



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Componente práctico de carácter complejo, presentado al H.  
Consejo directivo de la Facultad, como requisito previo a la obtención  
del título:

**MEDICA VETERINARIA ZOOTENISTA**

**TEMA:**

“Efecto terapéutico de la ozonoterapia en la cicatrización de heridas en  
perros”

**AUTOR:**

Valeria Dayanna Manzo Aldaz

**TUTOR:**

Dr. Jorge Washington Tobar Vera. MSc

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2022

## RESUMEN

Para la elaboración de la presente tesina se realizó un trabajo investigativo acerca del efecto terapéutico de la ozonoterapia en la cicatrización de heridas en perros. El proceso de aplicación del ozono en el área medicinal se reconoce como ozonoterapia, y puede ser usada tanto en medicina veterinaria como medicina humana. Entre los beneficios de la ozonoterapia, se encuentran su contribución en el aumento de la disponibilidad de oxígeno y la Adenosin Trifosfato (ATP) para la actividad celular, la inactivación de microorganismos perjudiciales, su efecto anti inflamatorio, propiedades regenerativas, propiedades analgésicas y como tratamiento en lesiones cutáneas y musculares. Siendo esta última propiedad la más pertinente en el desarrollo de esta investigación puesto que el ozono tiene propiedades emolientes, cicatrizantes, anti-bacteriales, y desinfectantes. La investigación está basada en artículos científicos de revistas de medicina veterinaria, tanto en español como en inglés. Sin embargo, aunque los usos para el ozono como tratamiento medicinal son varios, los estudios publicados respecto al uso del ozono en animales pequeños son limitados, siendo algunos resultados provenientes de ejercicios empíricos y experimentales con pruebas sujetas a revisión y análisis en base a los efectos clínicos obtenidos. La mayoría de los resultados se presentan como conclusiones positivas, pero a la vez inciertas por lo que existe controversia respecto al uso presente y futuro de la ozonoterapia y se recomienda realizar mayores estudios. La literatura menciona mejoría clínica después del uso de la ozonoterapia y sugiere su uso como tratamiento alternativo o complementario para tratar ciertas patologías.

**Palabras Clave:** Ozonoterapia, Veterinaria, Cicatrización En Perros, Heridas En Perros.

## SUMMARY

For the elaboration of the present thesis a research work was conducted about the therapeutical effect of ozone therapy in the healing of wounds in dogs. The process of ozone application in the medicinal area is known as ozone therapy, and can be used in veterinary medicine as in human medicine. Among the benefits of ozone therapy, there is its contribution to the augmentation of availability of oxygen and Adenosine triphosphate (ATP) for the cellular activity, the inactivation of harmful microorganisms, its anti-inflammatory effect, regenerative properties, analgesic properties and its treatment in cutaneous and muscular wounds. It is this last property the most pertinent to the development of this research because ozone has emollient, healing, anti-bacterial, and disinfectant properties. The research is based on scientific articles in journals of veterinary medicine, in Spanish and English. However, although the uses of ozone as a medicinal treatment are several, the studies published about the use of ozone in small animals are limited, some results being originated of empirical and experimental exercises with tests subjected to revision and analysis regarding the clinical effects obtained. Most of the results are presented as positive conclusions, but at the same time uncertain leading to controversy about the present and future use of ozone therapy and further studies are recommended. Literature mentions clinical improvement after the use of ozone therapy and it is suggested as an alternative treatment or complementary to treat certain pathologies.

**Keywords:** ozone therapy, veterinary, healing in dogs, wounds in dogs.

## INDICE

RESUMEN .....	II
SUMMARY .....	III
INTRODUCCION .....	1
CAPITULO I .....	2
MARCO METODOLÓGICO .....	2
1.1. Definición del tema caso de estudio .....	2
1.2. Planteamiento del problema .....	2
1.3. Justificación.....	2
1.4. OBJETIVOS .....	3
1.4.1. Objetivo General .....	3
1.4.2. Objetivos Específicos .....	3
1.5. Fundamentación teórica .....	3
1.5.1. Principios de la ozonoterapia .....	3
1.5.2. Efectos y Beneficios de la ozonoterapia.....	4
1.5.2.1. Efectos antimicrobianos del ozono.....	6
1.5.3. Vías de administración .....	8
1.5.3.1. Administración sistémica.....	8
a) Autohemoterapia mayor (AHT-M).....	8
b) Autohemoterapia Menor (AHM-m).....	9
c) Insuflación rectal.....	9
1.5.3.2. Administración tópica y local .....	10
A. Tópica .....	10
B. Local .....	11
a) Insuflación por bolsa.....	11

b. Intradiscal, intervertebral y paravertebral.....	11
c. Subcutánea .....	12
d. Intraarticular .....	12
1.5.4. El uso de ozonoterapia en traumatismos por mordeduras .....	13
1.5.5. El uso de ozonoterapia para tratar farmacodermia .....	14
1.5.6. El ozono como tratamiento en caso de Pitiosis. ....	16
CAPITULO II.....	18
2. RESULTADOS DE LA INVESTIGACION .....	18
2.1. Desarrollo del caso.....	18
2.2. Situaciones encontradas .....	18
2.3. Conclusiones.....	18
2.4. Recomendaciones.....	19
BIBLIOGRAFIA .....	20
ANEXOS.....	23

## INDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1</b> Autohemoterapia Menor (AHM-m). A; exposición de la vena. B; venopunción. C; mezcla de la sangre con ozono. D; unificación de la mezcla y E; aplicación intramuscular de la mezcla.....	9
<b>Ilustración 2</b> Insuflación rectal en paciente canino..¡Error! Marcador no definido.	
<b>Ilustración 3</b> Ozonoterapia tópica con bolsa plástica .....	11
<b>Ilustración 4</b> Aplicación de ozono paravertebral en paciente canino.....	12
<b>Ilustración 5</b> Herida en perro producto de mordida, presenta lesiones circulares, infección, y fistulas.....	23
<b>Ilustración 6</b> Perro presenta curación de herida total junto a crecimiento de pelo después de las sesiones de tratamiento con láser de baja intensidad y ozonoterapia.....¡Error! Marcador no definido.	
<b>Ilustración 7</b> Farmacodermia en perra Rottweiler, exhibe la presencia de dos lesiones cutáneas con secreción, color rosado y presencia de necrosis. La herida A fue identificada en las regiones cervical y torácica con un diámetro de 25 cm x 5 cm. La herida B fue identificada en la región torácica midiendo 15 cm x 20 cm. ....	24
<b>Ilustración 8</b> Las heridas luego del desbridamiento de los bordes.....	24
<b>Ilustración 9</b> Luego de tres días de tratamiento con solución salina ozonizada 0.9% (47 µg/mL) cada 12h, y aplicación local de aceite ozonizado de girasol (4 gotas en cada herida) y la presencia de tejido (flecha blanca) re-epitelización (flecha amarilla), costras (flechas rojas) y regiones con pelo (flechas azules).....	25
<b>Ilustración 10</b> . <i>Las heridas luego de 30 días de tratamiento con solución salina ozonizada (47 µg/mL) cada 12 h, y aplicación local de aceite ozonizado de girasol (4 gotas en cada herida). Silva et al. (2019)</i> .....	26
<b>Ilustración 11</b> . Luego de cinco meses terminado el tratamiento con solución salina ozonizada (47 µg/mL) cada 12 h, y aplicación local de aceite ozonizado de girasol (4 gotas en cada herida), se muestra una completa repoblación capilar en las áreas afectadas. ....	26

## INTRODUCCION

Según Case et al. (2012), el ozono es un compuesto de tres átomos del oxígeno (O<sub>3</sub>) y tiene una estructura dinámicamente inestable. Es un gas incoloro, cuyo olor es acre, y ya sea en su forma líquida o sólida puede ser explosivo. Para (Sciorsci et al. 2020). El uso del ozono como agente medicinal data de alrededor de 150 años. Sus primeros usos fueron como molécula microbicida, para desinfectar cuartos de operaciones, y para tratamientos del agua. Los usos del ozono se han ampliado a otras actividades aprovechando sus funciones antioxidantes y antiinflamatorias, su efecto inmuno-estimulante y sus propiedades germicidas. Adicionalmente, los efectos adversos o secundarios que se presentan durante su aplicación medicinal son mínimos por lo que su uso se ha venido generalizando.

De esta manera el ozono medicinal se abrió paso hacia la medicina veterinaria y humana, sin embargo, es necesario aclarar que no se usa el mismo tipo de ozono que se encuentra en las capas atmosféricas, sino que es una mezcla de ozono (O<sub>3</sub>) y oxígeno (O<sub>2</sub>) (Bhatt et al. 2016). Este proceso de aplicación medicinal se reconoce como ozonoterapia, el mismo que se basa en la suposición que el ozono se disocia rápidamente al entrar en contacto con el agua liberando una forma reactiva de oxígeno que puede oxidar las células.

Las rutas de administración del ozono van desde la sistémica hasta local. Como ejemplo en la ruta sistémica está la auto-hemoterapia de ozono (O<sub>2</sub>-AHT). En la administración local del ozono, existen tres formas principales: agua ozonada, aceite ozonado y una mezcla de gas O<sub>2</sub>-O<sub>3</sub>. Las rutas de administración local incluyen ruta intramuscular, intradiscal, paravertebral; otras como las rutas de administración pleural, peritoneal, vaginal, rectal y vesical pueden ser consideradas también como rutas prudentes de administración. Sin embargo, la aplicación medicinal del ozono por medio de la inhalación no es solo no recomendable, sino que puede ser peligrosa debido a la toxicidad pulmonar del ozono. (Sciorsci et al. 2020).

# CAPITULO I

## MARCO METODOLÓGICO

### 1.1. Definición del tema caso de estudio

El tema de investigación de componente práctico bajo modalidad de examen complejo para la obtención del título de Médico Veterinario Zootecnista es:

“Efecto terapéutico de la ozonoterapia en la cicatrización de heridas en perros”.

### 1.2. Planteamiento del problema

En el Ecuador, gran parte de las clínicas veterinarias no utilizan los diferentes métodos terapéuticos que se pueden realizar para aprovechar la amplia y extensa rama de beneficios que ofrece los tratamientos de ozono como tópico, infiltrario y sistémico, sin embargo la gran mayoría se limitan a la vía tópica mediante agua ozonizada para problemas dérmicos o baños estéticos, además cabe recalcar que la población en general tiene muy poco o limitado conocimiento acerca de esta muy importante y útil práctica médica alternativa.

### 1.3. Justificación

El uso de la terapia de ozono se conoce por su acción oxigenaria, revitalizadora, antioxidativa, reguladora-estimuladora inmunitaria, regeneradora (cicatrices, úlceras y lesiones musculo-articulares), y su potente efecto antiinflamatorio, antialérgico y germicida.

Esto concluye que el uso de la ozonoterapia es adecuado para una gran cantidad de patologías como tratamiento único o complementario. Lo que dependerá de un acertado diagnóstico para determinar las concentraciones y manera de aplicación, ya que varía mucho dependiendo del problema a tratar.

Es muy importante la utilización de una concentración adecuada de ozono ya que es determinante en la clase de efecto biológico producido y la forma de aplicación determina el medio de acción en el organismo.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo General**

Describir el efecto terapéutico de la ozonoterapia en la cicatrización de heridas en perros.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Explicar la información investigada acerca del efecto terapéutico de la ozonoterapia en la cicatrización de heridas en perros.
- Identificar los tratamientos más frecuentes de la ozonoterapia en la cicatrización de heridas en perros.

## **1.5. Fundamentación teórica**

### **1.5.1. Principios de la ozonoterapia**

Unas de las primeras referencias acerca del ozono se muestran en la literatura científica por el físico holandés Mak Van Marumom en 1785, la cual describía un experimento en un centro de electrificación, descubriendo que al pasar un arco eléctrico por medio del aire halló una sustancia gaseosa con olor peculiar, con grandes beneficios oxidantes (Martínez Sánchez , 2013). En 1840 el profesor Schönbein de la Universidad de Basilea pudo relacionar datos acerca de cambios en las propiedades del oxígeno con la formación de un particular gas al que llamo ozono. Mayor Hernández et al. (2010)

Tal como mencionan (Schwartz y Martínez, 2012) en su investigación titulada “La ozonoterapia y su fundamentacion científica”

En 1857 fue construida la primera máquina técnica de ozonización instalada a manera de purificar el agua, desde entonces la ozonificación del agua nos permite obtener de la misma, agua pura higiénicamente y apta para el consumo de la población. Cien años más tarde el Dr. Joachim Hansle pudo construir el primer generador de ozono médico, que posibilitaba dosificar con una mayor precisión la mezcla de ozono y oxígeno. En 1893 en el mes de octubre se instaló en Ousbaden (Holanda) uno de los primeros sistemas de tratamientos con ozono para aguas, que en la actualidad se han extendido a más de 3 000 plantas con dicho fin. En 1898, el Instituto de Ozonoterapia fue fundado en Berlín por Thauerkauf y Luth. En 1900 fue la fundación de “The Tesla Ozone Company” comenzando a expender maquinas generadoras de ozono y aceite de oliva ozonizado para su uso en la medicina.

En 1902 J.H.Clarke describió el éxito que tuvo usando agua ozonizada a la que llamó *Oxygenium* para el tratamiento de diabetes, envenenamiento por morfina, anemia, aftas, tosferina, influenza y cáncer en el diccionario práctico de *Materia Médica*. El Dr. William Turska escritor de “*Oxidation*” fue pionero inyectando ozono en la vena porta para alcanzar mejor al hígado, teniendo excelentes resultados. En 1950 el Dr. W. Zable usa la ozonoterapia como tratamiento para el cáncer y en 1952, los hallazgos del Dr. Otto Warburg en 1926 acerca del posible origen del cáncer por déficit de oxígeno tisular es verificado por el *National Cancer Institute*. En 1990 fue fundado en Cuba el primer Centro de Investigación de Ozono del mundo. En 1992 investigadores rusos dieron a conocer los asombrosos resultados tratando quemaduras grandes con baños de suero fisiológico al límite de saturación tratado previamente con ozono burbujeante. (Schwartz y Martínez, 2012).

### **1.5.2. Efectos y Beneficios de la ozonoterapia.**

Expone (Gracia, 2014) que uno de los beneficios fundamentales de la ozonoterapia es el aumento del efecto oxidativo en la sangre, el cual aumenta la capacidad del transporte de oxígeno en la hemoglobina, cediendo electrones en

forma de oxígeno a moléculas más reducidas y al mismo tiempo en el plasma, está encargada de la incrementación de la concentración de oxígeno, resultando una sangre con mayores niveles de oxígeno.

Los positivos efectos antiinflamatorios que causa el ozono son en base a la capacidad oxidativa en compuestos que contienen dobles enlaces de carbono, en ellos se encuentran las prostaglandinas y el ácido araquidónico conocidas por ser sustancias biológicas activas que se sintetizan mediante aquel ácido y su gran participación en el desarrollo y mantenimiento del proceso inflamatorio. (Bernal y Ramirez, 2014)

La ozonoterapia se usa para tratar cuadros de origen inflamatorios, infecciosos e isquémicos (ABOZ, 2013; Oliveira, 2007; Vilarindo et al., 2013). “En el caso del aceite de girasol (*Helianthus annuus*) promueve curación de las heridas y es usada en pacientes humanos diabéticos” (Duarte et al., 2010; Ferreira et al., 2012). “Un estudio recurrió al uso de aceite ozonizado de girasol para tratar las heridas en un conejillo de indias (*Cavia porcellus*) y se observó una completa remisión de las heridas en un corto tiempo y sin efectos secundarios” (Sánchez, 2008). “Otro estudio reportó el uso tópico y rectal de ozonoterapia en heridas sin tratar en perros (*Canis lupus familiaris*)” (Pereira et al., 2016).

De acuerdo a Schwartz (2017)

El uso de ozonoterapia, local y sistémica promueve una rápida curación relacionado a una descontaminación efectiva en un corto periodo de tiempo. Los beneficios del uso de la ozonoterapia son múltiples para las heridas considerando la respuesta y calidad de la reparación del tejido, la recuperación de la herida, los efectos terapéuticos de la acción anti inflamatoria, la descontaminación efectiva, la estimulación del tejido de granulación, epitelización y repoblación capilar de la región cutánea. Este gas puede inactivar micro organismos además de inhibir su ciclo reproductivo por lo que supone una terapia importante para la desinfección de heridas

infectadas. También, promueve acción inmuno-moduladora y mejora la circulación sanguínea lo que resulta en una mayor oxigenación de los tejidos heridos.

Según Colin (2016) en su investigación titulada “Manual de ozonoterapia” Menciona que pequeñas concentraciones con terapia de ozono pueden ejercer un efecto terapéutico importante dentro de las células del organismo. Las unidades de concentración que se utiliza a modo de dosificación en las terapias de ozono son en  $\mu\text{g/ml}$ , se aplican diferentes volúmenes de ozono en las distintas vías de administración y la dosis se determina según la patología que presente el paciente.

#### **1.5.2.1. Efectos antimicrobianos del ozono**

De acuerdo al estudio de Madán et al. (2010)

La acción del ozono como agente antimicrobiano es muy efectivo en el tratamiento de dermatomicosis. El estudio lo realizaron con un grupo de 27 conejos afectados por dermatomicosis los cuales fueron divididos en seis grupos. La aplicación del tratamiento se efectuó con los siguientes tratamientos: placebo; aceite tópico ozonizado preparado industrialmente; citronelal ozonizado a escala de laboratorio al 1%, 3% y 5% en formulaciones hidroalcohólicas; citronelal puro, al 5% en la misma formulación. Cada uno de los tratamientos tuvo una duración de 15 días. Los tratamientos a base de citronelal ozonizado al 1% y 5% y placebo no demostraron ser efectivos contra la dermatomicosis. Los tratamientos con aceite ozonizado o citronelal ozonizado al 3% presentaron una curación completa luego de 20 días de iniciado el tratamiento. Se han reportado índices de peróxido de 596 y 2015  $\text{mmol}$ , equivalente a  $\text{O}_2/\text{Kg}$  para las materias primas ozonizadas.

En otro experimento para probar la efectividad del ozono como agente microbiano, Daud et al. (2011) infectaron 18 conejos con *Microsporum Canis* en cuatro regiones diferentes del cuerpo. Luego de siete días, se aplicó diferentes

tratamientos en cada una de las partes contagiada. En una región se trató con 0,12 g. de crema de terbinafina al 1%; otras dos regiones fueron tratadas con 0,12 g. de aceite ozonizado; y la última región no fue tratada. Tanto la crema de terbinafina al 1% como el aceite ozonizado fueron aplicados de manera tópica una vez al día durante 28 días. La acción de la crema de terbinafina contra la eliminación de los hongos se mostró más efectiva. Así mismo, el aceite ozonizado consiguió mejorar las lesiones y el efecto fungicida contra este dermatofito.

En un experimento conducido por Roman (2015) con fines de restaurar el microbioma por medio del uso de ozono. Este artículo fue publicado en una revista sobre medicina alternativa como parte de un foro para toda la comunidad de medicina alternativa. En dicho experimento se administró solución salina ozonizada por vía subcutánea y se realizó la insuflación rectal en 8 perros y gatos. Las muestras fecales fueron analizadas para posteriormente realizar la intervención del trasplante fecal por vía oral y rectal. Los pacientes a los que se les administro este trasplante mostraron mejoría de los signos clínicos (...). Aunque los resultados parecen efectivos, existe el cuestionamiento sobre la efectividad de la terapia de restauración del microbioma junto con la terapia de ozono.

Kosachenco et al. (2018) presento estudio en los que se trata el caso del rol del ozono como agente antimicrobiano en la curación de heridas.

En su estudio incluyó 4 perros con grandes y heridas infectadas por politraumatismo. Estas heridas fueron tratadas inicialmente con el siguiente tratamiento farmacológico: antibióticos, analgésicos, antiinflamatorios y suplemento multivitamínico, y como tratamiento complementario además se procedió con el desbridamiento y remoción de tejidos desvitalizados y miasis. En la segunda etapa del tratamiento, luego de seis semanas, se inició la intervención con ozono. Se sometió a una insuflación intrarectal de ozono gaseoso a una concentración de 18 µg/mL y un volumen de 2mL/kg, a todos los perros con una frecuencia semanal de una vez. Con otros dos perros también se realizó la auto-hemoterapia menor, donde se mezclaron 2 mL de

su propia sangre con ozono gaseoso a una concentración de 25 µg/mL en las dos primeras administraciones, llegando hasta 30 µg/mL los cuatro últimos y aplicados por vía intramuscular. Para la administración local, dos perros fueron sometidos a la técnica de la bolsa de ozono a una concentración de 40 µg/mL durante 20 minutos cada tres días, reduciendo a 20 µg/mL una vez semanalmente según el progreso de su estado; en tanto que los otros dos perros recibieron inyecciones intra y peri lesionales de ozono gaseoso a una concentración de 40 µg/mL para la primera aplicación y 10 µg/mL para los siguientes, dos veces por semana. Además de los tratamientos independientes, todos los perros fueron tratados con aceite de girasol ozonizado dos veces al día. Como resultado de los tratamientos de ozono y su efecto antimicrobiano se observó una rápida y buena granulación del tejido, seguida de re-epitelización de las heridas.

### **1.5.3. Vías de administración**

#### **1.5.3.1. Administración sistémica**

Está indicada principalmente como terapia para enfermedades crónicas, patologías donde hay un alto nivel de producción de radicales libres, patologías con deficiencia de oxígeno y trastornos del sistema inmunológico. (Colin, 2016)

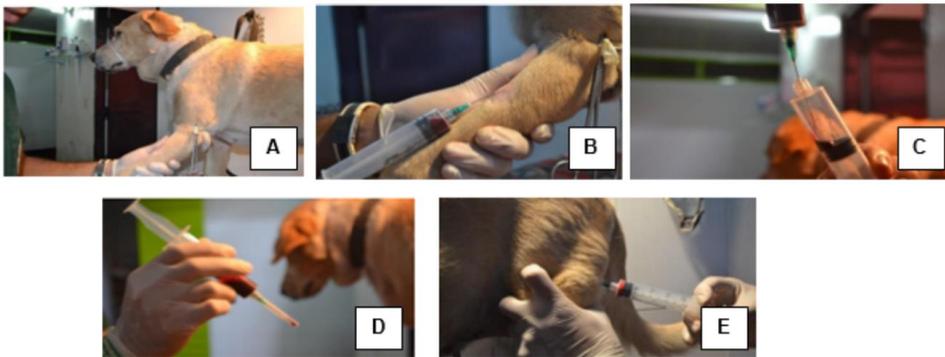
##### **a) Autohemoterapia mayor (AHT-M)**

La realización de este procediendo es con la colocación de un catéter en la vena yugular para la extracción de una cantidad precisa de sangre obtenida del paciente, esta recolectada en un recipiente aséptico que contenga anticoagulante, es recomendable el citrato de sodio al 3.8%, posteriormente se procede a agregar el volumen de ozono, después cuidadosamente mezclamos durante unos minutos la sangre para luego proceder a transfundir nuevamente al paciente. (Briz y Vásquez , 2013). Es importante recalcar que el volumen de gas que se utiliza para la misma no debe sobrepasar el volumen de sangre extraída para prevenir que se pueda generar hemolisis.

### **b) Autohemoterapia Menor (AHM-m)**

Consiste en extraer un pequeño volumen de sangre del paciente (máximo 10ml), con una jeringa que contenga ozono y se mezcla suavemente durante 3 minutos para combinar adecuadamente la sangre con el ozono. Cuando la sangre se encuentre ozonizada será administrada vía intramuscular en el paciente (véase ilustración 1) de esta manera se va a estimular un incremento en los macrófagos. (Colin, 2016)

Ilustración 1 Autohemoterapia Menor (AHM-m). A; exposición de la vena. B; venopunción. C; mezcla de la sangre con ozono. D; unificación de la mezcla y E; aplicación intramuscular de la mezcla.



Adaptado de: (MOAPA, 2016)

### **c) Insuflación rectal**

Se realiza mediante la inserción de una sonda rectal previamente lubricada para evitar la irritación de tejidos, se insufla una concentración de 10 a 60  $\mu\text{m}/\text{ml}$  de oxígeno y a un volumen aproximado de 50 a 300 mL, la sonda es insertada unos 10 cm o 15 cm de profundidad (véase ilustración 2) según el tamaño del paciente, el ozono actuara sobre las células de la mucosa en cuadros de patologías intestinales. (VÁZQUEZ ROMERO, 2021).

## Ilustración 2 Insuflación rectal en paciente canino



Adaptado de: (Morales Vásquez, 2018)

### 1.5.3.2. Administración tópica y local

#### A. Tópica

Para la administración tópica existen diversos métodos, en los cuales podemos describir los siguientes:

- **Agua Ozonizada:** Se aplica principalmente para realizar lavados de heridas, aplicación para tratamiento de quemaduras e infecciones cutáneas que son de curación lenta, también se lo puede utilizar para esterilizar instrumentos quirúrgicos o lavados viscerales. (Avalos, 2013)
- **Aceite Ozonizado:** Los triglicéridos en aceites de origen vegetal le brindan propiedades beneficiosas ya que su doble enlace se emplea para una modificación química favorable al aceite, como la hidrogenación. Los aceites ozonizados para aplicación vía tópica se han abierto paso en el campo de la dermatología para tratamiento de heridas, fistulas, quemaduras, úlceras, entre otros. (VÁZQUEZ ROMERO, 2021).

## **B. Local**

### **a) Insuflación por bolsa**

Esta técnica se ha venido implementado en la medicina veterinaria con mayor frecuencia en clínica menor, en lesiones que provoquen cambios o alteraciones en la piel como lesiones causadas por traumatismos o patologías dérmicas. Se coloca una bolsa aislando la zona afectada (véase ilustración 3), luego se procede a conectarla a la maquina insufladora, es necesario retirar el aire retenido en la bolsa para luego llenarla con ozono médico, manteniéndolo por 20 o 30 minutos con una concentración variable entre sesiones de 10 a 60  $\mu\text{m}/\text{mL}$ . Es un procedimiento que se realiza progresivamente, realizando seguimientos de la evolución de las heridas para poder ir determinando las concentraciones de ozono en las sesiones respectivas.

Ilustración 3 Ozonoterapia tópica con bolsa plástica



Adaptado de: Kosachenco et al (2018)

### **b. Intradiscal, intervertebral y paravertebral.**

Esta terapia es adecuada para pacientes con enfermedades en la columna ya sea por patologías relacionadas con la edad, infecciones, traumatismos, hernias discales, etc. En algunos casos se sugiere una terapia anestésica previa a fin de mejorar la manipulación con el paciente y evitar que el procedimiento pueda resultar

doloroso por lo tanto la concentración inicialmente debe ser baja (menor o igual a  $10\mu\text{g}/\text{mL}$ ) y no debe exceder 20 a  $30\mu\text{g}/\text{mL}$ . A modo de tener un ambiente estéril y evitar la proliferación de microorganismos, para la terapia se debe realizar antisepsia en la región donde vamos a proceder con la terapia. Se realiza con el paciente en una posición ventrodorsal (véase ilustración 4) y de acuerdo a los resultados obtenidos se determinará la cantidad de sesiones necesarias para el paciente.

Ilustración 4 Aplicación de ozono paravertebral en paciente canino.



Adaptado de (MOAPA, 2016)

### **c. Subcutánea**

Esta terapia se la realiza cuando se presentan alteraciones que afectan la conformación de la piel, como problemas ulcerativos, dependiendo de la gravedad de las lesiones, las sesiones se pueden realizar una o dos veces por semana. Para realizar el tratamiento se usa una aguja de meso terapia a la cual se llena con ozono y se procese a inyectar a modo de infiltración alrededor de la zona afectada, la concentración debe ser entre 5 o máximo  $10\mu\text{g}/\text{mL}$ . (VÁZQUEZ ROMERO, 2021)

### **d. Intraarticular**

Este procedimiento es adecuado para tratar el dolor en pacientes con problemas articulares y osteo-articulares, aliviando el dolor, descongestión, desaparición de

edemas si es el caso y mejora en la movilidad de la articulación. El modo de aplicación es con una aguja que se introduce en la capsula articular comprometida y se inyecta el gas ozonizado lentamente, el volumen se recomienda de 5 a 10 mL con una concentración de 10 a 15  $\mu\text{g/mL}$ , que produce un dolor transitorio en la zona que desaparece en 5 minutos por lo general sin producir otro efecto secundario, no requiere sedación previa del paciente por lo que es un procedimiento que no representa o genera ningún riesgo mayor. (VÁZQUEZ ROMERO, 2021).

#### **1.5.4. El uso de ozonoterapia en traumatismos por mordeduras**

De acuerdo a Ferreira et al. (2020) las heridas cutáneas son una de las afecciones más comunes en animales pequeños, particularmente en perros por lo que es necesario contar con terapias que colaboren efectivamente al proceso de sanación y cicatrización de heridas. La contaminación producida por la acción de las toxinas bacterianas e inflamatorias puede causar daño vascular y celular lo que dificulta el proceso de curación y cicatrización (Lima et al., 2018). En el presente caso se recurre al uso del ozono, por su acción bactericida e inmuno-moduladora, junto al laser de baja potencia que determina cambios fotodinámicos desencadenando elevación metabólica.

Caso: Una hembra canina de 6 años de edad y 8 kg de peso, de raza mestiza presenta una herida en extremidad izquierda anterior en la región escapulo humeral producida por la mordida de otro perro. Previamente tratada clínicamente sin mejoría, se han presentado síntomas como apatía, incremento en temperatura, dificultad al caminar y apoyar la extremidad lastimada la misma que está hinchada, hiperemia, alopecia en la zona, hipersensibilidad al tacto y con la presencia de dos lesiones de forma circular con diámetro de 2 cm, lesiones inferiores en tamaño de alrededor de 0.5 a 1 cm de diámetro, se presentan fistulas con descarga purulenta (véase Ilustración 5). Ferreira et al. (2020)

Para el tratamiento de este caso se recurrió al laser de baja potencia y la ozono terapia durante tres sesiones cada cinco días y una última sesión 14 días

después de la tercera. En la primera sesión, el láser (dosis 1J) se aplicó en los bordes de las heridas y las fistulas, el ozono: intrarectal (concentración de 18 mg/L, hasta 60 mL), tópico a través de la técnica de la bolsa y vía auto-hemoterapia ozonada (concentración de 40 mg/L, usando la sección VG14 para aplicación); en la segunda sesión, ozono intrarectal (concentración de 26 mg/L, hasta 60 mL), tópico a través de la técnica de la bolsa e intravenosa usando 200 mL de lactato de ringer ozonado (concentración de 65 mg/L); en la tercera sesión, se aplicó el ozono de manera intrarectal e intravenosa, y a través de la técnica de la bolsa (concentración de 38 mg/L, por 20 minutos); en la cuarta y última sesión, se repitió las técnicas de ozonoterapia intrarectal y de la bolsa. Luego de las cuatro sesiones, el animal fue dado de alta presentando total re-epitelización de las lesiones y crecimiento del pelo (véase Ilustración 6). Ferreira et al. (2020)

#### **1.5.5. El uso de ozonoterapia para tratar farmacodermia**

La farmacodermia es una reacción adversa a medicamentos como los antibióticos  $\beta$ -lactámicos. Aunque la reacción tiene una poca frecuente ocurrencia, el estado de salud puede llegar a complicarse. Los síntomas se manifiestan en las membranas cutáneas y en las mucosas, con signos clínicos como eritema exfoliativo, urticaria, sarpullido, edema, enfermedades bulbo vesicular de la piel, vasculitis, y necrosis toxica de la epidermis (Silva et al. 2019; Guimarães, 2018)

Caso: Una hembra canina de 2 años de edad, con un peso de 53.3 kg., de raza Rottweiler fue diagnosticada con el caso de farmacodermia producto de la administración de medicamentos como la Cefalexina, amoxicilina con ácido clavulánico, siendo los dos pertenecientes a la familia de los antibióticos  $\beta$ -lactámicos. La perra fue sometida a una histerectomía de ovarios usando anestesia general. Su tratamiento post operatorio consistió en omeprazol (1 mg/kg, oral (P.O) SID por 10 días), Cefalexina (20 mg/kg, P.O. BID por 10 días), hidrocloreuro de tramadol (4 mg/kg, P.O. BID por siete días), carprofeno (4.4 mg/kg, P.O. SID por tres días), y el uso de un collar isabelino. A nivel tópico, el tratamiento consistió de digluconato de clorhexidina (0.2%) y ungüento de alantoína y óxido de zinc, SID,

por 10 días. Siete días luego del procedimiento quirúrgico, el propietario de la perra reporto el apareamiento de heridas en la región dorsal de la misma. Luego de diez días pos operatorio, la perra regreso para la retirada de los puntos y evaluación de las heridas. Se encontraron dos heridas cutáneas, una en la región cervico-torácica y la otra en la región torácica, ambas sensibles al tacto. Las heridas supuraban una secreción purulenta de color rosado y presentaban necrosis. El estado general de la perra era normal puesto que ingería agua, miccionaba y defecaba con normalidad. (Silva et al. 2019; Guimarães, 2018)

Debido a la situación de las heridas, una de las recomendaciones fue un segundo tratamiento con digluconato de clorhexidina (0.2%), alantoína con ungüento de óxido de zinc cada ocho horas, amoxicilina y ácido clavulánico (20 mg/kg, P.O. BID por 10 días), y dipirona (20 mg/kg P.O. BID por cinco días). Luego de cumplir con el tratamiento por los cinco días, no se reportó mejoría, aunque la ingestión de agua y la evacuación de orina y heces no se habían visto afectados. (Silva et al. 2019; Guimarães, 2018)

Por la presencia insistente de las lesiones cutáneas y tras un análisis de los medicamentos, se reconoció la presencia de farmacodermia por lo que se suspendió el uso de todos los medicamentos antes prescritos y se recomendó iniciar un tratamiento de ozonoterapia tópica (Véase ilustración 7). La farmacodermia se trató solamente con ozonoterapia usando aceite ozonizado de girasol (47 µg/mL) y solución salina ozonizada 0.9%. (Silva et al. 2019; Guimarães, 2018)

El uso de aceite ozonizado de girasol potencia las propiedades curativas del aceite debido a los ácidos grasos presentes en el girasol el cual contiene ácido linoleico (48- 74%) y ácido oleico (14-39%). El gas de ozono usado para ozonizar el aceite de girasol fue obtenido por medio de un generador de ozono de alto poder el cual produce 480 gramos de peróxido. (Silva et al. 2019; Guimarães, 2018)

El desbridamiento y uso tópico del aceite ozonizado de girasol y la solución salina ozonizada (0.9%) aceleraron la curación e iniciaron la re-epitelización en un

corto periodo de tiempo sin el uso de otras drogas (Véase ilustración 8). La eficacia del aceite ozonizado de girasol para tratar heridas fue corroborada con la literatura científica que identificaba los beneficios del mismo pero usado en pacientes humanos. Luego del tercer día de tratamiento, se observó la presencia de tejido granular y tejido epitelial (Véase ilustración 9). Silva et al. (2019)

Treinta días luego del tratamiento hubo una completa remisión de las heridas (Véase ilustración 10). Cinco meses luego del tratamiento no se observa remanentes de las heridas (Véase ilustración 11) y no hubo cambios en los parámetros fisiológicos o en exámenes de laboratorios. Silva et al. (2019)

#### **1.5.6. El ozono como tratamiento en caso de Pitiosis.**

Se está estudiando el uso del ozono como tratamiento para enfermedades complejas como la pitiosis. La pitiosis es una enfermedad ulcerosa y granulomatosa de la piel que es causada por el oomiceto acuático *Pythium Insidiosum* que puede afectar a varias especies animales, por ejemplo, caballos y perros, y también a los humanos. El *Pythium Insidiosum* se encuentra a nivel global, el mismo requiere de sustratos orgánicos que pueden encontrarse en la forma de vegetación en descomposición o también en la dermis (Galiza et al. 2014; Carrijo et al. 2021).

La ruta de acción del *Pythium Insidiosum* se da cuando las zoosporas sufren quimiotaxis en tejidos cutáneos lesionados y secretan proteinasa lo que a la vez reduce la resistencia epidérmica. Seguido, las hifas producen inflamación intensa y local con el potencial de comprometer los sistemas musculo-esquelético, respiratorio y gastrointestinal (Fernandes et al. 2012). El *Pythium Insidiosum* posee una biosíntesis incompleta vía del ergosterol, que es el objetivo de las terapias antimicóticas convencionales. Por lo tanto, la cirugía radical en combinación con la inmunoterapia o los antimicrobianos siguen siendo los tratamientos más comunes de la pitiosis. El tratamiento local contra la pitiosis para equinos consta de acetónido de triamcinolona asociado con potasio yoduro, el cual ha mostrado resultados positivos en casos de infecciones cutáneas pero dicho tratamiento no ha sido

probado en casos de perros y humanos. Por lo mismo, existe la necesidad de buscar tratamientos alternativos para la pitiosis en perros y humanos (Carrijo et al. 2021).

El ozono (O<sub>3</sub>) es un poderoso agente oxidante inespecífico para los antimicrobianos ordinarios, para inactivar hongos y bacterias. Por su acción contra enfermedades fúngicas y bacterianas, la terapia con O<sub>3</sub> puede ser efectiva contra infecciones causadas por oomicetos. En este caso se presenta por primera vez la acción germicida de dos presentaciones de O<sub>3</sub> contra el crecimiento in vitro de *P. insidiosum* de perros. (Case, et al 2012)

La atmósfera rica en O<sub>3</sub> aumenta la tensión de O<sub>2</sub> dentro de la lesión por lo que mejora el flujo sanguíneo a la misma. Además, induce la degradación del patógeno por oxidación directa. Este estrés oxidativo generado por terapia de ozono local produce la transcripción de citosinas de la respuesta inmune como IL-2, TNF $\alpha$ , IL-6, IFN $\gamma$  e IL-8. Entonces, la exposición al ozono estimula el sistema antioxidante y regula los niveles de marcadores de daño para las células endoteliales, lo que se presenta como un beneficio para la recuperación de heridas. Teniendo en cuenta la agresividad de la pitiosis cutánea canina, se recomienda el tratamiento con ozono puesto que se ha mostrado la efectividad contra bacterias resistentes a vancomicina y meticilina. Además, según Ferreira (2021) la mezcla de gases O<sub>2</sub>-O<sub>3</sub> mostró acción germicida contra *P. insidiosum* aislado de perros siendo un solo tratamiento suficiente para inhibir el crecimiento del oomiceto, pero para alcanzar un resultado similar en el caso de *P. insidiosum* equina se requirió de varios tratamientos sucesivos. Durante la administración de la atmósfera rica en ozono, la concentración debe ser estrictamente controlada con fin de evitar la posible toxicidad de la terapia. Según Carrijo (2021) una baja concentración de gas O<sub>3</sub> (32  $\mu$ g O<sub>3</sub> mL<sup>-1</sup>) administrada durante treinta minutos logro inactivar la *P. insidiosum* canina.

## **CAPITULO II**

### **2. RESULTADOS DE LA INVESTIGACION**

#### **2.1. Desarrollo del caso**

El presente trabajo investigativo ha sido desarrollado con la finalidad de recopilar información para dar a conocer los diferentes usos, la importancia y los beneficios que brinda la ozonoterapia en la Medicina Veterinaria, en el tratamiento para cicatrización de heridas y los diferentes efectos que tiene en diversas patologías ya sea como tratamiento único o como tratamiento complementario.

#### **2.2. Situaciones encontradas**

Según Schwartz y Martínez-Sánchez (2012) en Ozonoterapia y su fundamentación científica consideran que:

Los equipos que son requeridos para la implementación de esta terapia como las máquinas generadoras de ozono y materiales usados por los profesionales de la salud, pueden ser indebidamente usados por personas que podrían no cumplir los estándares establecidos, incluso sin tener una preparación teórico-práctica adecuada, de modo que pueden generar errores en su administración, estas fallas pueden evitar la evolución dañando la imagen de esta terapia.

#### **2.3. Conclusiones**

En los conocimientos obtenidos durante el proceso de investigación podemos concluir que los efectos terapéuticos de la ozonoterapia en la cicatrización de heridas en perros son variados y bastante efectivos puesto que permiten una mejor cicatrización del paciente en un menor tiempo y sin la ayuda de otros medicamentos extras, pero también para su uso como tratamiento complementario y tiene la ventaja de no presentar efectos secundarios adversos, por lo que su uso es seguro para la gran mayoría de los pacientes.

Entre los usos más frecuentes en el tratamiento de cicatrización heridas tenemos varios: El agua ozonizada actúa con mayor eficacia como tratamiento para el dolor, irritación, patologías dérmicas y prurito. El aceite ozonizado con más frecuencia para cicatrización, quemaduras, fistulas, úlceras, etc. Y la automehoterapia con mayor frecuencia para trastornos autoinmunes.

#### **2.4. Recomendaciones**

En base a las conclusiones planteadas, se fundamenta que las exploraciones de los efectos terapéuticos de la ozonoterapia en la cicatrización de heridas en perros necesitan un mayor desarrollo en el campo de la medicina veterinaria en nuestro medio, además que la capacitación de profesionales en el uso de la ozonoterapia en circunstancias de salud más complejas es indispensable debido a la aparición y la utilización de nuevas técnicas de uso de la ozonoterapia.

Se debe tener en cuenta, que para que una práctica con terapia de ozono sea segura y eficaz se debe:

1. Implementar los tratamientos de ozonoterapia en la clínica diaria.
2. Utilizar un generador preciso que dentro de la EU el mismo debe tener el marcado CE.
3. El médico debe tener una formación en la terapia por entidades competentes y reconocidas.
4. Dominar dosificación, concentración y volumen precisos, ya que de esta manera se logra el efecto terapéutico deseado sin presentar toxicidad, además de reducir el uso indiscriminado de antibióticos.
5. Regulaciones por parte de entidades sanitarias que permitan al terapeuta y al paciente trabajar bajo normas de seguridad.
6. Dar a conocer a la comunidad más información acerca de la amplia gama de efectos y beneficios que posee la ozonoterapia.

## BIBLIOGRAFIA

- ABOZ (Associação Brasileira De Ozonioterapia). 2013. Informações que a sociedade europeia de ozonioterapia recomenda sejam dadas aos pacientes (Traduzida, revisada e acrescida com mais informações pela ABOZ - Associação Brasileira de Ozonioterapia). [www.aboz.org.br]. 7p.
- Avalos, C. C. (2013). *Estudio prospectico experimental de la ozonoterapia en el tratamiento de onicomicosis: ozon gaseoso y aceite de girasol ozonizado, una terapia combinada*. Fonte: Universidad Autónoma de Barcelona, España.
- Bernal Ramirez, M. (2014). Evaluación del efecto de la ozonoterapia en perros con problemas de dermatitis bacteriana en la ciudad de Cuenca provincia del Azuay.
- Bhatt, J., Bhat, A., Dhama, K., & Amarpal. (2016). An overview of ozone therapy in equine-an emerging healthcare solution. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, S203-S210.
- Briz, L., & Vásquez , G. (2013). Autohemoterapia con ozono y su uso en la clínica equina. *Equisan. Com.*, 32-34.
- Carrijo, B., Pires, R., Costa, G., Guiotto, F., Rodrigues, V., & Ferreira, J. (2021). Ozone Gas and Ozonized Sunflower Oil as Alternative Therapies against *Pythium Insidiosum* Isolated from Dogs. *Ozone: Science & Engineering*, 1-9.
- Case, P., Bird, P., Kahler, W., George, R., & Walsh, L. (Abril de 2012). Treatment of root canal biofilms of *Enterococcus faecalis* with ozone gas and passive ultrasound activation. *Journal of endodontics*, 523-526. Fonte: Treatment of root canal biofilms of *Enterococcus faecalis* with ozone gas and passive ultrasound activation. *Journal of endodontics*: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0099239911014531>
- Colin, A. (2016). Manual de Ozonoterapia .

- Daud, F., Ueda, S., Navarini, A., & Mímica, L. (2011). The use of ozonized oil in the treatment of dermatophytosis caused by *Microsporum canis* in rabbits. . *Brazilian Journal of Microbiology*, 42(1), 274-281.
- Galiza, G., Silva, T., Caprioli, R., Barros, C., Irigoyen, L., Figuera, R., & Kommers, G. (2014). Ocorrência de micoses e pitiose em animais domésticos: 230 casos. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 34, 224-232.
- Gracia , L. (2014). Efectividad de la inyección guiada de peróxido de Oxígeno (Ozono) en artropatías intervertebrales del equino (Doctoral dissertation). *Tesis de maestría. Universidad de Buenos Aires en medicina deportiva del equino. Buenos Aires, Argentina*.
- Kosachenco, B., Calliari, C., Appel, B., Mentz, F., & Malschitzky, E. (2018). Efecto terapéutico de la Ozonoterapia en la cicatrización de heridas en perros. Reporte de casos. *Revista Española de Ozonoterapia.*, 197-210.
- Kosachenco, D., Autônomo, M., Bárbara, D., Médico, A., Autônomo, V., & Mentz, F. (2018). Therapeutic effect of ozone therapy in wound healing in dogs: Cases report. . *Revista Española Ozonoterapia*, 8, 197-210.
- Madan, K., Gómez, M., Castellanos, F., & Martínez, I. (2010). Efectos de las formulaciones de citronelal ozonizado en el tratamiento de conejos con Dermatomicosis. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 41, 1-8.
- Martínez Sánchez , G. (2013). La ozonoterapia gana evidencias científicas en el campo clínico . *Revista Cubana de Farmacia*, 47(1), 1-4.
- MOAPA. (2016). Manual de ozonoterapia para la aplicación en pequeños animales (MOAPA). *Ozonoterapia una nueva alternativa, buscando el bienestar de nuestras mascotas* .
- Morales Vásquez, J. (2018). *Estudio prospectivo descriptivo de dermatopatías en caninos tratados mediante la medicina biorreguladora de sistemas (MBrS) en el centro veterinario Juan Carlos Builes desde enero a junio de 2018*. Fonte: Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Lasallista:

[http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2138/1/Estudio\\_prospectivo\\_descriptivo\\_dermatopatias\\_caninos\\_1.pdf](http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2138/1/Estudio_prospectivo_descriptivo_dermatopatias_caninos_1.pdf)

Roman, R. (2015). . Ozone Therapy Used Instead of Antibiotics for Microbiome Restorative Therapy Yields Successful Outcomes for Dogs and Cats with Fecal Transplants. . *Townsend Letter*, 384, 92.

Schwartz, A., & Martínez-Sánchez, G. (2012). . La Ozonoterapia y su fundamentación científica. *Revista Española de Ozonoterapia*. Vol 2, 164.

Sciorsci, R., Lillo, E., Occhiogrosso, L., & Rizzo, A. (2020). Ozone therapy in veterinary medicine. *Research in veterinary science*, 240-246.

VÁZQUEZ ROMERO, Y. (2021). *OZONOTERAPIA COMO TRATAMIENTO DE HERIDAS Y LESIONES DERMATOLÓGICAS EN PEQUEÑAS ESPECIES*.

Fonte:

<http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/112218/Tesina%20de%20Ozonoterapia.pdf?sequence=4>

Vickers, N. (2017). Animal communication: when i'm calling you, will you answer too? *Current biology*, R713-R715.

Vilarindo M.C.; Andreazzi M.A y Fernandes V.S. 2013. Considerações sobre o uso da ozonioterapia na clínica veterinária. In: Resumos do VIII EPCC - Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar (Maringá, Brasil). Maringá: Editora CESUMAR, pp.1-9

## ANEXOS

Ilustración 5 Herida en perro producto de mordida, presenta lesiones circulares, infección, y fistulas.



Adaptado de Ferreira et al. (2020)

Ilustración 6 Perro presenta curación de herida total junto a crecimiento de pelo después de las sesiones de tratamiento con láser de baja intensidad y ozonoterapia.



Adaptado de: Ferreira et al. (2020)

Ilustración 7 Farmacodermia en perra Rottweiler, exhibe la presencia de dos lesiones cutáneas con secreción, color rosado y presencia de necrosis. La herida A fue identificada en las regiones cervical y torácica con un diámetro de 25 cm x 5 cm. La herida B fue identificada en la región torácica midiendo 15 cm x 20 cm.



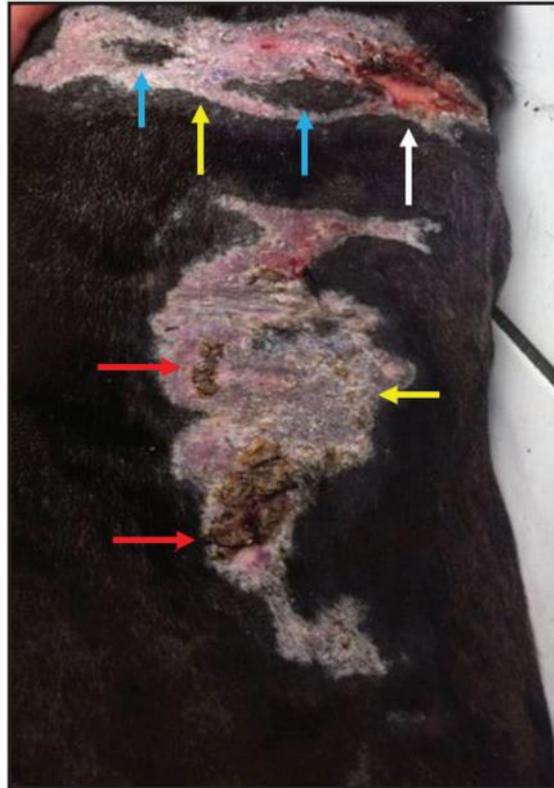
Adaptado de: Silva et al. (2019)

Ilustración 8 Las heridas luego del desbridamiento de los bordes.



Adaptado de: Silva et al. (2019)

Ilustración 9 Luego de tres días de tratamiento con solución salina ozonizada 0.9% (47 µg/mL) cada 12h, y aplicación local de aceite ozonizado de girasol (4 gotas en cada herida) y la presencia de tejido (flecha blanca) re-epitelización (flecha amarilla), costras (flechas rojas) y regiones con pelo (flechas azules).



Adaptado de: Silva et al. (2019)

Ilustración 10 . Las heridas luego de 30 días de tratamiento con solución salina ozonizada (47  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ) cada 12 h, y aplicación local de aceite ozonizado de girasol (4 gotas en cada herida).



Adaptado de: Silva et al. (2019)

Ilustración 11 . Luego de cinco meses terminado el tratamiento con solución salina ozonizada (47  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ) cada 12 h, y aplicación local de aceite ozonizado de girasol (4 gotas en cada herida), se muestra una completa repoblación capilar en las áreas afectadas.



Adaptado de: Silva et al. (2019)