

2022-11-01

Efecto de la aplicación intravenosa de ozono en la biometría y bioquímica hemática en caballos clínicamente sanos

Alfredo Suárez Chica

Universidad de Córdoba, alfredosuarez@correo.unicordoba.edu.co

José A. Cardona Álvarez

Universidad de Córdoba, jcardonaalvarez@correo.unicordoba.edu.co

Bernardo José Reyes Bossa

Universidad de Córdoba, breyesbossa@correo.unicordoba.edu.co

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/mv>



Part of the [Agriculture Commons](#), [Animal Sciences Commons](#), and the [Veterinary Medicine Commons](#)

Citación recomendada

Suárez Chica A, Cardona Álvarez JA y Reyes Bossa BJ. Efecto de la aplicación intravenosa de ozono en la biometría y bioquímica hemática en caballos clínicamente sanos. *Rev Med Vet.* 2022;(45):. doi: <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss45.10>

This Artículo de investigación is brought to you for free and open access by the Revistas científicas at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Revista de Medicina Veterinaria by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

Efecto de la aplicación intravenosa de ozono en la biometría y bioquímica hemática en caballos clínicamente sanos*

Alfredo Suárez Chica¹ / José A. Cardona Álvarez² / Bernardo José Reyes³

Resumen

El objetivo del presente estudio es determinar los efectos de la aplicación intravenosa de ozono en la biometría y bioquímica hemática en caballos clínicamente sanos. La investigación fue descriptiva y experimental, de tipo transversal. Asimismo, el tipo de muestreo fue no probabilístico de conveniencia. Se seleccionaron catorce animales, distribuidos en tres grupos: A y B, conformado por seis animales cada uno, y el grupo C, por dos animales. El ozono se aplicó utilizando la autohemoterapia mayor, la sangre fue obtenida de la vena yugular (400 ml), utilizando el kit SANO3® Copyright 2017, Paolo Gobbi Frattini, Srl Italia (todos los derechos reservados). Se muestrearon los animales durante veinticuatro horas antes de la primera aplicación del ozono, y veinticuatro horas después de cada aplicación. Se realizó un muestreo quince días después de la última aplicación, para un total de siete muestreos y cinco aplicaciones de ozono por animal. De las muestras obtenidas, se determinaron los hemogramas y componentes bioquímicos hemáticos, ALT, AST, ALP, proteínas totales, albúmina, BUN, bilirrubina total y bilirrubina directa. A continuación, se presentaron los resultados y diferencias para cada variable. Se concluyó que la aplicación del ozono en dosis terapéuticas no causó alteraciones negativas en la hematología y bioquímica sanguínea de los equinos.

Palabras clave: caballos; ozono; sangre; intravenoso.

Effects of the Intravenous Application of Ozone in the Biometry and Blood Biochemistry of Clinically Healthy Horses

Abstract

The objective of the current study is to determine the effects of intravenous application of ozone on blood biometrics and blood chemistry in clinically healthy horses. The research was descriptive and experimental, of a transversal type. Also, the type of sampling was non-probabilistic of convenience, where fourteen animals were selected, and distributed in three groups: A and B, made up of six animals each, and group C, made of two animals. Ozone was applied using the major autohemotherapy. The blood was obtained from the jugular vein (400 ml), using the SANO3® Kit Copyright 2017, Paolo Gobbi Frattini, Srl Italy (all rights reserved). The animals were sampled 24 hours before the first application of ozone, and 24 hours after each application. A sampling was carried out fifteen days after the last application, for a total of seven samplings and five

* Artículo de investigación.

1 MSc. Universidad de Córdoba, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Departamento de Ciencias Pecuarias, Grupo de Investigación en Medicina de Grandes Animales (MEGA), Montería, Colombia. ✉ alfredosuarez@correo.unicordoba.edu.co  <https://orcid.org/0000-0003-07702-3021>

2 PhD. Universidad de Córdoba, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Departamento de Ciencias Pecuarias, Grupo de Investigación en Medicina de Grandes Animales (MEGA), Montería, Colombia. ✉ jcardonaalvarez@correo.unicordoba.edu.co  <https://orcid.org/0000-0002-8254-1120>

3 MSc. Universidad de Córdoba, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Departamento de Ciencias Pecuarias, Grupo de Investigación en Medicina de Grandes Animales (MEGA), Montería, Colombia. ✉ breyesbossa@correo.unicordoba.edu.co  <https://orcid.org/0000-0002-8730-0350>

Cómo citar este artículo: Suárez Chica A, Cardona Álvarez JÁ, Reyes BJ. Efecto de la aplicación intravenosa de ozono en la biometría y bioquímica hemática en caballos clínicamente sanos. 2022;(45): e0005. Disponible en: <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss45.10>

applications of ozone per animal. From the obtained samples the hemograms and hematologic biochemical components were determined, ALT, AST, ALP, total proteins, albumin, BUN, total bilirubin and direct bilirubin. Next, results and differences for each variable were presented. It was concluded that the application of ozone at therapeutic doses did not cause negative alterations in the hematology and blood biochemistry of equines.

Keywords: horses; ozone; blood; intravenous.

INTRODUCCIÓN

La molécula de ozono se compone de tres átomos de oxígeno dispuestos en forma diedro. Esta forma alotrópica de oxígeno es menos estable que el oxígeno, debido a la presencia de estados mesoméricos, y reacciona con muchos otros compuestos, como el carbono y el óxido nitroso (1). En la naturaleza, el ozono se produce por efecto de una descarga eléctrica sobre el oxígeno atmosférico, durante la iluminación, o por la radiación ultravioleta (2).

A pesar de su papel como contaminante, el O_3 se utiliza en la medicina humana y veterinaria. El uso médico de una mezcla gaseosa de O_3 / O_2 , llamada ozonoterapia, se basa en la suposición de que el O_3 se disocia rápidamente en el agua, y libera una forma reactiva de oxígeno, que puede oxidar las células. Dicha disociación aumenta la disponibilidad de oxígeno y ATP para la célula (3). Asimismo, el O_3 puede considerarse un profármaco, ya que puede inducir la activación de un segundo mensajero en cascada, con múltiples acciones sistémicas, y con la consiguiente reordenación de las vías bioquímicas (3).

La ozonoterapia implica la administración de ozono médico (O_3), una mezcla de oxígeno (O_2) y O_3 , compuesto por no menos del 95 % de O_2 , y no más del 5 % de O_3 (4). Aunque el ozono médico puede ser tóxico en concentraciones elevadas, tiene una *ventana terapéutica* de concentraciones que van de 10 a 80 $\mu\text{g/ml}$, en la cual puede producir algunos efectos como inmunomodulador, antiinflamatorio, bactericida, antiviral, antifúngico y analgésico, entre otros (4).

Un obstáculo importante para la aplicación cotidiana de la ozonoterapia está asociado en gran medida con los inconvenientes derivados de la industria de los fármacos, la cual ha activado campañas mediáticas en contra de su uso. Sin ningún tipo de respaldo científico, se ha llegado a afirmar que “el ozono es tóxico en cualquiera [que] sea su uso”, sin tener en cuenta que los efectos del ozono medicinal, como los de la mayoría de las sustancias, dependen de la dosis (5).

El uso de la ozonoterapia ha sido reportado en equinos en múltiples ramas de la medicina veterinaria, como en la del sistema locomotor (4), en cuyo caso se determinó que la infiltración articular con ozono a dosis de 20 y 40 $\mu\text{g/ml}$ es segura en caballos sanos; por consiguiente, no acarrea ningún problema. También se reporta uso de ozono en enfermedades como la laminitis (6), así como en procesos de cicatrización en estos animales (7), donde debido al bajo aporte sanguíneo en algunas regiones de la piel, la cicatrización es difícil, y con ayuda de la ozonoterapia se ha logrado conseguir resultados favorables en ese proceso (8). Además, existen reportes de la aplicación transrectal de ozono en caballos, y su efecto en aspectos clínicos y laboratoriales (9). Por otro lado, también hay reportes de su uso y funcionalidad en pequeños animales (10). Sin embargo, no es mucha la evidencia científica de su implementación en los equinos en la actualidad.

Teniendo en cuenta que no existe mucha información con relación a esta técnica en caballos criollos colombianos en la actualidad, y especialmente sobre la aplicación intravenosa en ellos, el objetivo del presente estudio fue determinar si había efectos negativos o positivos tras la aplicación venosa de ozono, sobre algunos

parámetros de biometría y bioquímica hemática en caballos clínicamente sanos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de estudio

La investigación fue descriptiva y experimental, de tipo transversal.

Muestreo

El tipo de muestreo fue no probabilístico de conveniencia, donde fueron seleccionados catorce animales, que se distribuyeron en tres grupos. Por una parte, estuvieron A y B, conformados por seis animales, respectivamente, y el tercer grupo (C) estuvo conformado por dos animales. El número de machos y hembras fue el mismo en cada grupo.

Animales

En este estudio, se utilizaron catorce caballos criollos colombianos, que se encontraban en condiciones clínicas normales. Los animales fueron de diferentes sexos en todos los grupos, y contaron con edades que oscilaron entre los cinco y los siete años (figura 1), siendo estas determinadas por cronometría dentaria, según lo reportado por Cardona et al. (11). Los criterios de selección utilizados fueron los siguientes: animales en condiciones clínicas normales, medidas mediante el examen físico, y cuyos parámetros sanguíneos se encontraran dentro de los valores de referencia para esta especie. En el caso puntual de las hembras, no se seleccionaron hembras gestantes, ni en periodo de lactancia. Este trabajo contó con aval del comité de ética de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Córdoba, Acta No. 001 del 14 de junio del 2017.

Figura 1. Caballos criollos colombianos (machos y hembras) clínicamente sanos, con edades entre los cinco y siete años



Fuente: elaboración propia

Preparación de los animales

Los animales utilizados se estabularon y sometieron a las mismas condiciones de nutrición y alimentación con heno de angelón (*Dichantium aristatum*) y agua *ad libitum*. Asimismo, la homogenización de la condición profiláctica se realizó de la siguiente manera: vermifugación con doramectina (Dectomax® 1 %, Zoetis, Argentina), a una dosis de 0,2 mg/kg vía IM, 30 días antes del comienzo del estudio. De igual modo, se aplicó quimiopprofilaxis con dipropionato de imidocarb (Imizol®, MSD animal, Colombia) a una dosis de 3 mg/kg vía IM, 30 días antes del muestreo, para evitar tener alteraciones de las variables por infestaciones con hematótrópicos endoglobulares (*Babesia* spp., *Anaplasma* spp., *Theileria* spp.).

Protocolo

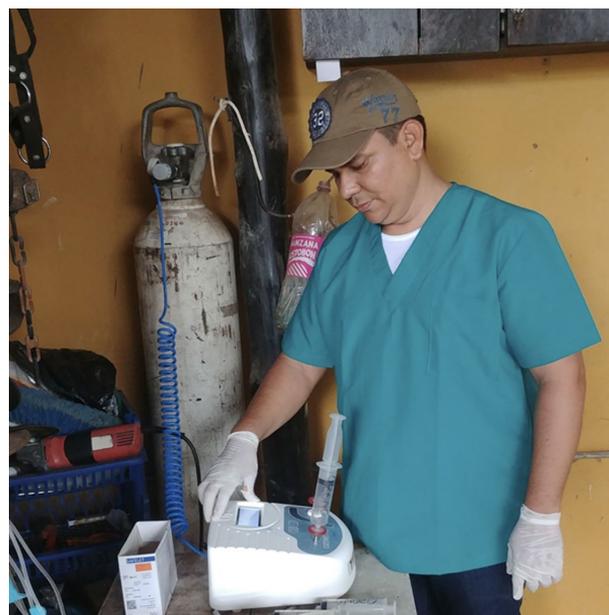
El ozono fue aplicado mediante autohemoterapia mayor. En tanto, la sangre fue recolectada vía punción yugular (400 ml), utilizando el kit SANO3® (Copyright 2017, Paolo Gobbi Frattini, Srl Italia). Este kit se compone de una bolsa de recolección, y un equipo de infusión. Asimismo, la bolsa está compuesta de material de PVC libre de ftalatos o ésteres de ácido ftálico, y contiene 35 ml de la solución de anticoagulante ACD-A (citratodextrosa fórmula A).

Los dos conectores de la bolsa se encontraban inicialmente libres de agujas, y contaban con cierre tipo hermético inalterable. Paso seguido, la sangre fue ozonizada con una concentración de 60 µg/ml en 250 ml de ozono, en el caso del grupo A, y luego esta fue mezclada con los 400 ml de sangre que se encontraban en la bolsa. Para el grupo B, se utilizó una concentración de 25 µg/ml en 250 ml de ozono, y posteriormente el resultado fue mezclado con la sangre. Inmediatamente se mezcló la sangre, se realizó la aplicación en los animales. A los animales del grupo C no les fue administrado ozono. Para el estudio fue utilizada una unidad generadora de ozono (Ozonizer® mod. CMDR-050575, Colombia, 2016) (figura 2), que se encontraba conectada a un tanque de oxígeno portátil de 800 psi

input-output 50 psi (Cryogas, Colombia, 2018). Luego de tener la sangre debidamente ozonizada, se realizó la autohemoterapia mayor; esta se aplicó vía yugular a velocidad macrogoteo, previa cateterización (Introcan Braun®) calibre 14 x 1½, previa antisepsia y fijación con sutura de Nylon calibre 2-0 (Corpalon®, Corpaul, Medellín, Colombia).

La aplicación venosa de ozono fue la vía de elección utilizada, debido a que se deseaba evaluar efectos sistémicos de este (12).

Figura 2. Unidad generadora de ozono (momento de la preparación por parte del clínico, previo a la autohemoterapia mayor)



Fuente: elaboración propia

Obtención de la muestra

Los animales fueron muestreados veinticuatro horas antes de la aplicación inicial de ozono, y veinticuatro horas después de cada aplicación. Luego de la última aplicación, se realizó un muestreo quince días después, para un total de siete muestreos y cinco aplicaciones de ozono por animal.

Con las muestras obtenidas, se determinaron el hemograma y los componentes bioquímicos hemáticos (ALT, AST, ALP), proteínas totales, albúmina, BUN, bilirrubina total y bilirrubina directa. Todos los animales fueron sometidos a un examen físico diario, donde fueron evaluadas todas las constantes fisiológicas (temperatura, tiempo de llenado capilar, coloración de las mucosas, frecuencia cardíaca y respiratoria), el apetito y la actitud al medio, como indicadores generales de confort.

Procesamiento de la muestra

Para la determinación de ALT, AST, ALP, proteínas totales, albúmina, BUN, bilirrubina total y bilirrubina directa, se recolectaron 10 ml de sangre en tubos tipo vacutainer (BD, Dickinson and Company), al vacío, sin anticoagulante (tapa roja), por vena, con punción yugular. Las muestras fueron trasladadas, y procesadas en el laboratorio de andrología animal de la Universidad de Córdoba. Para ese análisis, se utilizó el equipo Wiener lab. Metrolab 1600 DR (Argentina, 2016). Las muestras para la realización del hemograma se tomaron en tubos EDTA (tapa lila) de 2 ml mediante venopunción, y se procesaron en el equipo Idexx ProCyte Dx® Analizador Hematológico (USA, 2016).

Análisis estadístico

Los resultados obtenidos fueron tabulados en hojas electrónicas (Microsoft Excel® 2010), y se analizaron mediante estadística descriptiva para cada una de las variables, utilizando para ello el Paquete Estadístico SAS, realizando un análisis de medidas repetidas en el tiempo.

RESULTADOS

En la tabla 1, se presenta la media de los valores obtenidos a lo largo del experimento, sobre los parámetros hematológicos de la línea celular roja de los animales del estudio (grupo A, de 60 µg/m; grupo B, de 25 µg/ml; y grupo C). Las diferencias que se encontraron no fueron significativas ($p > 0,05$) para la media del hematocrito, así como tampoco fueron significativas para los casos de los eritrocitos y la hemoglobina.

Con todo, para el caso de las plaquetas, se encontró una diferencia estadísticamente significativa de $p < 0,05$, donde se evidenció un leve aumento en los grupos tratados, sin salir de los valores de referencia para la especie.

Tabla1. Media de los valores de la línea roja (eritrograma) y plaquetas en equinos tratados con ozono clínico según dosis

Dosis	Hematocrito ^{ns} (%)	Hemoglobina ^{ns} (g/dl)	Eritrocito ^{ns} ($\times 10^6$ µl)	Plaquetas ($\times 10^3$ µl)
Grupo A	30,78	11,32	6,98	256,00 ^a
Grupo B	32,25	11,69	6,93	237,86 ^b
Grupo C	32,11	11,37	6,94	232,00 ^c

Fuente: elaboración propia¹

1 Valores en la misma columna con diferentes letras difieren entre sí ($p \leq 0,05$). ns: no significativo. Total: 98 muestras.

Al estudiar los leucocitos, se evidenció que los valores sí presentaron variación, pero se mantuvieron dentro de su rango normal, como se logra apreciar en la tabla 2. Dentro de las líneas celulares, la que mayor variación presentó fue la de los leucocitos, como se observa en la figura 3. En tanto, en el grupo B, los valores de los leucocitos disminuyeron levemente el segundo día, pero al quinto día post aplicación, alcanzaron los valores mayores durante el estudio. Por otro lado, en el grupo A, también disminuyeron durante las primeras aplicaciones, pero luego fueron aumentando progresivamente.

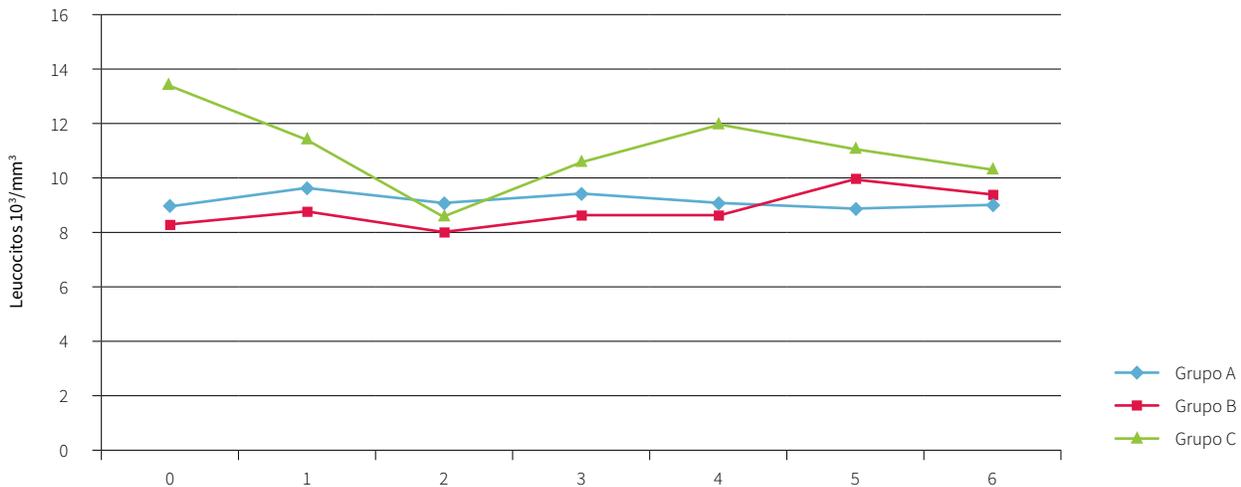
En la tabla 3, se presenta la media de los valores obtenidos a lo largo del experimento sobre los parámetros de la bioquímica sanguínea en caballos sometidos al tratamiento con ozono medico (grupo A de 60 µg/ml, grupo B de 25 µg/ml y grupo C). Para el caso de la AST, la ALT, la albúmina, las proteínas totales y la bilirrubina directa, no se encontró ninguna diferencia estadísticamente significativa ($p \leq 0,05$) en las muestras de los animales, y su comportamiento fue simétrico a lo largo del tiempo.

Tabla 2. Media de los valores de la línea blanca (leucograma) en equinos tratados con ozono clínico según dosis

Dosis	Leucocitos (x10 ³ /mm ³)	Granulocitos ^{ns} (x10 ³ /mm ³)	Linfocitos ^{ns} (x10 ³ /mm ³)	Eosinófilos ^{ns} (x10 ³ /mm ³)	Monocitos ^{ns} (x10 ³ /mm ³)
Grupo A	9,20 ^a	6,06 ^a	2,87	0,68	0,29
Grupo B	8,88 ^b	5,64 ^a	2,83	0,69	0,29
Grupo C	10,04 ^c	8,00 ^c	3,03	0,71	0,33

Fuente: elaboración propia²

Figura 3. Valores medios de leucocitos en los diferentes grupos experimentales



Fuente: elaboración propia

² Valores en la misma columna con diferentes letras, difieren entre sí ($p \leq 0,05$). ns: no significativo. Total: 98 muestras.

Tabla 3. Valores medios de la bioquímica sanguínea de equinos tratados con ozono clínico según dosis

Variable	Grupo A	Grupo B	Grupo C	CV
AST (UI/L)	120,7 ^{ns}	123,33 ^{ns}	115,66 ^{ns}	21,34
ALT (UI/L)	3,08 ^{ns}	3,49 ^{ns}	2,57 ^{ns}	41,87
ALP (UI/L)	352,94 ^a	324,51 ^b	344,96 ^c	18,02
Albúmina (g/dl)	2,58 ^{ns}	2,45 ^{ns}	2,48 ^{ns}	20,36
Proteínas totales (mg/dl)	6,62 ^{ns}	6,49 ^{ns}	6,13 ^{ns}	15,50
Urea (mg/dl)	39,84 ^a	34,77 ^b	30,03 ^c	21,62
BUN (mg/dl)	10,60 ^a	14,49 ^b	12,51 ^c	21,62
Bilirrubina directa (mg/dl)	0,26 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,24 ^{ns}	35,13
Bilirrubina total (mg/dl)	1,62 ^a	1,54 ^b	1,33 ^c	23,50

Fuente: elaboración propia³

Por último, en el caso de la urea en el grupo B, se observó una leve disminución a partir de la segunda aplicación; sin embargo, luego aumentó hasta llegar a sus valores máximos en la última aplicación, estando todo el tiempo dentro de los parámetros de referencia aceptados para la especie. Por su parte, el comportamiento de los valores de la urea en el grupo A, fue igual al del grupo B, de forma general.

DISCUSIÓN

Las diferencias encontradas no fueron significativas ($p > 0,05$) para la media de los valores del hematocrito. Tal resultado difiere de lo reportado por Guevara en su estudio (13), ya que encontró valores de entre 39,3 y 41,1 %, que fueron superiores a los del presente trabajo. En tanto, los valores obtenidos se encontraron dentro de los parámetros de referencia para la región de Córdoba, Colombia (mín. 20,40 % - máx. 44,60 %), según lo que reportaron Herrera y sus colaboradores (14). Para el caso de los eritrocitos, las diferencias que se encontraron no fueron estadísticamente significativas ($p > 0,05$) para los valores medios. Esto concuerda con lo reportado por Guevara, ya que en su trabajo se encontraron valores que

oscilaban entre 8,5 y 8,4 x 10⁶ μ l, los cuales son superiores a los del presente estudio (13). Dado lo anterior, es posible afirmar que el uso de esta técnica no genera ningún tipo de alteración negativa en los animales, lo que comprueba una vez más que es una técnica médica inocua cuando se utiliza en animales sanos, y se respetan las dosis y procedimientos establecidos por la literatura.

En cuanto a los valores medios de los leucocitos, las diferencias encontradas fueron estadísticamente significativas ($p < 0,05$), por lo que se diferencian de lo reportado por Guevara, debido a que se informaron valores entre 8,3 y 8,3 x 10³/mm³, valores que fueron inferiores a los del presente estudio (13). De igual forma, se reporta no tener diferencias significativas en los leucocitos después de realizar aplicaciones de ozono medicinal. Cabe resaltar que los valores reportados en el presente estudio se encuentran dentro de los parámetros normales para la especie (mín. 5,64 - máx. 1,81 x 10³/ μ l), según lo descrito por Luna y colaboradores (15), en caballos ecuatorianos criados sobre el nivel del mar. Lo mismo se puede decir con relación a lo reportado por Herrera y colaboradores (12) (mín. 3,6 - máx. 12,8 x 10³/mm³) en asnales criollos colombianos.

Asimismo, las diferencias encontradas no fueron estadísticamente significativas ($p \geq 0,05$) para los valores medios de la AST. Estos valores se encuentran por debajo

3 CV: coeficiente de variación. Valores en la misma columna con diferentes letras, difieren entre sí ($p \leq 0,05$). ns: no significativo.

de los valores de referencia (290 ± 61 UI/l) reportados por Díaz y colaboradores (16). Para el caso de la ALT, las diferencias evidenciadas tampoco fueron estadísticamente significativas ($p \geq 0,05$). De igual forma, estos resultados se encuentran por debajo de los valores de referencia ($10,8 \pm 2,3$ UI/l) reportados por Díaz y colaboradores (16). Además de la no alteración de la línea celular roja y blanca, es posible afirmar que la ozonoterapia médica aplicada de forma correcta, no genera alteraciones en otro tipo de sistemas u órganos, ya que algunas enzimas estudiadas no presentaron un aumento significativo, lo cual habría indicado alteraciones orgánicas luego de la aplicación del tratamiento.

En caballos criollos brasileiros fueron evaluados los parámetros bioquímicos de la sangre en equinos con una edad promedio de once años (17). En tal caso, se encontró que la aplicación de ozono medicinal a dosis de 500 a 1000 ml de mezcla terapéutica, no alteró ninguna constante fisiológica de los animales durante el tratamiento; sin embargo, los valores para gama-glutamil transferasa (GGT) y la glucosa fueron decrecientes durante el tratamiento, sin salirse de rangos discretos, contrarios al fibrinógeno, que mostró un aumento leve durante el tratamiento. Esto difiere totalmente del presente resultado, ya que en ningún momento la ozonoterapia generó cambios notables en los parámetros bioquímicos de la sangre de los animales estudiados.

En un reporte de caso en el que se evaluó el uso de la ozonoterapia en asociación con termografía infrarroja, en el contexto de un proceso inflamatorio en un equino, se encontró que el uso de esa técnica médica es de importante aplicabilidad en caballos; y, además, se evidenció notable evolución en el desempeño del animal, con relación a la mejoría del proceso inflamatorio que presentaba (18). Esto reafirma lo encontrado por los autores en este estudio, en el cual se evidencian cambios positivos en el perfil hemático de los animales sanos.

Por otra parte, en la literatura se resalta que el uso de ozonoterapia en equinos favorece a la oxigenación de las células, y mejora el flujo sanguíneo al dilatar arterias estenosadas, así como otros mecanismos que favorecen en

última instancia la respuesta inmunológica del paciente (19). Eso también guarda relación con lo que se encontró en el presente estudio, en el que se observaron cambios en la línea celular blanca.

En tanto, en su trabajo, Jaramillo y sus colaboradores reportan que el hematocrito, al igual que la hemoglobina, sufrió cambios evidentes a lo largo del tiempo en el grupo tratado con ozonoterapia; sin embargo, el fibrinógeno plasmático no sufrió cambios significativos, al igual que la urea a lo largo del tiempo, aunque esta última sufrió una disminución en el grupo tratado (9). Cabe resaltar que los cambios en el presente trabajo no fueron significativos a nivel de alteraciones clínicas, ya que se mantuvieron en los rangos de referencia, a pesar de las variaciones. En suma, es importante aclarar que la ozonoterapia es una técnica que ha demostrado ser inocua en el marco de los trabajos de investigación, y que, en muchos casos en los que hay alteraciones evidentes de la funcionalidad del animal, es de gran ayuda. Con todo, eso no significa que los pequeños cambios en animales sanos no sean de ayuda en sus procesos biológicos. Lo anterior sugiere que se podrían realizar estudios más a fondo, a nivel molecular, para poder identificar cambios más específicos, y poder relacionarlos con algunas utilidades en animales sanos.

En conclusión, la aplicación de autohemoterapia en dosis mayores a 25 $\mu\text{g/ml}$, y menores a 60 $\mu\text{g/ml}$ en 250 ml de la mezcla ($\text{O}_2\text{-O}_3$), en equinos clínicamente sanos, no supone efectos negativos en ellos. De tal modo, la aplicación del ozono a dosis terapéuticas no causa alteraciones negativas en los valores hematológicos y la bioquímica sanguínea de los equinos. Por último, es posible afirmar que desde la primera aplicación del ozono, se evidencian cambios dentro de los rangos normales en las plaquetas, y en la línea blanca de los equinos; resultados que, aunque no pueden interpretarse como un efecto específico, dan cabida a investigaciones futuras sobre el uso de esta técnica en animales sanos.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no hay conflictos de intereses relacionados con esta publicación.

REFERENCIAS

1. Elvis AM, Ekta JS. Ozone therapy: A clinical review. *J Nat Sci Bio Med.* 2011;2(1): 66-70. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22470237/>
2. Đuričić D, Valpotić H, Samardžija M. Prophylaxis and therapeutic potential of ozone in buiatrics: Current knowledge. *Anim Reprod Sci.* 2015;159: 1-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2015.05.017>
3. Sciorsci R, Lillo E, Occhiogrosso L, Rizzo A. Ozone therapy in veterinary medicine: A review. *Res Vet Sci.* 2020;130: 240-246. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.03.026>
4. Do Prado Vendruscolo C, Junqueira Moreira J, Torquato Seidel S, Fülber J, Macedo Neuenschwander H, Bonagura G, et al. Effects of medical ozone upon healthy equine joints: Clinical and laboratorial aspects. *Plos One.* 2018; 13(5): 1-18. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197736>
5. Schwartz Tapia A, Martínez-Sánchez G. La ozonoterapia y su fundamentación científica. *Oz Therapy Glob J.* 2012;12(1): 163-198. Disponible en: <http://www.xn-revistaespaoladeozonoterapia-7xc.es/index.php/reo/article/view/23>
6. Coelho C, Abreu-Bernadi W, Ginelli A, Spagnoll T, Gardel L, Sousa V. Use of ozone therapy in chronic laminitis in a horse. *J Ozo Therapy.* 2015;1(1): 2-7. Disponible en: <https://doi.org/10.7203/jo3t.1.1.2015.12164>
7. Garcia A, Eurides D, Prado R, Neves M, Neves S, Queiroz F. Skin healing in one equine by therapy with ozone. *Rev C Cie Bio.* 2010;41: 1-6. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181220509033>
8. Guerra Prado LG, Alves Martins NA, Ferreira Machado MF, Marques Araujo G. Ozonioterapia no tratamento de feridas em equino. *R Cient Eletr Med Vet.* 2020;(34): 6. Disponible en: <https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/revista-cientifica-eletronica-de-medicina-veterina/2020-34/ozonioterapia-no-tratamento-de-feridas-em-equino/>
9. Jaramillo FM, Vendruscolo CP, Fülber J, Seidel SRT, Barbosa AP, Baccarin RYA. Effects of transrectal medicinal ozone in horses-clinical and laboratory aspects. *Arq Bras Med Vet Zoot.* 2020;72(1): 56-64. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-11155>
10. De Brito B, Rocha E, De Oliveira F, Dos Santos M. Aplicação da ozonioterapia na clínica de pequenos animais: vias de administração, indicações e efeitos adversos: Revisão. *PUBVET.* 2021;15(7):1-87. Disponible en: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v15n07a859.1-8>
11. Cardona J, Reyes B, Martínez M. Cronometría dentaria en equinos. 1ª Ed. Córdoba: Fondo Editorial Universidad de Córdoba; 2019.
12. Marques A, Campebell R. Ozonioterapia em feridas de equinos-revisão. *Rev Cie Med Vet U.* 2021;4(2): 31-45.
13. Guevara L. Efecto de la ozonoterapia sobre los parámetros hematológicos y constantes fisiológicas en equinos [Proyecto especial de Ingeniero Agrónomo]. Honduras: Zamorano; 2007. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/716/1/T2416.pdf>
14. Herrera Y, Rugeles C, Vergara O. Perfil hematológico del burro criollo (*Equus asinus*) colombiano. *Rev Colombiana Cienc Anim.* 2017;9(2): 158-163. Disponible en: <https://doi.org/10.24188/recia.v9.n2.2017.553>
15. Luna D, Hernández K, Chacha S, Cedeño Y. Determinación de los valores de referencia en el hemograma de caballos nacidos o criados entre 0 y 500 m.s.n.m. en la región litoral del Ecuador. *La Granja: Rev Cie Vida.* 2018;28(2): 92-102. Disponible en: http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1390-85962018000200092&lng=pt&nrm=iso
16. Díaz H, Gavidia C, Li O, Tió A. Valores hematológicos, bilirrubinemia y actividad enzimática sérica en caballos peruanos de paso del Valle de Lurín, Lima. *Rev Inv Vet Perú.* 2011;22(3): 213-222. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=371838856006>
17. Haddad M, Souza M, Hincapie J, Ribeiro J, Ribeiro JD, Benjamin L. Comportamento de componentes bioquímicos do sangue em equinos submetidos à ozonioterapia. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2009;61(3): 539-546. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352009000300003>
18. Ximenes L, Guerreiro L, Conceição W, Rosseto A, Borges G, Dos Santos Belo A, et al. Associated use of infrared thermography and ozone therapy for diagnosis and treatment of an inflammatory process in an equine: case report. *PUBVET.* 2020;14(3): 1-9. Disponible en: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v14n3a534.1-9>

19. Assis A. Eficiência da Ozonioterapia como protocolo de tratamento alternativo das diversas enfermidades na Medicina Veterinária (Revisão de literatura). PUBVET. 2011;5(30): 1192-1198. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.22256/pubvet.v5n30.1194>