REDVET - Revista electrónica de Veterinaria - ISSN 1695-7504
Vol 25, No. 1 (2024)
http://www.veterinaria.org
Article Received: 10 Apr 2024; Revised: 21 May 2024; Accepted: 12 Jun 2024

Aplicación de ozono intravenoso para acondicionamiento físico de equinos

Insuasti, S[1]; Condolo, L[1]; Aldaz, B[1]; Vinueza, P[1]; Velepucha, H[1]; Tiama N[1]
[1] Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador

ABSTRACT

At the Tunshi Experimental Station of the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, the application of intravenous ozone for physical conditioning of horses was evaluated in the variables (lactic acid, pH, electrolytes and physiological constants). Fifteen half-breed horses of similar breeds and categories were used. Ozone was applied at different times, A1 (Ozone before training), A2 (Ozone after training), unlike A0 where there was no ozone application. Evaluating them at the following times, B0: before training, B1: after training and B2: after 30 minutes of training). These were distributed in a Completely Random Design in a two-factor arrangement, with 3 treatments and 5 repetitions each. The data were subjected to an Analysis of Variance (ADEVA) and Tukey's test ($p<0.05$) for the separation of means. It will be concluded that there are no significant differences. The best results were reported in the A1B2 treatment in most of the variables, with the following values: lactic acid with 13.30 mg/dL; pH with 7.52; potassium electrolyte with 3.65 mmol/L; sodium electrolyte with 126.24 mmol/L; calcium ion electrolyte with 1.44 mmol/L; heart rate with 52 (bpm); room temperature 37.34 °C. Regarding the other variables, the A2B2 treatment was the one that stood out, with the following values: chlorine electrolyte with 101.54 mmol/L; respiratory rate with 39 (rpm). It is recommended to apply ozone by other routes of administration, to evaluate its action in different equestrian sports, different times and in other variables of zootechnical interest.

Keywords:
Equines; physiological constants; lactic acid; electrolytes; pH.

Introducción

Los equinos (*Equus caballus*) son animales fisiológicamente adaptados al esfuerzo físico (1). Sin embargo, las alteraciones de constantes fisiológica como los niveles de ácido lácticos son condicionantes del rendimiento deportivo (2). El ácido láctico es considerado un producto de desecho resultante del gasto energético a nivel muscular que produce descenso del pH (3,4). A su vez, un pH ácido disminuye la resistencia al trabajo y puede aumentar la sudoración lo que conlleva a la pérdida de electrolitos (5).

El tiempo transcurrido durante el ejercicio se asocia a una alteración del aumento del ácido láctico y una disminución del pH, dependiendo de varios factores estos valores pueden variar. Entre ellas, factores como la tasa de suministro cardiaco de oxígeno al músculo durante la actividad física, la forma en la que la célula muscular usa el oxígeno y la tasa de asimilación del lactato en la célula muscular durante son considerados como dependientes de cada animal (6). Aun cuando el agotamiento o fatiga del equino, es un proceso fisiológico normal, el tiempo en el que este se presenta, así como el rendimiento deportivo del animal es susceptible de mejoramiento con entrenamiento o con alternativas que mejoren la resistencia del animal al ser expuesto a actividad física intensa (7).

Entre las alternativas para retrasar el aparecimiento de la fatiga en los equinos la aplicación de ozono ha demostrado tener propiedades beneficiosas para los animales (8,9). Entre las que podrían tener efecto directo sobre el rendimiento de los animales, el ozono promueve una mayor oxigenación, mejor digestión, mejor rendimiento de la alimentación, disminución de aparición de enfermedades, mayor resistencia al ejercicio (10) o un mejor sistema inmune mejor adaptado (8)

La medición de los electrolitos, ácido láctico y pH, juntamente con las constantes fisiológicas son indispensables para relacionar la adaptabilidad del caballo a las exigencias frente al ejercicio y la valoración del efecto de la administración de O2 en dichas medidas.

Materiales – Métodos y Análisis de datos

La presente investigación se llevó a cabo en la Unidad Académica de Investigación Equina en la Estación Experimental Tunshi durante 120 días. Se trabajo con un total de 15 equinos de raza mestiza y con edades comprendidas entre 5 y 8 años. El entrenamiento o acondicionamiento físico se estandarizó para los tres grupos con una duración de 60 minutos diarios durante 4 semanas de lunes a viernes en la pista de entrenamiento o vareo. Los equinos fueron divididos en tres grupos, cada uno compuesto por 5 equinos: el grupo 1 estuvo conformado por 5 caballos a los que se administró sangre

REDVET - Revista electrónica de Veterinaria - ISSN 1695-7504
Vol 25, No. 1 (2024)
http://www.veterinaria.org
Article Received: 10 Apr 2024; Revised: 21 May 2024; Accepted: 12 Jun 2024

no ozonificada, los animales del grupo 2 recibieron sangre ozonificada antes del entrenamiento y finalmente, el grupo 3 estuvo conformado por 5 animales a los que se les administró sangre ozonificada después de su jornada de entrenamiento. La ozonificación consistió en homogenizar 50 ml de sangre que se extrajo de la vena yugular con 50 ml de ozono. Posteriormente, esta sangre fue agitada ligeramente durante 5 minutos en bolsas de Sangre - Fresenius Kabi. A continuación, se administró la sangre preparada con ozono por vía intravenosa – vena yugular.

Con el objetivo de medir ácido Láctico (AL) se recolectaron muestras sanguíneas antes y después del ejercicio en tubos vacutainer (EDTA.K3 y Gel & Clot activator). Tras la centrifugación de las muestras, el plasma se utilizó para medir el AL en el equipo de laboratorio GENRUI WP21A. El mismo caso para el pH, potasio (K), sodio (Na), cloro (Cl), calcio (Ca) se midió en plasma para analizar en el equipo de laboratorio GENRUI GE300. La toma de muestras fueron identificadas con el código B0 (antes del entrenamiento), B1 (inmediatamente después del entrenamiento) y B2 (30 minutos después del entrenamiento).

Adicionalmente, se midió la frecuencia respiratoria (FR), frecuencia cardiaca (FC) y temperatura (T) 30 minutos antes, inmediatamente después de 30 minutos después del ejercicio. Para la FC se colocó el estetoscopio en el tercer espacio intercostal durante 1 minuto, la FR verificando las fosas nasales del caballo y la T con un termómetro por vía rectal.

Los grupos fueron analizados como Factor A que corresponde a la aplicación de ozono y el Factor B que corresponde a la toma de muestra sanguíneas a los momentos de evaluación.

Las pruebas estadísticas usadas fueron Análisis de Varianza (ADEVA) para determinar las diferencias y Prueba de Tukey para la separación de medias a la probabilidad P ≤0.05.

Resultados

Como se observa en la tabla 1, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la evaluación de la interacción entre el Factor A (aplicación ozono) y el Factor B (momentos de evaluación), por tal motivo, se realizaron análisis de todas las variables de estudio por factores independiente.

Tabla 1. Interacción del Factor A (aplicación de ozono) con el Factor B (momento de evaluación)

Variable	SO	OAE	ODE	SO	OAE	ODE	SO	OAE	ODE	x̄	Prob.	Sig.
	Antes			Inmediatamente			Después de 30 min					
AL (mg/dL)	5,34 a	9,46	9,72	10,22	13,48	11,98	11,76	13,30	14,30	11,06	0,88	NS
pH	7,65 a	7,00	7,11	7,70	7,29	7,14	7,67	7,52	7,71	7,42	0,12	NS
K (mmol/L)	4,12 a	4,02	4,39	3,88	3,75	3,89	3,64	3,65	3,83	3,91	0,77	NS
Na (mmol/L)	127,70	122,92	124,58	126,92	125,64	124,58	128,04	126,24	127,42	126,00	0,29	NS
Cl (mmol/L)	99,28	104,32	101,82	98,76	100,96	100,48	97,66	102,14	101,54	100,77	0,41	NS
Ca (mmol/L)	1,63	1,52	1,55	1,49	1,41	1,46	1,51	1,44	1,45	1,50	0,98	NS
FR (rpm)	28,80	34,40	33,60	81,60	88,80	83,20	52,00	58,80	39,20	55,60	0,14	NS
FC (lpm)	45,80	52,00	46,40	68,80	64,80	75,20	52,00	52,40	51,20	56,51	0,15	NS
T (°C)	37,36	37,34	37,24	38,74	38,32	38,68	37,52	37,34	37,50	37,78	0,26	NS

AL: ácido láctico; pH: potencial de hidrógeno; K: potasio; Na: sodio; Cl: cloro; Ca: calcio; FR: frecuencia respiratoria; FC: frecuencia cardiaca; T: temperatura; SO: sin ozono; OAE: ozono antes del entrenamiento; ODE: ozono después del entrenamiento; Prob.: Probabilidad; Sig.: Significancia; NS: no significativo

Factor A

En el análisis de las nueve variables de estudio ácido Láctico (AL), pH, potasio (K), sodio (Na), cloro (Cl), calcio (Ca) la frecuencia respiratoria (FR), frecuencia cardiaca (FC) y temperatura (T) en función al factor A (aplicación de ozono), no se detectaron diferencias estadísticas para cinco de ellas (ácido láctico, potasio, calcio, frecuencia cardiaca y temperatura). Sin embargo, para las

REDVET - Revista electrónica de Veterinaria - ISSN 1695-7504
Vol 25, No. 1 (2024)
http://www.veterinaria.org
Article Received: 10 Apr 2024; Revised: 21 May 2024; Accepted: 12 Jun 2024

cuatro restantes si se mostraron variaciones. En la tabla 2, se puede visualizar que las diferencias fueron significativas (P≤0.05) en las medias de la frecuencia respiratoria y altamente significativas (P≤0.01) en las medias de pH, sodio y cloro.

Tabla 2. Efecto del Factor A sobre parámetros bioquímicos y fisiológicos.

Variable	Factor A						x̄	Prob.	E.E.	Sig.
	SO		OAE		ODE					
AL (mg/dL)	9,11	a	12,08	a	12,00	a	11,06	0,067	0,99	NS
pH	7,67	a	7,27	b	7,32	b	7,42	0,001	0,08	**
K (mmol/L)	3,88	a	3,81	a	4,04	a	3,91	0,059	0,07	NS
Na (mmol/L)	127,55	a	124,93	b	125,53	b	126,00	0,006	0,56	**
Cl (mmol/L)	98,57	b	102,47	a	101,28	a	100,77	0,000	0,51	**
Ca (mmol/L)	1,54	a	1,46	b	1,49	ab	1,50	0,054	0,02	NS
FR (rpm)	54,13	ab	60,67	a	52,00	b	55,60	0,034	2,35	*
FC (lpm)	55,53	a	56,40	a	57,60	a	56,51	0,726	1,82	NS
T (°C)	38,87	a	37,67	a	37,81	a	37,78	0,071	0,06	NS

AL: ácido láctico; pH: potencial de hidrógeno; K: potasio; Na: sodio; Cl: cloro; Ca: calcio; FR: frecuencia respiratoria; FC: frecuencia cardiaca; T: temperatura; SO: sin ozono; OAE: ozono antes del entrenamiento; ODE: ozono después del entrenamiento; Prob.: Probabilidad; E.E: Error estándar; Sig.: Significancia; NS: no significativo, *: significativo; **: altamente significativo

Factor B

En cuanto a la evaluación en función al Factor B (momento de evaluación), todas las variables presentaron diferencias estadísticamente significativas en sus medias, a excepción del cloro (tabla 3). Tales diferencias fueron altamente significativas (P≤0.01) en algunos componentes plasmáticos (ácido láctico, pH, potasio, calcio) y en todas las constantes fisiológicas (frecuencia respiratoria, frecuencia cardiaca, temperatura)

Tabla 3. Efecto del Factor B sobre parámetros bioquímicos y fisiológicos.

Variable	Factor B						x̄	Prob.	E.E.	Sig.
	Antes		Inmediatamente después		Después de 30 min					
AL (mg/dL)	8,17	b	11,89	a	13,12	a	11,06	0,003	0,99	**
pH	7,25	b	7,38	ab	7,63	a	7,42	0,004	0,08	**
K (mmol/L)	4,18	a	3,84	b	3,71	b	3,91	0,000	0,07	**
Na (mmol/L)	125,07	b	125,71	ab	127,23	a	126,00	0,028	0,56	*
Cl (mmol/L)	101,81	a	100,07	a	100,45	a	100,77	0,052	0,51	NS
Ca (mmol/L)	1,57	a	1,46	b	1,47	b	1,50	0,004	0,02	**
FR (rpm)	32,27	c	84,53	a	50,00	b	55,60	0,000	2,35	**
FC (lpm)	48,07	b	69,60	a	51,87	b	56,51	0,000	1,82	**
T (°C)	37,31	b	38,58	a	37,45	b	37,78	0,000	0,06	**

AL: ácido láctico; pH: potencial de hidrógeno; K: potasio; Na: sodio; Cl: cloro; Ca: calcio; FR: frecuencia respiratoria; FC: frecuencia cardiaca; T: temperatura; SO: sin ozono; OAE: ozono antes del entrenamiento; ODE: ozono después del entrenamiento; Prob.: Probabilidad; E.E: Error estándar; Sig.: Significancia; NS: no significativo, *: significativo; **: altamente significativo

REDVET - Revista electrónica de Veterinaria - ISSN 1695-7504
Vol 25, No. 1 (2024)
http://www.veterinaria.org
Article Received: 10 Apr 2024; Revised: 21 May 2024; Accepted: 12 Jun 2024

Discusión

La ozonoterapia se ha implementado en el campo de la Medicina Veterinaria como agente terapéutico para varias patologías, debido a sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorios, inmunoestimulantes y microbicidas (8,9,11). Su uso se extiende al mejoramiento del rendimiento físico de caballos de deporte (12,13). En la presente investigación se evaluó el efecto del ozono sobre parámetros bioquímicos (metabolitos musculares y electrolitos) y constantes fisiológicas (frecuencia respiratoria, frecuencia cardiaca y temperatura) de caballos mestizos, medidos en diferentes tiempos.

De acuerdo con los resultados obtenidos, la aplicación de ozono (Factor A) y el momento de evaluación (Factor B) no tienen interacción, sin embargo, analizando las variables con cada uno de los factores de forma independiente, las medias si muestran diferencias estadísticamente significativas. Una posible explicación detrás de la ausencia de interacción podría deberse a la cantidad de ozono administrado, en la presente investigación no se observaron cambios utilizando 50 ml de ozono, por el contrario, en otros trabajos con 300 ml se visualizó el efecto de este (12).

Uno de los metabolitos musculares estudiados fue el ácido láctico. Su concentración varió según el factor. Para el factor A, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, contrario a ello, estudios en caballos (12) y en ratas (14) han demostrado que existe evidentemente mayor producción de ácido láctico en los animales tratados con ozono en comparación con el grupo control. Para el factor B, las concentraciones cambiaron de forma ascendente como respuesta al ejercicio. La transición de un estado de reposo a movimiento, elevaron las demandas de oxígeno y energía, conllevando a la formación de ese compuesto químico (15,16).

El potencial de hidrógeno en condiciones de esfuerzo físico disminuye por el desequilibrio ácido-base que se produce al eliminarse cantidades sustanciales de agua y electrolitos y al acumularse ácido láctico (17,18). En esta investigación, en función al factor A se acidificó y en base al factor B se alcalinizó. El primer escenario puede deberse a la capacidad del ozono para producir especies reactivas de oxígeno hidrofílico, sustancia de carácter ácida (10,19). En cuanto al segundo caso, por motivo de la finalización del ejercicio, cesa la alcalosis respiratoria y la acidosis metabólica, de modo que, retorna a su pH normal (20). Hallazgos similares indicó Valderrama et al. (21) en su trabajo con caballos de enduro. En este estudio los valores de pH oscilaron entre 7,31 y 7,45, el valor máximo se observó a los 30 minutos después del entrenamiento.

Los electrolitos mostraron variaciones dependientes a los factores de estudio. Por efecto del ozono, se alteraron notablemente los niveles de sodio y cloro, estos datos difieren con el trabajo de Tsuzuki et al. (22), donde los valores bioquímicos se mantuvieron constantes. Por razón del tiempo de evaluación, solamente se vieron influenciadas las concentraciones de potasio, calcio y sodio. Los valores promedios de dichos electrolitos indicaron el desarrollo de normopotasemia, hipocalcemia e hiponatremia, tomando como referencia los rangos establecidos por Muñoz et al. (23).

Los parámetros fisiológicos evaluados en base al factor A no experimentaron cambios dinámicos, excepto la frecuencia respiratoria. Este aumentó en presencia del ozono, ya que, mediante su acción hormética probablemente estimuló la hiperventilación (19). Por otro lado, en función al factor B, las constantes incrementaron con el ejercicio, esto concuerda con resultados de Menegatti et al.

(24). Las variaciones reflejan la respuesta adaptativa del organismo ante el ejercicio, por ejemplo, para mejorar la disponibilidad de oxígeno y energía al tejido muscular el sistema cardiovascular aumenta la frecuencia cardiaca y para disipar el calor aumenta la frecuencia respiratoria (25).

Conclusión

El ejercicio físico en los caballos provocó alteraciones reversibles en parámetros bioquímicos y fisiológicos. No se observó interacción entre el factor A (aplicación intravenosa de ozono) y el factor B (momento de evaluación), sin embargo, el análisis de los parámetros con los factores de forma independiente mostró variaciones importantes. En el factor A se vieron afectadas principalmente las concentraciones de sodio y cloro, el pH y la frecuencia respiratoria, mientras que, en el factor B todos los parámetros variaron a excepción del cloro.

References (APA 6th edition)

[1] Bartolomé, E., & Cockram, M. S. (2016). Potential Effects of Stress on the Performance of Sport Horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, *40*, 84–93. https://doi.org/10.1016/j.jevs.2016.01.016

[2] De Mare, L., Boshuizen, B., Plancke, L., De Meeus, C., De Bruijin, M., & Delesalle, C. (2017). Standardized exercise tests in horses: current situation and future perspectives. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift*, *86*(2), 63–72. Retrieved from http://hdl.handle.net/1854/LU-8522737

[3] Demirtas, B., Parkan, Ç., & Atmaca, M. (2015). Exercise-Induced Physiological Fatigue in Horses: Review. *Turkiye Klinikleri Journal of Veterinary Sciences*, *6*(2), 60–66. https://doi.org/10.5336/vetsci.2016-51263

[4] Kang, O.-D., Ryu, Y.-C., Yun, Y.-M., & Kang, M.-S. (2012). Effects of cooldown methods and durations on equine physiological traits following high-intensity exercise. *Livestock Science*, *143*(1), 70–76. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.08.016

[5] Assenza, A., Bergero, D., Congiu, F., Tosto, F., Giannetto, C., & Piccione, G. (2014). Evaluation of Serum Electrolytes and Blood Lactate Concentration During Repeated Maximal Exercise in Horse. *Journal of Equine Veterinary Science*, *34*(10), 1175–1180. https://doi.org/10.1016/j.jevs.2014.07.001

[6] Janicki, B., Kochowicz, A., Cygan, D., & Krumrych, W. (2012). Fundamentos de la fisiología del ejercicio en caballos. *Medicina. Weter*, *68*(6), 326–327.

[7] Posan, P., Sovarel, E., Deftal, N., & Nistor, L. (2021). Observation on lactic acid modifications, depending on training periods and speeds, in sport horses, used at effort test. *Scientific Papers, Series D. Animal Science*, *64*(1), 365–370.

[8] Sciorsci, R. L., Lillo, E., Occhiogrosso, L., & Rizzo, A. (2020). Ozone therapy in veterinary medicine: A review. *Research in Veterinary Science*, *130*, 240–246. https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.03.026

[9] Oros, N., Repciuc, C., Ober, C., Peștean, C., Mircean, M., & Oana, L. (2023). Clinical Evaluation of Medical Ozone Use in Domestic Feline Cutaneous Wounds—A Short Case Series. *Animals*, *13*(17), 2796. https://doi.org/10.3390/ani13172796

[10] Orlandin, J. R., Machado, L. C., Ambrósio, C. E., & Travagli, V. (2021). Ozone and its derivatives in veterinary medicine: A careful appraisal. *Veterinary and Animal Science*, *13*, 1–10. https://doi.org/10.1016/j.vas.2021.100191

[11] Kozat, S., & Nur, E. (2019). Has Ozone Therapy a Future in Veterinary Medicine? *Journal of Animal Husbandry and Dairy Science*, *3*(3), 25–34. https://www.researchgate.net/publication/339001166

[12] Carvalho, A. C., Silva, J. V. S., Lopes, J. W. C., Araújo, O. R. P., Goulart, M. O. F., Mariz, T. M. A., Sarmento, C. A. P., & Escodro, P. B. (2022). Effects of ozone therapy on hematological, biochemical, and oxidative stress parameters of vaquejada athlete horses. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, *74*(6), 1024–1038. https://doi.org/10.1590/1678-4162-12733

[13] Suárez, A. F., Cardona, J. A., & Reyes, B. J. (2022). Efecto de la aplicación intravenosa de ozono en la biometría y bioquímica hemática en caballos cínicamente sanos. *Revista de Medicina Veterinaria*, *1*(45), 1–10. https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss45.10

[14] Jafari, A., Ali, M., Faizi, H., Askarian, F., & Pourrazi, H. (2009). Effect of regular aerobic exercise with ozone exposure on peripheral leukocyte populations in Wistar male rats. *J Res Med Sci* , *14*(5), 277–283

[15] Adamu, L., Noraniza, M. A., Rasedee, A., & Bashir, A. (2013). Effect of Age and Performance on Physical, Hematological, and Biochemical Parameters in Endurance Horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, *33*(6), 415–420. https://doi.org/10.1016/j.jevs.2012.07.015

[16] Piccione, G., Messina, V., Casella, S., Giannetto, C., & Caola, G. (2010). Blood lactate levels during exercise in athletic horses. *Comparative Clinical Pathology*, *19*(6), 535–539. https://doi.org/10.1007/s00580-010-0965-x

[17] Titotto, A. C., Santos, M. M., Ramos, G. V., Adão, M. dos S., Benvenuto, G. V., De Lacerda, L. C. C., Lisbôa, J. A. N., & Lacerda-Neto, J. C. (2023). Effect of Lactate Minimum Speed-Guided Training on the Fluid, Electrolyte and Acid-Base Status of Horses. *Animals*, *13*(20), 3290. https://doi.org/10.3390/ani13203290

[18] Waller, A. P., & Lindinger, M. I. (2022). Tracing Acid-Base Variables in Exercising Horses: Effects of Pre-Loading Oral Electrolytes. *Animals*, *13*(1), 73. https://doi.org/10.3390/ani13010073

[19] Di Filippo, C., Trotta, M. C., Maisto, R., Siniscalco, D., Luongo, M., Mascolo, L., Alfano, R., Accardo, M., Rossi, C., Ferraraccio, F., & D'Amico, M. (2015). Daily Oxygen/O3 Treatment Reduces Muscular Fatigue and Improves Cardiac Performance in Rats Subjected to Prolonged High Intensity Physical Exercise. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, *2015*, 1–11. https://doi.org/10.1155/2015/190640

[20] Arfuso, F., Giannetto, C., Giudice, E., Fazio, F., Panzera, F., & Piccione, G. (2020). Venous Blood Acid-Base Status in Show Jumper Horses Subjected to Different Physical Exercises. *Journal of Equine Veterinary Science*, *94*, 103251. https://doi.org/10.1016/j.jevs.2020.103251

[21] Valderrama Martínez, C., & Arias, M. P. (2020). Parámetros fisiológicos y estado ácido-base en caballos que compiten en una carrera de enduro de 80 km a 2600 metros

sobre el nivel del mar. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, *31*(4), 1–11. https://doi.org/10.15381/rivep.v31i4.19031

[22] Tsuzuki, N., Endo, Y., Kikkawa, L., Korosue, K., Kaneko, Y., Kitauchi, A., Katamoto, H., Hidaka, Y., Hagio, M., & Torisu, S. (2015). Effects of ozonated autohemotherapy on the antioxidant capacity of Thoroughbred horses. *Journal of Veterinary Medical Science*, *77*(12), 1647–1650. https://doi.org/10.1292/jvms.15-0225

[23] Muñoz, A., Trigo, P., & Satué, K. (2006). Perfiles hematológicos y bioquímicos aplicados en caballos de deporte: Cambios con el ejercicio y el entrenamiento. *Revista Equinus: Medicina y Cirugía Equina*, *14*, 39–50.

[24] Menegatti, R. L., Toniazzo de Matos, A., Morales-Donoso, J. A., & Fernandes de Melo, C. M. (2022). Evaluación del perfil fisiológico, hematológico y bioquímico sanguíneo relacionado con la fisiología del ejercicio de caballos sometidos al deporte de lazo. *Ciencias Veterinarias*, *40*(2), 1–8. https://doi.org/10.15359/rcv.40-2.3

[25] Art, T., & Bayly, W. (2014). Lower airway function. In *Equine Sports Medicine and Surgery* (pp. 587–603). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-4771-8.00027-2