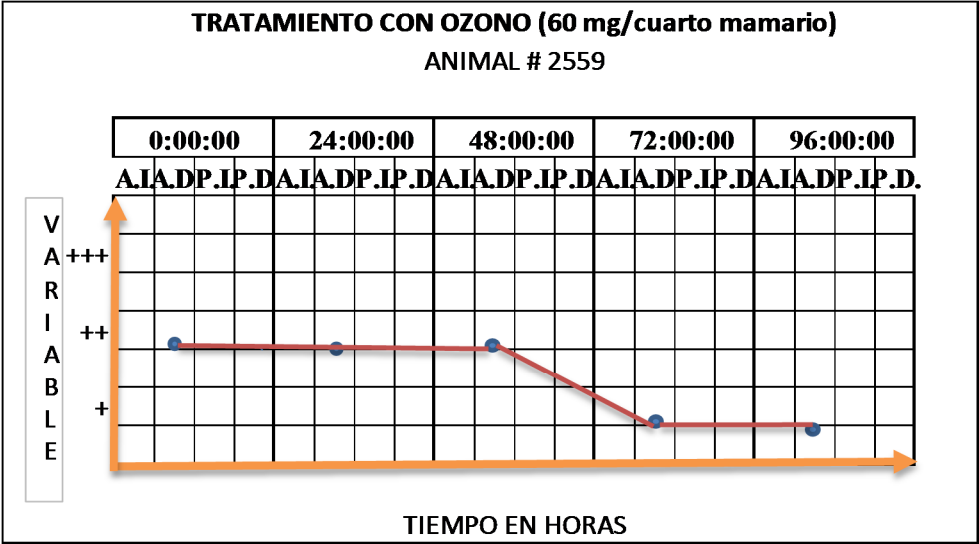


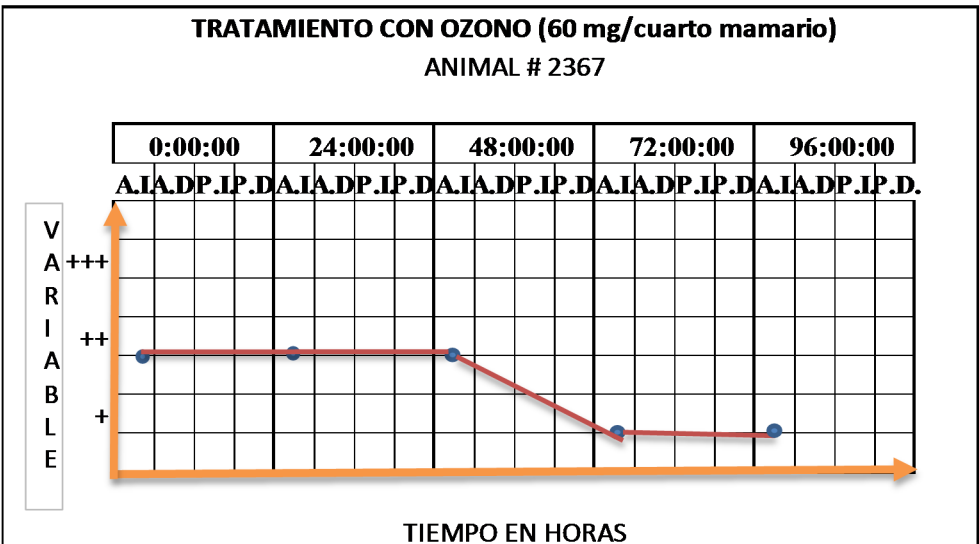
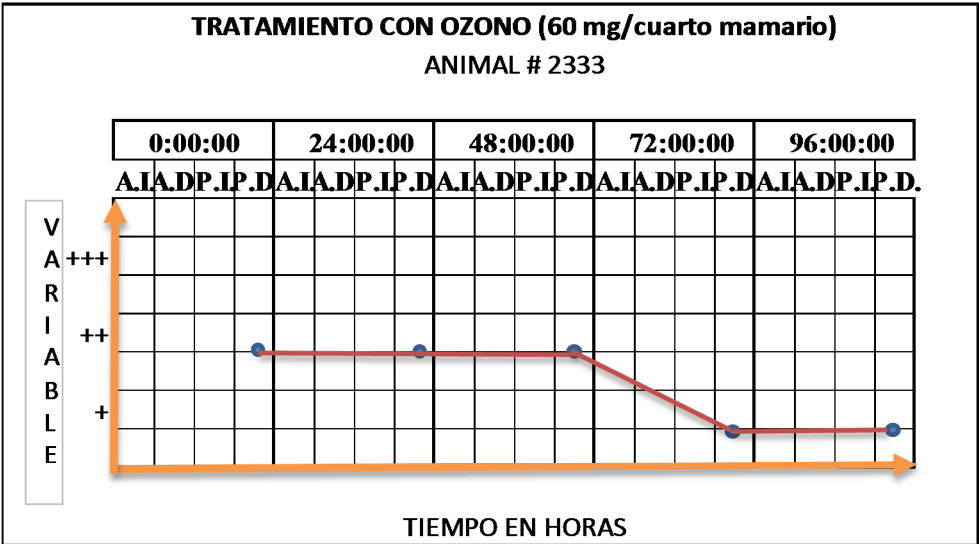
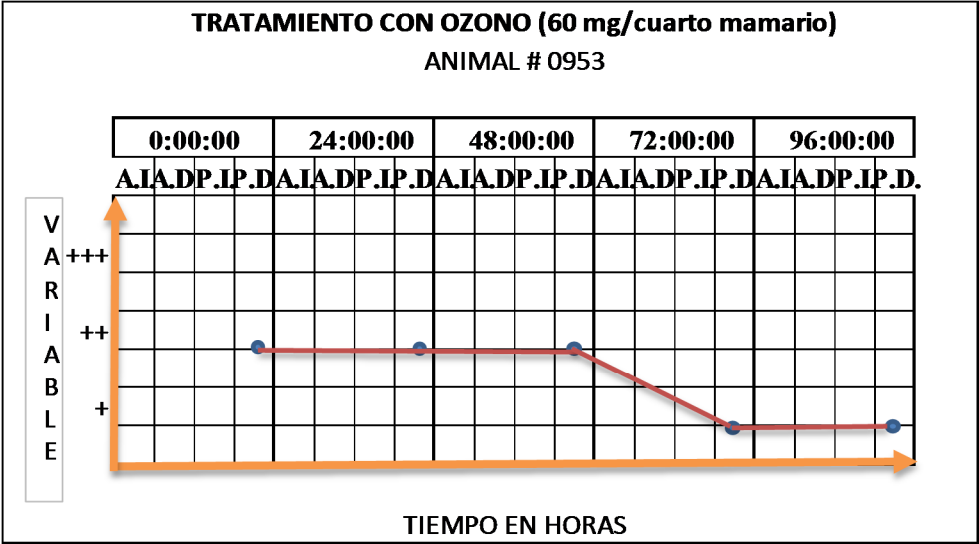


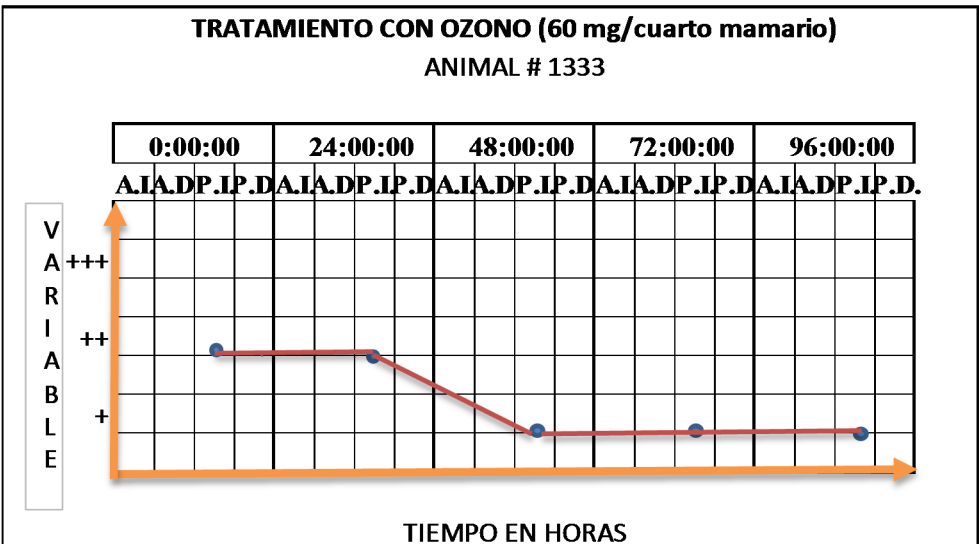
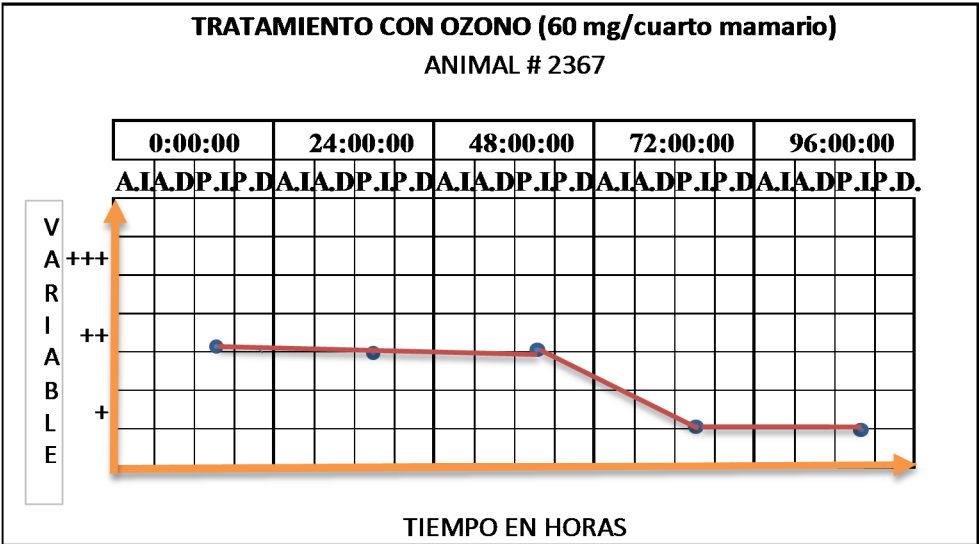
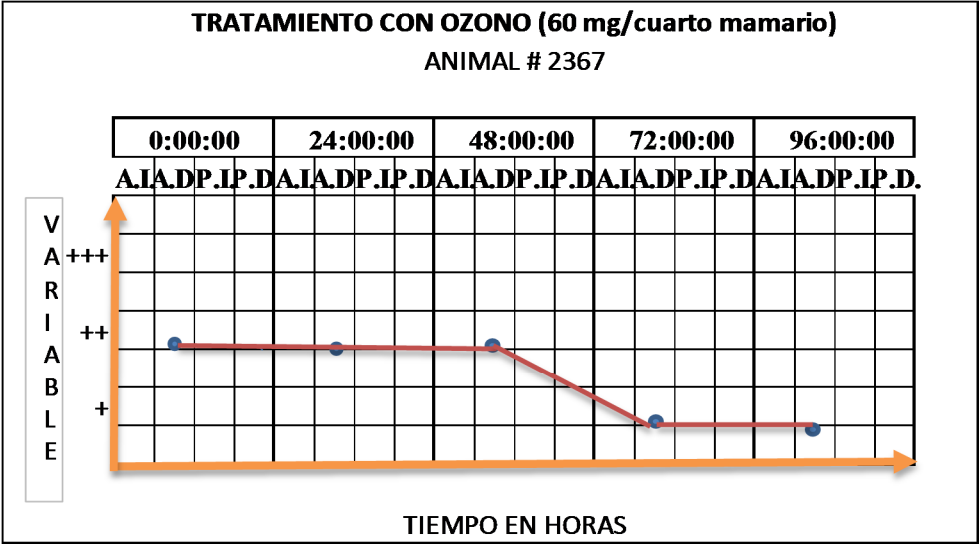
Anexo 4. Gráficos de la evolución del tratamiento con ozono en dosis 60 mg/cuarto para cada animal intervenido.

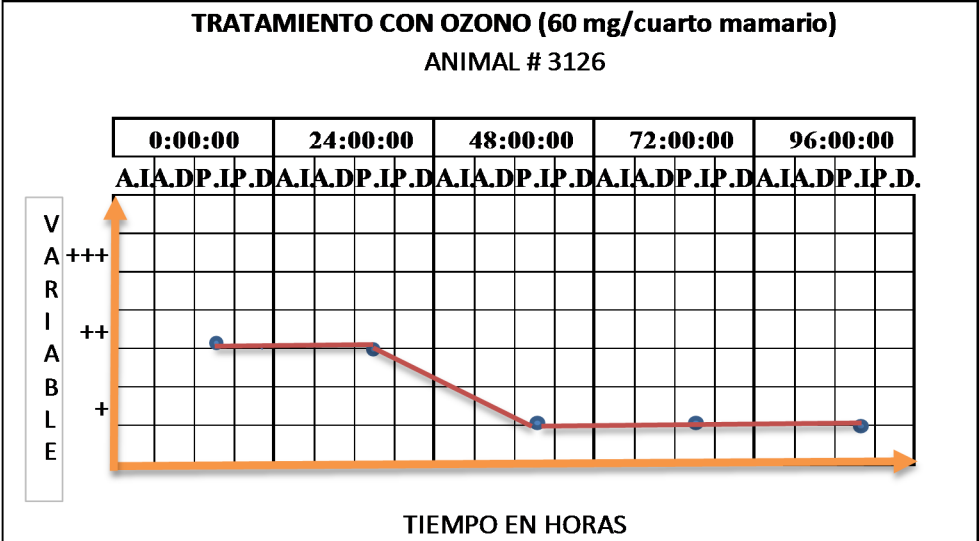
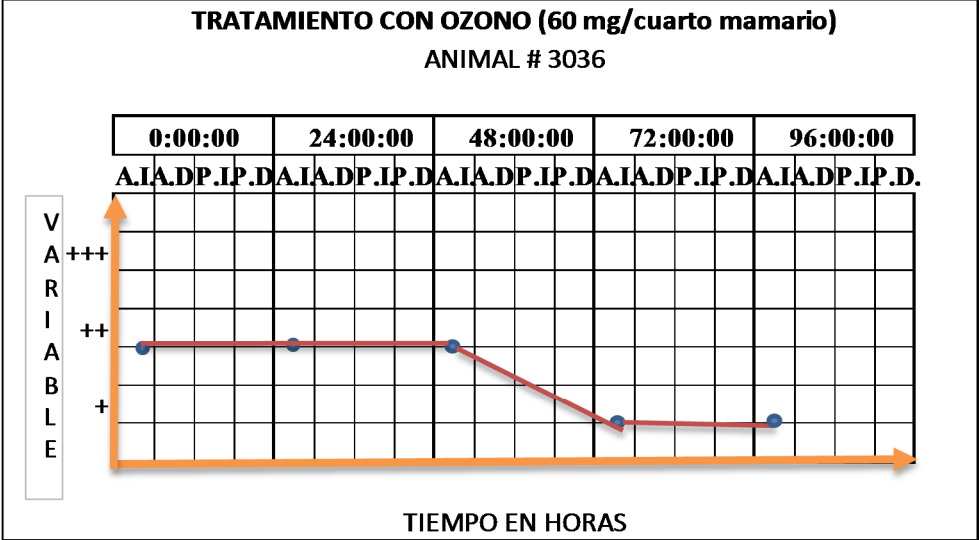














**UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA E HISTOLOGIA**  
**ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

D.L. No 69-04, 14 DE ABRIL DE 1969

PROVINCIA DE EL ORO – REPUBLICA DEL ECUADOR

DIRECCION

TEL./FAC.: (593-07)2983 360

Km 4 1/2 Vía Machala-Pasaje

TELE: 8593-07 - 2983-376

Granja Sta. Inés

Casilla N° 880

**CULTIVO DE MICROORGANISMOS.**

**Propietario:** Sr. Dr. Henry Peláez

**Muestra:** Leche: Especie: bovina. # De animal, 2225, 1195, 409, 1995, 3028 y 478.

**INFORME DE RESULTADOS**

Crecimiento selectivo de: # 2225 E. coli, +++ Staphylococcus Sp. +++: # 1195 E. coli, +++ Staphylococcus Sp. + : # 409 E. coli, + Staphylococcus Sp. +: # 1995 E. coli, + Staphylococcus Sp. ++ : # 3028 E. coli, ++ Staphylococcus Sp. ++ : # 478 E. coli, +++ Staphylococcus Sp. + :

**ANTIBIOGRAMA**

**Sensible:** Cloranfenicol, Gentamicina y Norfloxacin.

**Moderadamente sensible:** Doxicilina, Oxitetraciclina

**Resistente:** Ampicilina, Fosfomicina, lincomicina, amoxicilina, , enrofloxacin, trimetropin combinado.

Atentamente,

  
Dr. Luis Hurtado Flores

JEFE.LAB.MICROBIOLOGIA.

Machala 29 de Noviembre del 2012





**UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA E HISTOLOGIA**  
**ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

*D.I. No 69-04. 14 DE ABRIL DE 1969*

PROVINCIA DE EL ORO – REPUBLICA DEL ECUADOR

DIRECCION

TEL./FAC.: (593-07)2983 360

*Km 4 ½ Vía Machala-Pasaje*

TELE: 8593-07 - 2983-376

Granja Sta. Inés

Casilla N° 880

**CULTIVO DE MICROORGANISMOS.**

**Propietario:** Sr. Dr. Henry Peláez

**Muestra:** Leche: Especie: bovina. # De animal, 2367, 2333, 2537.

**INFORME DE RESULTADOS**

**Crecimiento selectivo de:** # 2367 Staphylococcus Sp. ++ Estreptococcus Sp. +, Vibrio  
Sp +:

# 2333 Staphylococcus Sp. +++ Estreptococcus Sp. ++, Vibrio

Sp +:

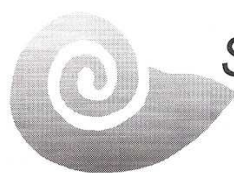
# 2537 Staphylococcus Sp. +++ Estreptococcus Sp.

Atentamente,

  
Dr. Luis Hurtado Flores

JEFE.LAB.MICROBIOLOGIA.

Machala 21 de Diciembre del 2012



# Sanitron

Ingeniería de Purificación y Representaciones

PRODUCTOS  
**SANITRON®**

## CERTIFICADO

SANITRON Ingeniería de purificación y Representaciones CIA. Ltda. certifica el correcto funcionamiento del equipo marca SANITRON

Modelo:

**PNS3801MED**

Numero de Serie:

**908011**

Equipo que cumplió a satisfacción con todos los controles de calidad impuestos por nuestra organización. El generado de ozono cumple con la siguiente escala de generación:

Control	µgr. Eqv. O <sub>3</sub> / ml
0	0
1	0
2	10
3	15
4	18
5	21
6	30
7	39
8	51
9	63
10	75

**NOTA:** Estos resultados fueron obtenidos bajo las siguientes condiciones:

1	Alimentación:	Oxigeno al 99.99 % de pureza
2	Flujo:	2 litros / minuto.
3	Temperatura ambiental:	21 °C
4	Presión de reactor:	0.0689 BAR
5	Voltaje de alimentación:	116.8 Volt.

Este certificado es válido hasta:

**11 de Febrero del 2010**

Para esta certificación se empleo la siguiente instrumentación:

- **Espectrofotómetro de absorción ultra violeta:**
  - Marca *IN USA*; modelo *HI-S*; número de serie *020056*; calibración *19-10-2007*
- **Oxímetro:**
  - Marca *Maxtec*; modelo *OM25-AE*; número de serie *MC90289018*; calibración *19-10-2007*
- **Osciloscopio:**
  - Marca *Link Instruments* modelo *DSO-2102S*; número de serie *000321070109*; calibración *05-05-2007*
- **Multímetro:**
  - Marca *Fluke* modelo *77III*; número de serie *74440509*; calibración *01-02-07*

Con agrado ampliaremos cualquier inquietud o aspecto técnico que nos soliciten.

Atentamente:

Paul Ordoñez

Departamento Técnico

SANITRON Ingeniería de Purificación y Representaciones. Aprobado



Quito, 11 de Agosto del 2009

P.O. Box 17-11-6008 CCNU  
 Telf: 593-2-241-6146 / 593-2-328-1315 / 593-9-901-0106 Fax: 593-2-328-1326  
[www.gelozone.com](http://www.gelozone.com) E-mail: [info@gelozone.com](mailto:info@gelozone.com)  
 Quito Ecuador S.A.

## Equipo de ozono terapia



## Despunte



## Registros



**Reactivo CMT**



**Paleta de CMT.**



**Paleta de CMT**



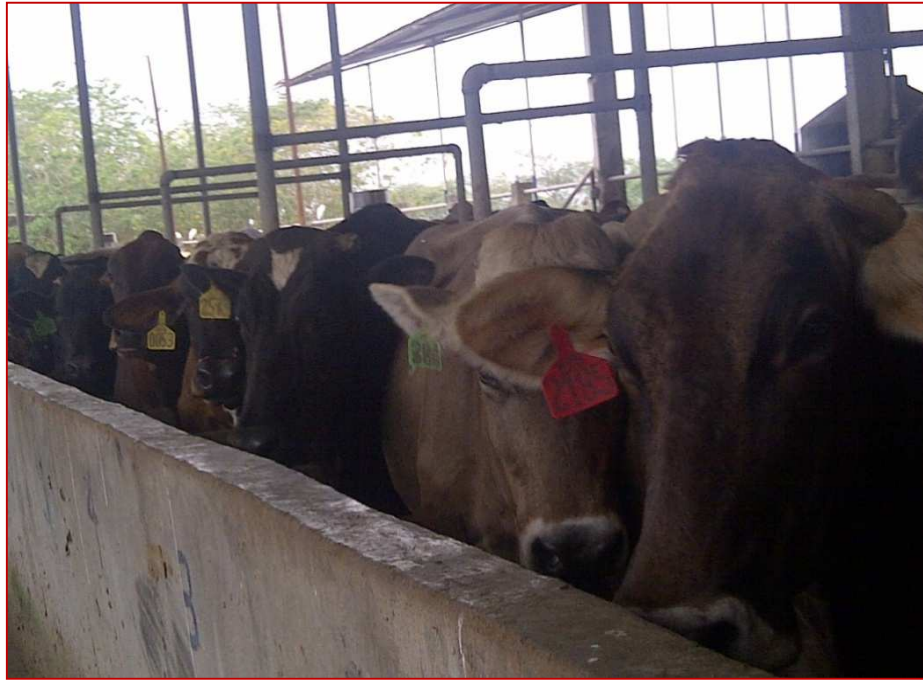
**Homogenización**



**Homogenización**



**Lectura del CMT.**



**Identificación.**



**Identificación**



**Identificación**

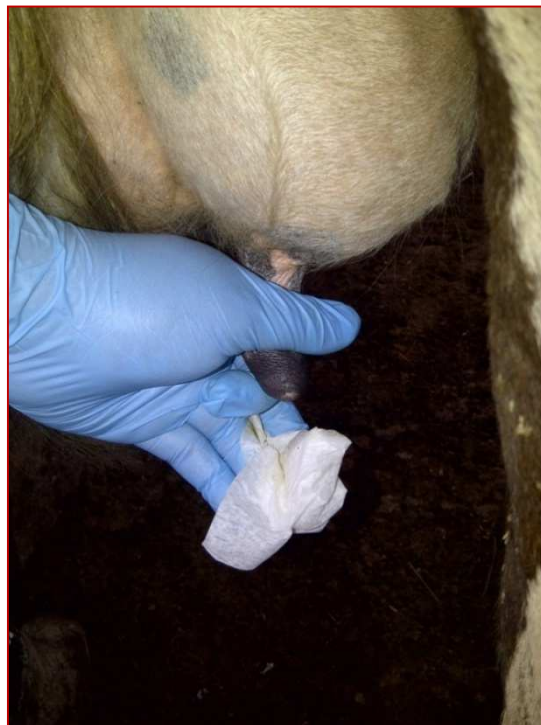


**Identificación**





**Equipo de ozonoterapia**



**Limpieza y desinfección.**



**Insuflación de ozono.**



**Insuflación de ozono**



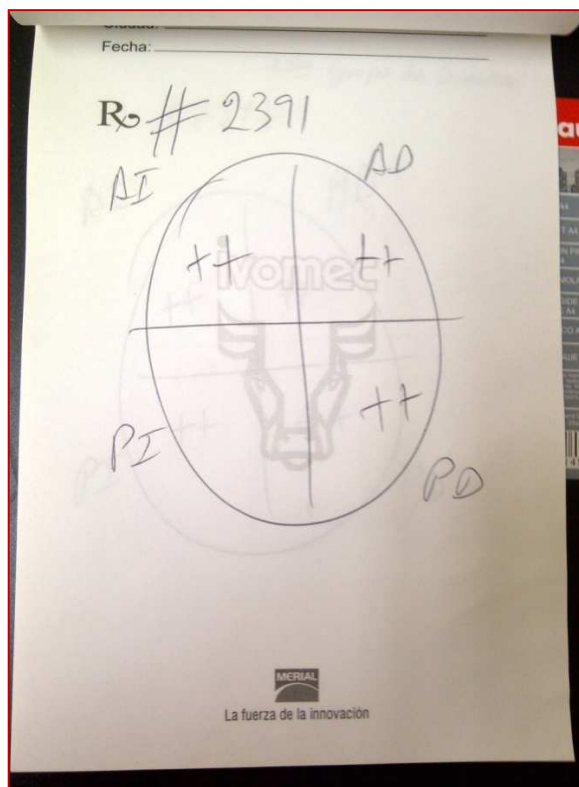
**Insuflación de ozono**



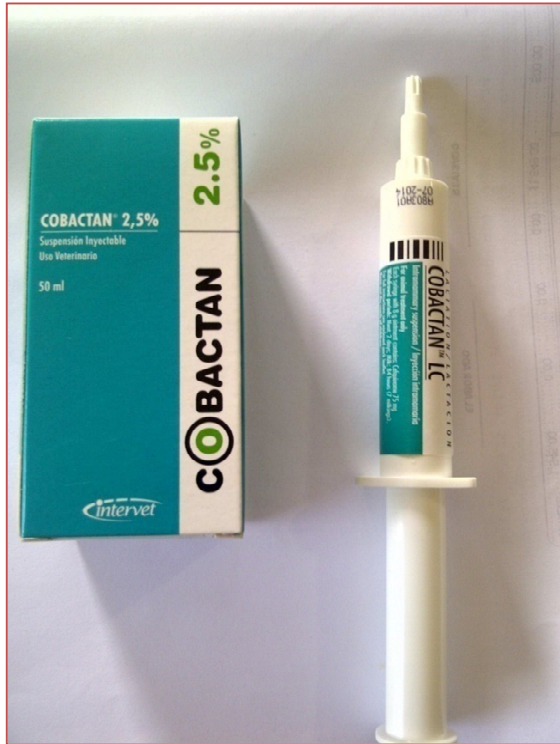
**Prueba de CMT**



**Registros**



**Registros**



## Antibióticos