

**REVISIÓN. OZONOTERAPIA COMO FACTOR MODULADOR DEL SISTEMA
INMUNE DE LOS NEONATOS EQUINOS**

Corporación Universitaria Remington.

Facultad de Medicina Veterinaria.

Medicina Veterinaria.

Luis Fernando Gallego Valdés.

Tutor(A): Mónica del Socorro Duque Quintero.

Opción de Trabajo de grado Seminario-Diplomado.

2024

Dedicatoria.

Este trabajo es dedicado a mi familia en especial a mi señora madre la cual sin su apoyo no sería posible que pudiera realizar esta carrera que desde niño he soñado.

Agradecimientos.

Profundo agradecimiento a todas las personas que hicieron parte de este camino que me guiaron y me ayudaron en los momentos donde quería desistir. Mi familia, mis amigos, mis docentes y tutores que sin su enseñanza nada de esto habría sido posible.

TABLA DE CONTENIDO

Pregunta orientadora de la búsqueda	7
Metodología de búsqueda de la información.	7
Sustentación teórica de la pregunta.....	¡Error! Marcador no definido.
Introducción.....	8
Ozonoterapia.....	¡Error! Marcador no definido.
Estrés oxidativo.....	¡Error! Marcador no definido.
Ozono Medicinal.....	¡Error! Marcador no definido.
Materiales y Métodos.....	9
Materiales.....	9
Criterios de elegibilidad.....	9
Estrategia de búsqueda.....	9
Selección de estudio.....	10
RESULTADOS.....	10
Mecanismo de acción.....	12
Ozono en el sistema inmunológico.....	13
Vias de Administración del ozono.....	15
Auto hemoterapia mayor.....	15
Auto hemoterapia menor.....	15
Insuflación rectal.....	15
Insuflación intra uterina.....	15
Contraindicaciones.....	16
Discusión.....	17
Conclusiones.....	18
Referencias.....	¡Error! Marcador no definido.

Resumen

El presente estudio tiene el objetivo de establecer si la ozonoterapia es una técnica alternativa prometedora en la medicina de los neonatos equinos, abordando la crítica situación de morbilidad y mortalidad en esta etapa crucial de la vida de los potros. Se realizó la búsqueda de artículos científicos y publicaciones en revistas indexadas entre los años 2008 a 2023 en las diferentes bases de datos como Scielo, PubMed, Google académico, ScienceDirect, Vetmed, Dialnet, Plos One y en los idiomas inglés, portugués y español. Se destaca la importancia del control médico desde la gestación hasta los primeros 15 días de vida, subrayando la prevalencia de enfermedades infecciosas, musculoesqueléticas y del desarrollo en esta fase. Según estudios previos en el país Colombia, la morbilidad de las enfermedades neonatales equinas fluctúa entre el 25 y 88%, con una tasa de mortalidad que puede alcanzar hasta el 22%. Este panorama adverso no solo afecta emocionalmente a los propietarios, sino que también conlleva pérdidas económicas considerables, dada la inversión en la cría de potros sanos destinados a la reproducción o la competencia. La ozonoterapia se plantea como una respuesta innovadora a estos desafíos, especialmente en el contexto de enfermedades de origen infeccioso, que presentan los índices más altos de morbilidad y mortalidad. Se explora detalladamente el mecanismo de acción del ozono, destacando su capacidad para estimular la producción de ATP, modular la respuesta inmunológica y actuar como agente antimicrobiano. La revisión también aborda diversas vías de administración del ozono, desde la auto hemoterapia hasta la insuflación rectal, intrauterina, subcutánea e intraarticular. No obstante, la falta de investigaciones específicas en neonatos equinos y la ausencia de protocolos clínicos estandarizados plantean interrogantes sobre la seguridad y eficacia de la ozonoterapia en esta población. Se enfatiza la necesidad de futuras investigaciones respaldadas por evidencia científica y se subraya la importancia de la cautela al implementar esta terapia, especialmente en combinación con tratamientos convencionales como antibióticos. Por ende, se reconoce la ozonoterapia como una opción con potencial para mejorar la salud de neonatos equinos, pero se resalta la necesidad de seguir investigando para respaldar su aplicación clínica y garantizar la seguridad y eficacia en la práctica veterinaria. Este enfoque innovador destaca la continua búsqueda de alternativas para abordar los

desafíos de la industria equina, manteniendo siempre el bienestar de los potros como prioridad.

Palabras clave: equinos, neonatos, ozono, sistema inmune, estrés oxidativo

Abstract

This study aims to establish whether ozone therapy is a promising alternative technique in the medicine of neonatal horses, addressing the critical situation of morbidity and mortality in this crucial stage of foal life. A search for scientific articles and publications in indexed journals was conducted between the years 2008 to 2023 in different databases such as Scielo, PubMed, Google Scholar, ScienceDirect, Vetmed, Dialnet, Plos One, and in the languages of English, Portuguese, and Spanish. The importance of medical control from gestation to the first 15 days of life is emphasized, highlighting the prevalence of infectious, musculoskeletal, and developmental diseases in this phase. The review indicates that, according to previous studies in Colombia, the morbidity of equine neonatal diseases fluctuates between 25% and 88%, with a mortality rate that can reach up to 22%. This adverse scenario not only affects owners emotionally but also entails considerable economic losses, given the investment in breeding healthy foals destined for reproduction or competition. Ozone therapy is proposed as an innovative response to these challenges, especially in the context of infectious diseases, which have the highest rates of morbidity and mortality. The mechanism of action of ozone is explored in detail, highlighting its ability to stimulate ATP production, modulate the immune response, and act as an antimicrobial agent. The review also addresses various ozone administration routes, from autohemotherapy to rectal insufflation, intrauterine, subcutaneous, and intra-articular. However, the lack of specific research in neonatal horses and the absence of standardized clinical protocols raise questions about the safety and efficacy of ozone therapy in this population. The need for future research supported by scientific evidence is emphasized, and the importance of caution when implementing this therapy, especially in combination with conventional treatments such as antibiotics, is underscored. Therefore, ozone therapy is recognized as an option with the potential to improve the health of neonatal horses, but the need for ongoing research to

support its clinical application and ensure safety and efficacy in veterinary practice is highlighted. This innovative approach underscores the continued search for alternatives to address the challenges of the equine industry, always prioritizing the well-being of foals

Keywords: equines, neonates, ozone, immune system, oxidative stress

Pregunta orientadora de la búsqueda

¿La ozonoterapia es una técnica alternativa prometedora en la medicina de los neonatos equinos?, ¿Cómo la ozonoterapia estimula el factor de respuesta inmunológica, frente a las distintas patologías que afectan a los neonatos equinos?

Metodología de búsqueda de la información.

La búsqueda de artículos científicos en los cuales se refirió el procedimiento con ozonoterapia como tratamiento de enfermedades en los neonatos equinos, al encontrarse poca información sobre este tema se amplió a reportes de casos, tratamientos en adultos y usos en otras especies. la búsqueda se realizó entre los años 2008 y 2023. Se utilizaron bases de datos como Scielo, Google académico, Pudmed, Vetmed, Dialnet, Sciencedirect; donde la estrategia de búsqueda fue con palabras clave como ozone equine, equinos neonatos, ozone therapy equine, ozonoterapia en neonatos equinos, ozonoterapia en veterinaria. además, se seleccionaron artículos en idiomas inglés, español y portugués.

Sustentación teórica de la pregunta.

Los potros presentan patologías propias que pueden aparecer desde el parto hasta meses siguientes, estas enfermedades llevan al animal a padecer de una situación delicada, si esto no se trata a tiempo los pacientes tienen secuelas graves en su vida e incluso la muerte. Por eso se hace indispensable investigar nuevas alternativas terapéuticas que ayuden a mejorar la

calidad de vida de los pacientes; en esto se aplican terapias alternativas como plasma rico en plaquetas, hemoterapia, auto hemoterapia, ozonoterapia, como se describe en este caso, estas terapias han demostrado ser eficaces al tratar enfermedades inmunes, sépticas, degenerativas, inflamatorias, entre otros; de forma óptima y con menores efectos secundarios. El limitante es la falta de literatura evidenciando el uso de estas terapias, aunque varios médicos las hacen en su clínica diaria, en algunas partes aún se consideran un tratamiento experimental; por eso nace la necesidad de recopilar la información necesaria y fomentar la investigación para tener estas ayudas terapéuticas como un tratamiento avalado por la comunidad médica veterinaria.

Introducción.

En la industria equina el cuidado de los potros es fundamental para alcanzar el éxito productivo o deportivo según el enfoque de los criaderos o empresas que forman parte de este gremio, pero en esta etapa de vida hay mayor morbilidad y mortalidad de los ejemplares, recalándose la importancia de ejercer un control médico sobre las crías desde la gestación, el parto y los 15 días siguientes; edad en que se consideran neonatos y durante este período los animales llegan a experimentar una variedad de enfermedades infecciosas, musculoesqueléticas, o del desarrollo. Existen diversos factores de riesgo que van desde el lugar donde nace, la madre o el potro, que desencadenan en la aparición de diversas patologías que comprometen la vida o el bienestar de los neonatos equinos (Franco, 2014).

Según estudios realizados en el país Colombia, la morbilidad de estas enfermedades de los neonatos equinos presenta un porcentaje considerable entre el 25 y el 88% y la mortalidad alcanza a llegar hasta el 22% según la Dra. Martha (Franco, 2014), esto repercute en la industria equina de manera negativa trayendo pérdidas económicas y emocionales pues los propietarios hacen gran esfuerzo para lograr tener crías sanas y aptas para la competencia o la reproducción; sumado a esto, los costos de estos tratamientos suelen ser altos y aún más teniendo en cuenta que no todos los pacientes logran sobrevivir, por lo que desafortunadamente el factor económico tiende a ser una limitante en muchos casos de los pacientes (Pacasio, 2020).

Teniendo en cuenta lo anterior es que nace la necesidad de incluir e investigar sobre nuevas terapias o tratamientos alternativos que nos ayuden a combatir las enfermedades de los

neonatos equinos, en especial las de origen infeccioso puesto que son las que tienen los índices de mayor morbilidad y mortalidad (Franco, 2014), como propuesta nace el uso de la ozonoterapia en la medicina veterinaria, la cual se utilizó primero en humanos y ha logrado tener grandes resultados en la clínica diaria de la medicina veterinaria (Rodrigues, 2021). Por esta razón, el objetivo de esta revisión es determinar como la ozonoterapia estimula el factor de respuesta inmunológica, frente a las distintas patologías que afectan a los neonatos equinos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales. Los artículos encontrados en las revistas indexadas y bases de datos consultados, donde se reportan el uso de la ozonoterapia en la veterinaria, haciendo énfasis en los que describen el uso en equinos y más aún en los neonatos fueron la base principal de esta revisión.

Criterios de Elegibilidad. El enfoque de este trabajo es la utilización de la ozonoterapia en pacientes neonatos equinos, sin embargo, a la falta de información que existe sobre este tema, se eligieron artículos donde se describen la ozonoterapia como terapia en equinos adultos y otras especies animales como los caninos (siendo esta última la especie que más publicaciones se encuentran). Desde el 2008 hasta el 2024 y en varios idiomas inglés, portugués y español; se encontraron 21 artículos publicados que cumplen con los criterios de selección de los cuales 13 artículos, se usaron para la formulación de los resultados y la discusión, puesto que, estos últimos son los que describen de manera más detallada el proceso de la ozonoterapia y plantean discusiones, sobre si su uso es viable en la medicina veterinaria equina.

Estrategia de búsqueda. Los artículos relacionados con el tema en bases de datos y revistas indexadas como Scielo, PubMed, VetMed, ScieceDirect, Plos One, Google Académico; el rango de tiempo fue desde el 2008 al 2024 que estuvieran en idiomas inglés, portugués y español, se incluyó en la búsqueda artículos de otras especies animales y en humanos (por la falta de literatura disponible).

Selección de Estudio. Al tener ciertos encuentros en la practicas con la ozonoterapia y con la capacitación del diplomado Neonatología Equina, me surgió la inquietud de profundizar más sobre este tema, dado que, al ver que esta es la edad del equino donde puede influir en su desarrollo como fortaleza del adulto, como también la morbilidad y mortalidad de este. Puede que el neonato presente en sus primeros días una salud inviable, como también una deficiencia de ella, y, por ende, esta terapia de ozono, se convierte en un componente de protección para esas circunstancias de vida, dándole la opción de progresar en su salud lo cual tendrá este nuevo ejemplar equino, que no ha tenido un buen rendimiento en sus primeros 15 días. Es así que investigando encontré un total de 21 artículos, entre ellos hablan sobre los neonatos y sus patologías que es los que los afectan, puntualizan el uso de la ozonoterapia en medicina veterinaria, detallando su mecanismo de acción, concentraciones y vías de aplicación, y 1 artículo especifica el equilibrio oxidante antioxidante en equinos. 12 artículos departen del uso de la ozonoterapia en equinos en varios campos de acción como enfermedades infecciosas, manejo de dolor, parámetros hematológicos y efecto sobre las articulaciones de los equinos. Y esto es lo que motiva personalmente al investigador a buscar esas soluciones para el mejoramiento y calidad de vida de este sector de la industria equina.

RESULTADOS

DEFINICIÓN DE OZONOTERAPIA Y ESTRÉS OXIDATIVO

Ozonoterapia. Es una terapia medica alternativa, donde se usa el ozono como gas medicinal junto con el oxígeno, produciendo así un efecto catalizador que les proporcionan propiedades terapéuticas frente a diversas patologías infecciosas, inflamatorias, traumáticas, e incluso oncológicas, lo que le da al ozono un amplio espacio de utilidades terapéuticas tanto en la medicina humana como en veterinaria (Gamarra, 2019). Entre los posibles beneficios y aplicaciones de la ozonoterapia en equinos, están el control de infecciones bacterianas y virales, efectos moduladores en el sistema inmunológico, beneficioso para mejorar la respuesta orgánica a diversas enfermedades; propiedades antiinflamatorias útil en condiciones inflamatorias crónicas, promoción de la cicatrización de heridas e incluso algunos informes sugieren que la ozonoterapia podría tener beneficios en el manejo del dolor en caballos, aunque se necesita más investigación en esta área (Rodrigues, 2021).

Estrés Oxidativo. Es el desbalance entre la producción de especies reactivas de oxígeno (ERO), y la capacidad antioxidante del organismo para neutralizar o reparar los daños resultantes. Entre las ERO hay radicales libres y otras moléculas reactivas derivadas del oxígeno, como el peróxido de hidrógeno, producidos naturalmente en el cuerpo como subproductos del metabolismo celular, pueden dañar lípidos, proteínas y ácidos nucleicos en las células, lo que puede contribuir al envejecimiento celular y diversas enfermedades como las enfermedades cardiovasculares, neurodegenerativas, inmunomediadas, oncológicas. En animales, el estrés oxidativo puede desempeñar un papel en diversas condiciones de salud, y su gestión a menudo implica la promoción de un estilo de vida saludable, una dieta equilibrada y, en algunos casos, la administración de antioxidantes (Kirschvink, 2008).

Ozono Medicinal. La ozonoterapia medicinal en veterinaria, implica el uso controlado de ozono con fines terapéuticos en animales. Esta modalidad de tratamiento se ha utilizado en veterinaria para aprovechar los posibles beneficios del ozono. Se obtiene de la mezcla de los gases de ozono y oxígeno; mediante un generador de ozono médico certificado, que es el encargado del ajuste de la concentración necesaria según el tipo de patología (se debe usar oxígeno médico únicamente), este ozono medicinal interactúa con los fosfolípidos de la membrana celular que unen los primeros y segundos mensajeros con los receptores de membrana, participando en la activación de las vías de las pentosas (glucosa, fructosa, galactosa), el ciclo de Krebs y de los ácidos grasos convirtiendo el NAD reducido en NAD oxidado, necesario para la beta-oxidación de estos mismos, lo que resulta en el incremento de las moléculas de ATP y efecto sobre la actividad de las bombas de sodio-potasio (Aviles, 2016). Además de esto, se han descrito los efectos del ozono medicinal en la clínica diaria, como la regulación del ácido araquidónico controlando la cascada inflamatoria, efecto directo sobre la membrana celular de los glóbulos rojos mejorando las propiedades reológicas de la sangre, aumento de los antioxidantes endógenos, efecto de antiagregante plaquetario, disminuye la resistencia vascular periférica al aumentar la disponibilidad de óxido nítrico del endotelio vascular, efecto sobre los receptores de dolor. Esta versatilidad es lo que lo hace de gran utilidad en la medicina veterinaria (Aviles, 2016).

Mecanismo de Acción de la ozonoterapia

Cuando el ozono tiene contacto con la sangre actúa sobre los diferentes objetivos e inicia una serie de reacciones en cascada, produciendo varios efectos benéficos; es un gas muy activo y reacciona al entrar en contacto con la sangre, u otros fluidos biológicos. En orden de preferencia, el ozono reacciona con ácidos grasos poliinsaturados, proteínas, antioxidantes como el ácido ascórbico y el glutatión peroxidasa (Bhatt, 2016).

Una vez que se disuelve en el plasma, reacciona rápidamente con compuestos orgánicos que poseen doble enlace de carbono (antioxidantes, proteínas carbohidratos). La reacción con los compuestos son la base de los efectos biológicos de la ozonoterapia, lo que incide significativamente en la patogénesis de las enfermedades. El ozono se encuentra con los antioxidantes hidrofílicos y lipofílicos, que están presentes en los líquidos orgánicos, aunque estos agotan una gran parte de la dosis del ozono suministrado, si la dosis es, la adecuada empieza una liberación controlada de las especies reactivas de oxígeno (ERO) y productos de lipoperoxidación (POL) (Gamarra, 2019)

Las especies reactivas de oxígeno (ERO) actúan inmediatamente al reaccionar con los eritrocitos presentes en el torrente sanguíneo. y luego tienden a desaparecer; esto puede denominarse, como una reacción de fase temprana, ya que es de corta duración. Las ERO activan la vía de las pentosas fosfato (glucosa), formando así un aumento significativo en la formación de ATP. Los POL son malondialdehído y 4-hidroxinonal (metabolitos fisiológicos y marcadores de estrés oxidativo), estos tienden hacer más tóxicos que los ERO, pero estos se diluyen rápidamente en la circulación sanguínea y alcanza sus sitios objetivos en concentraciones submicromolares, disminuyendo los efectos tóxicos de estos, se consideran reacción de fase tardía. Los productos de lipoperoxidación (POL) mediante regulación de las enzimas antioxidantes, como la superóxido-dismutasa o la glutatión-peroxidasa, prolonga sus efectos benéficos, además de inducir la producción de hemo-oxigenasa (catalizadora de oxígeno molecular) (Bhatt, 2016).

Las ERO y los POL, producidos por el ozono en la interacción con las membranas celulares, son capaces de penetrarlas y producir allí la estimulación de los procesos bioquímicos básicos, uno de sus efectos es el aumento en la producción de 2,3 DPG (ácido 2,3 bifosfoglicérico), se conoce que este es el encargado de facilitar la liberación de oxígeno en

los tejidos por medio de la oxihemoglobina, sucede cuando los eritrocitos pasan por los micro capilares entre la sección arterial, a la sección venosa, estos tienen mayor capacidad para transferir más oxígeno a los tejidos, facilitando el aporte en los momentos de mayor necesidad (Insuasti, 2023).

Ozono en el Sistema Inmunológico

El ozono es un gas muy inestable, lo cual, le permite relacionarse con cualquier compuesto que posea dobles enlaces de carbono, como estos se encuentran en todas las membranas celulares, permite que su acción directa se vuelva letal, con cualquier célula desprovista de mecanismos antioxidantes como los gérmenes y sobre las células que posean una depresión en sus sistemas antioxidantes como en las células neoplásicas (Leyva, 2015).

En si la ozonoterapia en el sistema inmune funciona como un modulador de la respuesta inmunológica a través de la liberación de citocinas inmuno-estimuladoras o inmunosupresoras; estas se auto regulan entre sí, por lo que la producción de citocinas no sobrepasará valores más elevados que los necesarios, cuando el organismo libera sus mecanismos contrarreguladoras, es donde, se han reportado los resultados satisfactorios al aplicar la ozonoterapia en los pacientes auto inmunes o los inmunosuprimidos. (Gamarra, 2019).

Otros estudios, han reportado que el ozono puede actuar como inductor de citocinas, tales como el factor de necrosis tumoral (FNT α) interleucinas IL 1 β , 2, 4, 6, 8 y 10 y factor transformador del crecimiento. El ozono debe ser aplicado juiciosamente, para la adaptación celular ante el estrés oxidativo agudo, mejorando la respuesta inmunológica ante las enfermedades (Vidal Di Maio, 2009). A nivel sistémico, el ozono actúa como agente antimicrobiano debido a su alto efecto oxidante, siendo capaz de inhibir y destruir microorganismos patógenos como bacterias anaerobias, virus, hongos o protozoos. Esto por medio de la destrucción de la capa externa de los patógenos penetrando las membranas celulares y la alteración de las cadenas de ADN (Leyva, 2015).

La destrucción viral se sospecha que se efectúa por la acción de dos procesos sincrónicos, siendo la inactivación del virus por medio de los peróxidos de hidrogeno (especie reactiva de oxígeno) y una intolerancia a los peróxidos por parte de las células que son afectadas por el

virus (Bhatt, 2016). Como tal, la ozonoterapia controla el estrés oxidativo agudo, sin llegar a causar un estrés oxidativo crónico; los choques pequeños de estrés oxidativo de manera repetitiva, activa y estimula sistema antioxidante, creando en consecuencia resistencia al estrés oxidativo, que causan las diversas enfermedades (Melo, 2021)

Tabla 1. Diferentes patologías donde indican el uso del ozono. Adaptada desde Leyva (2015). (Leyva, 2015)

SISTEMAS	PATOLOGIAS
VASCULARES	Isquemia, hipertensión
GASTRICAS	Gastritis, colitis, colon espasmódico, síndrome de isquemia reperfusión.
DERMATOLOGICAS	Dermatitis
METABOLICAS	Rabdomiólisis
ONCOLOGICAS	Sarcoidosis
RESPIRATORIAS	Bronquitis, influenza, rinoneumonitis
OFTAMOLOGICAS	Neuritis óptica.
MUSCULOESQUELETICAS	Enfermedades degenerativas articulares, tendinosas y de ligamentos, traumas.

Vías de Administración del Ozono

Auto Hemoterapia Mayor. En el método de auto hemoterapia mayor, se recolectan aproximadamente 250 ml de sangre del animal, en un anticoagulante de heparina o citrato de sodio al 3.13%. La sangre se ozoniza fuera del cuerpo del animal durante 5 a 10 minutos, y luego se infunde lentamente de nuevo en el cuerpo del animal durante más de 15 minutos a través de vías intravenosas.

Auto hemoterapia Menor. En el método de auto hemoterapia menor, se recolectan alrededor de 5 ml de sangre venosa del paciente, sin anticoagulante y se ozoniza fuera del cuerpo durante 1 minuto. La sangre ozonizada es inyectada luego por vía intramuscular.

Insuflación rectal. Una forma común de aplicación de la ozonoterapia, que es de mayor facilidad de aplicación, no promueve incomodidades a los pacientes, la mucosa rectal absorbe el ozono inmediatamente después de la aplicación y es una alternativa cuando la vía endovenosa no es accesible; se puede realizar mediante introducción de sondas finas de diámetro pequeño o jeringas, según la cantidad a administrar, pero deben desecharse, la frecuencia para esta vía se describe entre una vez al día o cada tres días, según la evolución del paciente en concentraciones variantes entre 20 – 30mg/l, de una forma escalonada para un máximo de 20 aplicaciones (F.M Jaramillo, 2020) .

Insuflación Intra Uterina. Indicado en infecciones postparto, procesos inflamatorios, problemas reproductivos. Se realiza por medio de la introducción de una sonda previamente lubricada por vía vaginal, se carga ozono médico en una jeringa adecuada, que permita la exactitud del volumen y se insufla lentamente de 30 a 50 mg/l (Kohne, 2023).

Vía subcutánea. En una jeringa obtener la mezcla de ozono y oxígeno recolectada, puede inyectar en varias zonas de la piel, por vía subcutánea, se pueden administrar entre 1 a 2ml, en concentración de ozono 2 a 3 ug/ml (Insuasti, 2023). Esta vía, permite tratar infecciones de la piel de diferentes orígenes, ya sea bacterianas, fúngicas, parasitarias o incluso lesiones isquémicas, necrosis y mejoría en la cicatrización (Prato, 2023).

Administración Intra Articular. Regula el metabolismo celular y la oxigenación tisular, evita los cambios degenerativos del cartílago articular, además de disminuir la síntesis de IL 8, reduciendo la cantidad de granulocitos y de otras células inflamatorias; estos efectos han

de mostrado ser efectivo contra la artritis séptica, la cual posee gran incidencia en equinos y especial en neonatos (Prado, 2018).

Contraindicaciones. El ozono no se recomienda aplicarlo en vía intravenosa directa, incluso si es de forma lenta; se encuentran reportes donde en el sistema respiratorio lo describen como tóxico, al tener contacto con los alveolos pulmonares, sumado a que el revestimiento del tracto respiratorio tiene una cantidad mínima de cobertura antioxidante. También, no se debe mezclar o aplicar junto con terapias antibióticas, puesto que las reacciones a estos causan graves efectos secundarios (Bhatt, 2016). No se recomienda el uso en yeguas gestantes, debido a que no se ha definido, si es completamente seguro para el feto. Tampoco en equinos con trastornos hepáticos graves por la metabolización, y siempre tener precaución que algunos caballos pueden resultar con reacciones adversas (Fidalgo, 2023) .

Figura 1. Ilustración de los efectos del ozono medicinal tomado de instituto Valenciano de ozonoterapia. (Valenciano, s.f.)



DISCUSIÓN

El objetivo de este trabajo, es la recopilación de la información del uso de la ozonoterapia equina en los neonatos, sin embargo, pese a la falta de información de este tema, se vuelve tedioso encontrar estudios avalados para su uso como tratamiento médico en la clínica diaria.

Aunque desde la práctica, se encuentran profesionales que utilizan esta terapia y desde sus experiencias con buenos resultados, la falta de reportes y de investigaciones fue un limitante, durante la realización de este trabajo.

En la medicina equina, se utiliza mayormente en patologías musculoesqueléticas, necesidades de mayor aporte de oxígeno, mejorar la cicatrización, y la modulación del sistema inmunológico, por la falta de publicaciones científicas, se pueden encontrar protocolos erróneos o errores a la hora de ejecutar terapias, apareciendo efectos secundarios no deseados (Cuesta, 2014) .

Aun así, luego de una larga sesión de búsqueda en las diferentes bases de datos, se obtuvieron diversos reportes científicos, donde nos podemos dar una idea, sobre si la ozonoterapia es viable como una terapia alternativa en los potros neonatos; si bien la mayor parte de las investigaciones se basan en el rendimiento deportivo (No incluido en este artículo), o en sus efectos sobre la circulación. Los datos que resultan, se pueden asociar a tener una idea de su efecto sobre las patologías de los neonatos equinos, ejemplo, de esto es la septicemia neonatal que posee una patogénesis similar al mecanismo de acción del ozono, en la activación de las enzimas y citocinas proinflamatorias, (Ospina, 2014), la ozonoterapia con su capacidad antioxidante, al promover el estrés oxidativo controlado, ayuda a la activación de las vías de las pentosas fosfato y por ende, a la producción de ATP (Tsuzuki, 2016), molécula necesaria en el síndrome de asfíxia perinatal, enfermedad en la que los potros necesitan una fuente constante de oxígeno. Teniendo en cuenta que los potros neonatos son afectados por una gran variedad de patologías que cursan con procesos infecciosos, inflamatorios y degenerativos, el uso de la ozonoterapia como factor modulador del sistema inmune se intuye de gran utilidad, pero debemos tener en cuenta que este tratamiento no puede ir acompañado de antibióticos, pues genera reacciones adversas perjudiciales para el paciente (Bhatt, 2016),

también podemos deducir que la patología más reportada es la artritis séptica, tanto en caballos adultos como en neonatos, debido a sus reacciones modulando la inflamación y el control de los microorganismos presentes en las articulaciones y casi sin ningún efecto secundario que se han reportado (Coelho, 2020). La gran versatilidad del ozono y sus diferentes vías de acción, lo hacen una terapia segura, si el método de aplicación es el correcto, pues estudios donde comparan las diferencias entre las vías endovenosa y la insuflación transrectal, no reportan cambios o diferencias significativas durante su aplicación (Rodrigues, 2021), antes de aplicar la ozonoterapia se debe tener en cuenta que está contraindicada en pacientes con hiperparatiroidismo, con trastornos hemorrágicos o hepáticos graves. Importante recordar la periodicidad con la que se debe administrar la ozonoterapia, puesto que, esto varía dependiendo de las enfermedades que van a tratar y pueden ir desde aplicar 5 días consecutivos, hasta una o dos veces cada semana (Gonzales, 2016), aunque sobre esto aún hay mucho tema por debatir por tal motivo no se detalló en este trabajo, puesto que, en lo encontrado cada autor describe la forma en la que lo ejecuta distinta a los otros.

CONCLUSIONES

La ozonoterapia es una terapia integral, y es una alternativa posible y segura en tratamientos de los neonatos equinos para evitar la morbilidad y mortalidad en esta etapa de la vida, y fortalecer su desarrollo para la adultez, queda claro que esta modalidad terapéutica presenta un potencial significativo.

La facultad del ozono para modular el sistema inmunológico, controlar el estrés oxidativo y actuar como agente antimicrobiano, sugiere que podría desempeñar un papel crucial en la prevención y tratamiento de enfermedades en potros recién nacidos. Porque se le ha visto mejoría en las clínicas donde se aplica.

Durante la práctica profesional se evidenció el uso de la ozonoterapia por medio de diferentes vías como la auto hemoterapia menor, y la insuflación retal, para tratamientos de enfermedades respiratorias, y dermatológicas, específicas que fueron casos tratados, después de la aplicación de la terapia con ozono se encontró una mejoría cuando se combinaba según las historias clínicas de los pacientes con terapias alternativas. Estos resultados positivos se

evidenciaron de 24 a 48 horas después de su tratamiento. Sin embargo, la falta de sustentaciones específicas en neonatos equinos y la necesidad de protocolos clínicos adecuados, plantean la necesidad inmediata, de que este método sea registrado en todas las clínicas que las ofrece, por su viabilidad y seguridad de la ozonoterapia en esta población.

Es importante realizar futuras investigaciones para respaldar de manera sólida la eficacia de la ozonoterapia en neonatos equinos, así como la necesidad de precaución en su aplicación, especialmente en combinación con otros tratamientos como antibióticos, y terapias alternativas, para evitar o mejorar las posibles enfermedades degenerativas que el potro presente.

Como profesionales de la industria equina, debemos reconocer la importancia de seguir explorando nuevas terapias que puedan mejorar la salud y el bienestar de los potros. La ozonoterapia parece ser una opción prometedora, pero es crucial avanzar con cautela, basándonos en evidencia científica sólida y experiencias clínicas respaldadas, debido a que la salud de los neonatos equinos sigue siendo una prioridad, y cualquier enfoque terapéutico debe centrarse en garantizar su seguridad y éxito a largo plazo, reconociendo a estos seres vivientes y con derechos a tener una mejor calidad de vida.

BIBLIOGRAFÍA

- Coelho, G. V. (2020). *Ozonoterapia en sinovites sépticas de equinos: una alternativa de tratamiento*. Obtenido de Universidad de Tras-os- Montes e Alto Douro: <https://repositorio.utad.pt/bitstream/10348/9757/1/Sinovites%20S%c3%a9pticas%20Vers%c3%a3o%20Final.pdf>
- Cynthia do Prado, J. M. (29 de MAY de 2018). *Effects of medical ozone upon healthy equine joints: Clinical and laboratorial aspects*. Obtenido de PLOS ONE JOURNALS: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0197736>
- F.M Jaramillo, C. V. (03 de April de 2020). *Effects of transrectal medicina ozone in horses - clinical and laboratory aspects*. Obtenido de Scielo Brasil: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/qMmRh6RfbpJCWgBGJnnWrmK/?lang=en#>

- Fidalgo, I. J. (2023). *Estudo das características citológicas e cultura microbiológica do líquido uterino pre e pos ozonoterapia em quatro eguas puro sangue lusitanas*. Obtenido de Universidad Lusofona: https://recil.ensinolusofona.pt/bitstream/10437/14405/1/VF_FIDALGO_%c3%8dRIS_MIMV_2023_1DE1.pdf
- Gonzales, A. N. (mayo de 2016). *Manual del uso de la ozonoterapia en perros*. Obtenido de Universidad Autonoma del Estado de Mexico: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/49814/TESINA-ANCG-05-16.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Insuasti, S. V. (2023). *Aplicacion de ozono por via intravenosa para acondicionamiento fisico de equinos mestizos en la estacion experimental Tunshi*. Obtenido de Escual superior politecnica de Chimborazo: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/18653/1/17T01842.pdf>
- Jessica Rodrigues, L. M., & Ambrosio, C. (Septiembre de 2021). *Ozone and its derivatives in veterinary medicine: A careful appraisal*. Obtenido de PubMed: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34401601/>
- Juan Carlos Ospina, M. D. (Diciembre de 2014). *Fisiopatología de la septicemia neonatal equina*. Obtenido de Scielo Colombia: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0122-93542014000200011&script=sci_arttext
- Jyotsana Bhatt, A. R. (10 de December de 2016). *AN OVERVIEW OF OZONE THERAPY IN EQUINE- AN EMERGING HEALTHCARE SOLUTION*. Obtenido de Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences JEBAS: [https://jebas.org/Jou.Exp.Bio.Agr.Sci/Spl.Issue.EHIDZ16/10.18006_2016.4\(Spl-4-EHIDZ\).S203.S210.pdf](https://jebas.org/Jou.Exp.Bio.Agr.Sci/Spl.Issue.EHIDZ16/10.18006_2016.4(Spl-4-EHIDZ).S203.S210.pdf)
- Leyva, A. F. (2015). *UTILIDAD CLÍNICA DE LA OZONIZACIÓN DE LA SANGRE Y SUS COMPONENTES EN EQUINOS*. Obtenido de Universidad de Buenos Aires: <https://www.fvet.uba.ar/fcvanterior/equinos/eqcemde/Utilidad.pdf>
- Lucas Alfredo Rapp Gamarra, C. E. (Enero de 2019). *Uso clínico de la ozonoterapia en animales mayores*. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/333656393_USO_CLINICO_DE_LA_OZONOTERAPIA_EN_ANIMALES_MAYORES
- Maria de la Cuesta, M. A. (2014). *La ozonoterapia en la clínica equina*. Obtenido de Fundacion Dialnet Universidad de la Rioja: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5281968>

- Martha Susana Franco, O. J. (10 de Diciembre de 2014). *Enfermedades de los potros neonatos y su epidemiología: un revision*. Obtenido de Scielo: <https://www.scielo.org.co/pdf/rmv/n29/n29a09.pdf/?amp=1>
- Martin Kohne, L. H. (27 de Jan de 2023). *Comparison of systemic trimethoprim-sulfamedithoxine treatment and intrauterine ozone application as possible therapies for bacterial endometritis in equine practice*. Obtenido de PubMed: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9911668/>
- Mercedes H. Aviles, B. B. (septiembre de 2016). *Enfoque terapeutico con ozonoterapia en la clinica diaria*. Obtenido de Fundacion Dialnet Universidad de la Rioja: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7214425>
- Nao Tsuzuki, Y. E. (Jan de 2016). *Effects of ozonated autohemotherapy on the antioxidant capacity of thoroughbred horses*. Obtenido de PubMed: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26166812/>
- Nathalie Kirschvink, B. d. (september de 2008). *The oxidant/antioxidant equilibrium in horses*. Obtenido de ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1090023307002663>
- Pacasio, C. A. (2020). *Hipoxia neonatal/sindrome de asfixia perinatal*. Obtenido de Fundacion Dialnet, Universidad de la Rioja: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7632227>
- Prato, M. F. (2023). *Ozonioterapia em habronemose cutanea equina - Relato de caso*. Obtenido de Universidad de Brasil: <http://repositorioacademico.universidadebrasil.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/643/Oz%c3%b4noterapia%20em%20Habronemose%20cut%c3%a2nea%20equina%20relato%20de%20caso.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Ubiratan Pereira de Melo, C. F. (22 de Nov de 2021). *Multimodal therapy for treatment of equine back pain: a report of 15 cases*. Obtenido de PubMed: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9179183/>
- Valenciano. (s.f.). *Instituto Valenciano de ozonoterapia*. Obtenido de <https://www.institutovalencianodeozonoterapia.com/efectos-biologicos/>
- Vidal Di Maio, L. Z. (10 de octubre de 2009). *Utiidad potencial de la ozonoterapia en la Medicina Veterinaria*. Obtenido de REDVET Revista Electronica de Veterinaria: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63617128017.pdf>