

Estatus hídrico y cortisol sérico en equinos durante cabalgatas culturales en el Meta (Colombia)

Hydric status and serum cortisol in equines during cultural horseback riding in Meta (Colombia)

Sonia Ximena Maldonado Soto¹, Paula Juliana Moreno Carrillo¹,
Luz Natalia Pedraza Castillo², Dumar Alexander Jaramillo-Hernández^{2*}

RESUMEN

El propósito de este trabajo fue evaluar el estatus hídrico y la concentración de cortisol sérico en equinos durante dos cabalgatas culturales en los municipios de Granada y Acacías del departamento del Meta (Colombia). Se seleccionaron 88 animales a conveniencia (44 por cabalgata), tomando muestras de sangre 1 h antes de iniciar la cabalgata (T0) y 15 min después de terminar la cabalgata (T1), además de un examen clínico para determinar su estatus hídrico (humedad de las mucosas, tiempo de llenado capilar, turgencia de la piel y la retracción del globo ocular). En el análisis de sangre se determinó el micro hematocrito, proteínas séricas totales y concentración de cortisol. Los resultados de las variables entre los dos tiempos se compararon con las pruebas de Shapiro Wilks y de Wilcoxon. La prueba de Spearman determinó las correlaciones entre edad y sexo con el cortisol sérico. No hubo diferencias significativas entre el estatus hídrico con los tiempos evaluados; sin embargo, el micro hematocrito, proteínas séricas totales y cortisol presentaron valores menores en T0 ($p < 0.001$). Por otro lado, no se

¹ Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Grupo de investigación en Farmacología Experimental y Medicina Interna – Élite, Escuela de Ciencias Animales, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta, Colombia

² Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Escuela de Ciencias Animales, Laboratorio de Farmacología. Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta, Colombia

* E-mail: dumar.jaramillo@unillanos.edu.co

Recibido: 12 de julio de 2023

Aceptado para publicación: 4 de marzo de 2024

Publicado: 30 de abril de 2024

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

encontraron correlaciones significativas entre la concentración sérica de cortisol con la edad y el sexo. Los resultados sugieren que las cabalgatas culturales son una actividad estresante para el animal, determinada por el incremento significativo de cortisol sérico, habiendo una tendencia a la hemoconcentración que recalca la importancia de la correcta hidratación de los equinos antes, durante y después de estos eventos de exigencia física.

Palabras clave: bienestar animal, deshidratación, ejercicio, glucocorticoide, inmunoensayo

ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the hydric status and serum cortisol concentration in horses during two cultural horseback rides in the municipalities of Granada and Acacias in the department of Meta (Colombia). For this, 88 animals were selected at convenience (44 per ride), taking blood samples 1 h before starting the ride (T0) and 15 min after finishing the ride (T1). In addition, a clinical examination was conducted to determine their hydric status (humidity of the mucous membranes, capillary refill time, skin turgor and eyeball retraction). In the blood test, micro haematocrit, total serum proteins and cortisol concentration were determined. The results of the variables between the two times were compared with the Shapiro Wilks and Wilcoxon tests. The Spearman test determined the correlations between age and sex with serum cortisol. There were no significant differences between the hydric status and the times evaluated; however, micro haematocrit, total serum proteins and cortisol presented lower values at T0 ($p < 0.001$). On the other hand, no significant correlations were found between serum cortisol concentration with age and sex. The results suggest that cultural horseback riding is a stressful activity for the animal, determined by the significant increase in serum cortisol, with a tendency toward haemoconcentration that emphasizes the importance of correct hydration of horses before, during and after these events.

Key words: animal welfare, dehydration, exercise, glucocorticoid, immunoassay

INTRODUCCIÓN

Las cabalgatas son una expresión cultural y tradicional en ferias y fiestas de varios municipios en Colombia, que resalta el papel del equino, como base del trabajo del desarrollo del país (Gómez B y Gómez D, 2010). En el departamento del Meta esta actividad indica el inicio de una variedad de festividades, entre ellas, el Torneo Internacional de Joropo, Las Cuadrillas de San Martín y El Mundial de la Mujer Vaquera. En todos estos eventos, las cabalgatas pueden llegar a abarcar de 8 a 12 km, distancia que es recorrida en aproximadamente 7 horas a paso lento por parte de los équidos (Rodríguez, 2018). Du-

rante este proceso los animales deben soportar temperaturas medioambientales (T) de hasta 33 °C, con humedad relativa (HR) superior al 80% (Rangel y Aguilar, 1995), condiciones climáticas que hacen menos eficiente el proceso de termo-rregulación del equino durante esta actividad (Guthrie y Lund, 1998).

Los equinos sometidos a ejercicio prolongado en condiciones ambientales difíciles (HR y T altas) tienen como principal mecanismo de termorregulación la evaporación (Pedrozo *et al.*, 2015). Los receptores adrenérgicos de las glándulas sudoríparas son estimulados por el sistema nervioso simpático generando sudor cuando hay actividad física (Gutiérrez *et al.*, 2014), pudiendo perder

de 10-15 L/h de líquidos y electrolitos (principalmente cloro, sodio y potasio) (Flaminio y Rush, 1998; Assenza *et al.*, 2014). Estas pérdidas durante las cabalgatas pueden conllevar al desarrollo del síndrome del equino exhausto, trayendo como consecuencia una hipovolemia, deshidratación y alcalosis metabólica (Adam, 2012).

La principal respuesta al estrés se da mediante la activación del eje hipotálamo-pituitario-suprarrenal, el cual produce señales hormonales, como la hormona liberadora de corticotropina (CRH), la cual induce la liberación de la hormona adrenocorticotrópica (ACTH) que coopera con las células de zona fascicular de la corteza de la glándula suprarrenal que se encargan de sintetizar y secretar cortisol (Estrada y Ruiz 2007; Zuluaga y Martínez, 2017). El cortisol es un glucocorticoide que indica la adaptación del individuo a estos estímulos de agresión (Martos y Ayala, 2003); por lo tanto, se han encontrado niveles elevados de cortisol en equinos en situaciones estresantes como en las competencias y entrenamientos (Witkowska *et al.*, 2021). Para los equinos, el rango de referencia para cortisol plasmático es $13.3 \pm 7.4 \mu\text{g/dL}$ (Zuluaga y Martínez, 2017).

El cortisol controla diversas funciones metabólicas (Kraemer *et al.*, 2003; Calixto y Martínez, 2021), siendo necesario para la adaptación, rendimiento y bienestar del animal (Ponce *et al.*, 2019). Inversamente, cuando la producción de cortisol se prolonga (estrés crónico) se produce una fase de agotamiento que le dificulta adaptarse al medio, lo que descompensa el organismo (Hoffsis y Murdic, 1970; Witkowska *et al.*, 2021), provocando estereotipias, úlceras gástricas, pérdida de condición corporal, alteraciones en la función suprarrenal, hipertensión e infertilidad (Martos y Ayala, 2003; Scheidegger *et al.*, 2016).

En Colombia, según la Ley 1774 de 2016, los animales son reconocidos como individuos con la capacidad de experimentar

miedo, estrés, dolor y sufrimiento tanto físico como psicológico. Por estas razones, es de vital importancia garantizar que se encuentren en un estado óptimo de bienestar (OMSA, 2024). En el departamento del Meta no existe alguna normativa sobre la realización de cabalgatas; sin embargo, en algunos municipios está reglamentado que en la organización de estas se debe garantizar puestos de hidratación y socorro cada 2 km, además se debe evaluar por un médico veterinario el estado físico del animal antes del inicio de la actividad (Acuerdo N.º 250 del 2014 del Consejo Municipal de Villavicencio).

En Colombia se han ejecutado varios estudios de medición de cortisol en equinos (Galindo *et al.*, 2007; Zuluaga y Martínez, 2017; Alzate *et al.*, 2018; Zuluaga *et al.*, 2018) y de su estatus hídrico tras ejercicio prolongado (Gutiérrez *et al.*, 2014; Rodríguez *et al.*, 2018). Pero, desde el conocimiento de los autores no hay reportes de la medición de estas dos variables asociadas a cabalgatas; por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el grado de estrés hídrico y la concentración de cortisol sérico en equinos durante dos cabalgatas culturales en los municipios de Granada y Acacias del departamento del Meta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación y Selección de Animales

La investigación se llevó a cabo en los municipios de Granada (11 de agosto de 2022) y Acacias (14 de octubre de 2022) del departamento del Meta (Colombia), durante las cabalgatas inaugurales del Festival de la Cosecha y del Festival del Retorno, las cuales tuvieron unos recorridos totales de 10 km, con una temperatura (T) de 31 °C y humedad relativa (HR) de 66%, y de 8.5 km con T de 34 °C y HR de 75%, respectivamente. En cada una de ellas participaron alrededor de 300 equinos machos y hembras y de una variedad de razas, principalmente Cuarto de

Milla, Paso Fino Colombiano, Criollo Colombiano, Percherón y Silla Argentina. Se seleccionaron para este estudio longitudinal a 88 animales por conveniencia (44 por cada cabalgata), con una edad de 8.1 ± 2.3 años. Todos los propietarios de los animales vinculados al estudio firmaron un consentimiento informado sobre el examen clínico a efectuar y la toma de muestra de sangre. La investigación contó con la aprobación del Comité de Bioética de la Universidad de los Llanos, según Acta N.º 001 de 03 de agosto de 2023.

Examen Clínico y Toma de Muestras

La toma de muestras de sangre por punción yugular se realizó en el tiempo 0 (T0, 1 h antes de la cabalgata) y en el tiempo 1 (T1, 15 min después de terminar la cabalgata). Asimismo, se realizó un examen clínico enfocado para determinar su estatus hídrico (porcentaje de deshidratación). Para el estatus hídrico se evaluaron: humedad de las mucosas, tiempo de llenado capilar, turgencia de la piel y retracción del globo ocular, siguiendo la metodología de Radostits *et al.* (2001) y Pritchard *et al.* (2008). El grado de deshidratación fue clasificado como <5%, 5-7%, 8-10% y >10%, correspondiendo a euvolemia (con posible deshidratación subclínica o hidratación normal según Davis *et al.* [2013]) y deshidrataciones leve, moderada y severa, respectivamente. Se determinó la condición corporal de acuerdo con los lineamientos de Henneke *et al.* (1983) utilizando un rango de 1 a 9.

Las muestras de sangre (3 mL) se colectaron en tubos tipo *vacutainer* tapa roja sin aditivos o coagulantes. Las muestras se centrifugaron a 1500 rpm por 10 min. El suero sanguíneo resultante se almacenó en alícuotas en tubos Eppendorf a -20 °C.

Microhematocrito y Proteínas Séricas Totales

Se usaron tubos de microhematocrito heparinizados (Brand®, Alemania) para determinar el porcentaje (%) de eritrocitos en

las muestras de sangre. La lectura de los tubos de microhematocrito se realizó manualmente siguiendo la metodología de Villiers y Ristiæ (2016).

Para la determinación de proteínas séricas totales (PT) se utilizó 7 µL de cada muestra y fueron procesadas a través del Chemistry Analyzer BS-120 (Mindray Building, China) a 546 nm, el cual midió las PT por medio de un método colorimétrico Biuret (280 µL de reactivo de Biuret). La concentración de PT se expresó en g/dL.

Detección Cuantitativa de Cortisol Sérico

La detección de cortisol en suero sanguíneo se hizo a través de ELISA competitiva utilizando el kit comercial «Cortisol AccuBind® ELISA Kit» (Monobind, USA), siguiendo las recomendaciones procedimentales del fabricante. Se hicieron 7 controles por cada placa, incluyendo dos negativos (0, 0, 1, 4, 10, 20, 50 µg/dL). La lectura se realizó leyendo la densidad óptica (OD, absorbancia) en cada pozo a 450 nm en un lector de microplacas. La curva de calibración se realizó con los resultados de los controles positivos. Se determinó la ecuación de la recta para cada una de las gráficas (T0: $y = -0.607 \ln x + 2.5771$; T1: $y = -0.302 \ln x + 1.2241$) y despejando la variable Y se determinó la concentración (µg/dL) de cortisol sérico de cada equino para T0 y T1.

Análisis Estadístico

Los datos colectados del examen clínico y pruebas paraclínicas como el microhematocrito, proteínas plasmáticas totales y cortisol sérico fueron tabulados y analizados en estadística descriptiva (mediana, máximo y mínimo) para determinar frecuencias de presentación entre los tiempos T0 y T1. Los datos fueron sometidos a la prueba de Shapiro Wilks donde se determinó que su comportamiento era heterocedástico, aplicándose la prueba no paramétrica de Wilcoxon que permite comparar medianas aritméticas entre las variables de cada uno los tiempos

T0 y T1. Además, para determinar las posibles correlaciones se utilizó la prueba de Spearman. Se calcularon los intervalos de confianza del 95% (IC 95%) y se usó el software estadístico Jamovi v. 2.3.24.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de los equinos

La frecuencia de edad, raza, sexo y condición corporal de los equinos muestreados se muestra en el Cuadro 1. Las razas predominantes fueron Cuarto de Milla (n=34), Paso Fino Colombiano (n=27) y Silla Argentina (n=12). El 64.8% era machos y del grupo etario adulto (>5-10 años).

Estatus hídrico y evaluación clínica y paraclínica

El estatus hídrico de los equinos antes (T0) y después de la cabalgata (T1) se presenta en el Cuadro 2. No se evidenciaron diferencias significativas con respecto al estatus hídrico (porcentaje de deshidratación) en los tiempos antes y después de las cabalgatas de Granada y Acacias (prueba de Wilcoxon, $p = 0.140$).

El valor del microhematocrito en T0 fue de 44.5% [rango 16-79%] y en T1 de 49% [rangos 13-115%], habiendo diferencia significativa entre T0 y T1 ($p < 0.001$) (Figura 1A), tal y como fue reportado por Collao *et al.* (2013), quienes encontraron valores eritrocitarios incrementados ($p < 0.05$) al término de carreras de larga duración en equinos. En forma similar, Zuluaga *et al.* (2022) observaron un incremento gradual del hematocrito conforme iba aumentando la intensidad del ejercicio; aumento pos-ejercicio que también ha sido reportado en equinos angloárabes (Muñoz, 2001).

El aumento del microhematocrito al finalizar las cabalgatas está relacionado con la movilización esplénica de células empaque-

Cuadro 1. Caracterización de los equinos del estudio durante las cabalgatas realizadas en Acacias y Granada (Colombia, 2022)

Característica	Equinos	
	n	%
Edad		
Joven (<5 años)	21	23
Adulto (5-10 años)	47	53
Geriátrico (>10 años)	20	22
Raza		
Cuarto de Milla	34	30
Paso Fino Colombiano	27	30
Silla Argentina	12	13
Criollo Colombiano	5	57
Percherón	1	11
Cruceto ¹	8	91
Pinto	1	11
Sexo		
Macho	57	64
Hembra	31	35
Condición corporal		
Moderada (entre 5 y 6)	28	31
Alta (entre 7 y 9)	60	68

¹ Cruce 50/50 entre Criollo colombiano y Cuarto de Milla

tadas (Fielding y Magdesian, 2011), causada por la capacidad refleja del equino de contraer el bazo como mecanismo de adaptación al ejercicio (Art y Lekeux, 2005). La movilización de eritrocitos del bazo se debe al incremento de catecolaminas circulantes (Hinchcliff, 2007; Swenson y Reece, 2008). Al inicio de la actividad física del équido se produce una liberación de adrenalina, que en menos de un minuto es capaz de producir la contracción esplénica (Valera y Milan, 2016; Zuluaga *et al.*, 2022), generando que el hematocrito se eleva del 60 al 70% del valor inicial (Boffi, 2007).

Los valores de PT en T0 y T1 fueron de 5.89 g/dL [rango: 3.19-7.99] y 6.22 g/dL [rango: 2.80-12.8], respectivamente, siendo significativamente diferentes entre los tiem-

Cuadro 2. Estatus hídrico de los equinos antes de la cabalgata (T0) y 15 minutos después de haber terminado cabalgatas (T1) de 8.5 y 10 km en el departamento del Meta (Colombia), 2022

Estatus hídrico	T0		T1	
	n	%	n	%
Euvolemia (<5%)	36	40.9	13	18
Deshidratación leve (5-7%)	42	47.7	60	68
Deshidratación moderada (8-10%)	11	12.5	15	17

T0: tiempo una hora antes de iniciar la cabalgata, T1: tiempo 15 minutos después de terminar la cabalgata.

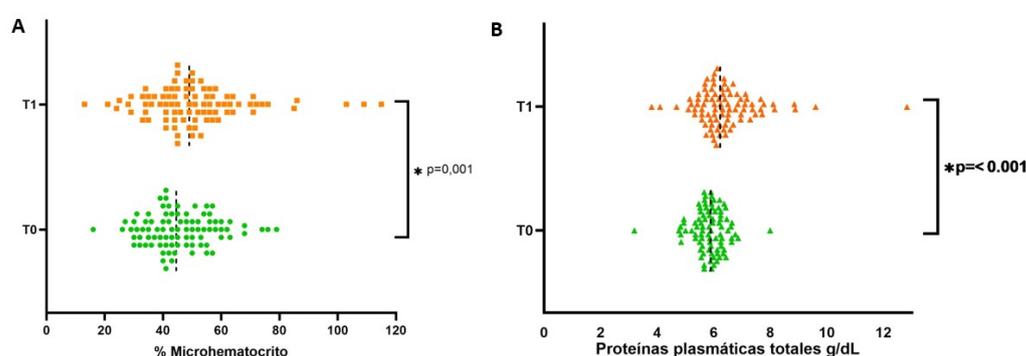


Figura 1. Pruebas paraclínicas en equinos asociadas a estatus hídrico antes (T0) y después (T1) de cabalgatas en Granada y Acacias (Colombia). A. Prueba de microhematocrito (%); B. Proteínas plasmáticas totales (g/dL). *Prueba de Wilcoxon. Las líneas discontinuas verticales de color negro señalan el valor de la mediana

pos de evaluación ($p \leq 0.001$) (Figura 1B). Los resultados fueron similares a los registrados por Zuluaga *et al.* (2022), cambios que se asociaron con disminución del volumen plasmático. De la misma manera, Martínez *et al.* (2001) evidenciaron una intensificación de la concentración relativa de PT al aumentar la intensidad de ejercicios de larga duración, con valores en la etapa de reposo de 6.24 ± 0.4 g/dL y en la etapa final de 8.74 ± 0.9 g/dL.

Este comportamiento creciente del valor de las PT es causado por la sudoración profusa durante las cabalgatas, donde los requerimientos de entrada de agua aumentan

debido a el estrés térmico para adaptarse a los requisitos de pérdida de calor por evaporación (Robert *et al.*, 2019); pérdidas que son parcialmente sustituidas por el agua que ingiere el equino (Pedrozo *et al.*, 2015).

La actividad física genera modificaciones en la composición y cantidad de los elementos sanguíneos necesarios en el aporte de oxígeno al músculo cardíaco y esquelético (Pritzlaff *et al.*, 2000; Reinartz y Echeverry, 2007). Por ende, el aumento del microhematocrito y de las PT son consecuencia de la disminución de volumen plasmático debido a la pérdida del líquido al espacio extravascular tras ejercicios prolongados (Hinchcliff, 2007).

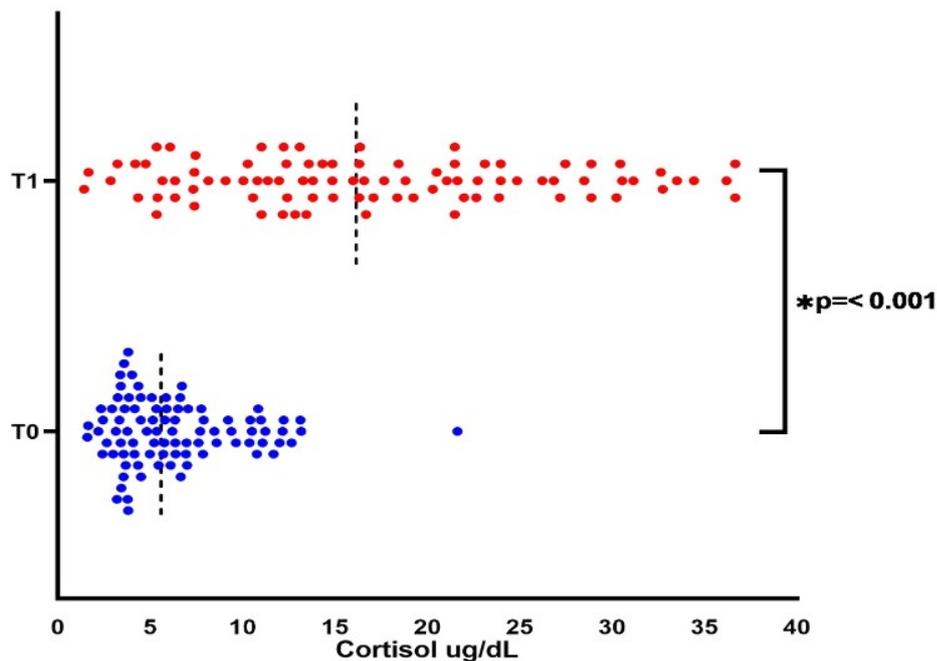


Figura 2. Concentración sérica de cortisol ($\mu\text{g/dL}$) en equinos ($n=88$) antes (T0) y después (T1) de cabalgatas culturales en Granada y Acacias (Colombia). * Prueba de Wilcoxon. Las líneas verticales discontinuas de color negro señalan el valor de la mediana

Efecto de las cabalgatas en la concentración de cortisol

Las concentraciones séricas de cortisol en T0 ($5.72 \mu\text{g/dL}$ [rango: 1.52-21.6]) y en T1 ($1.1 \mu\text{g/dL}$ [rango: 1.41-36.7]) fueron significativamente diferentes ($p < 0.001$) (Figura 2). Miyashiro *et al.* (2012) encontraron diferencias en los niveles de cortisol antes (T1; 3.46, 7.84 y $8.02 \mu\text{g/dL}$) y 30-60 min después de pruebas de resistencia (T2: 12.38, 18.69 y $24.40 \mu\text{g/dL}$) en tres grupos de equinos en pruebas de resistencia, respectivamente. Otros autores reportaron, asimismo, diferencias significativas en los niveles de cortisol sérico antes y después de las pruebas de entrenamiento o carreras (Galindo *et al.*, 2007; Mircean *et al.*, 2007; De Siqueira y Fernandes, 2015).

Estos resultados corresponden a la respuesta fisiológica al ejercicio intenso donde-

el equino ante situaciones de estrés y agotamiento busca el equilibrio por medio de la retención de sodio, aumento de gluconeogénesis y lipólisis bajo la influencia de la síntesis y secreción de la hormona adrenocorticotrópica (ACTH) y posteriormente liberación de cortisol (Devlin, 1986; De Siqueira y Fernandes, 2015). La secreción de cortisol puede variar según el nivel de entrenamiento y la frecuencia a la que son sometidos los equinos, llegando a disminuir en equinos que se encuentran adaptados a este tipo de actividades (Estrada y Ruiz, 2007; Zuluaga *et al.*, 2022).

Es importante resaltar que el cortisol es afectado por las condiciones medioambientales (Williams *et al.*, 2002), donde animales sometidos a trabajo en zonas cálidas y húmedas pueden sufrir estrés térmico (OMSA, 2024) y la respuesta abarca modificaciones comportamentales, metabólicas y

Cuadro 3. Resultados de la correlación de Spearman entre las variables edad y sexo en relación con los niveles de cortisol en equinos antes (T0) y después (T1) de cabalgatas en el departamento del Meta (Colombia, 2022)

Variable	Tiempos de muestreo de los equinos en las cabalgatas			
	1 h antes de la cabalgata (T0)		15 min después de la cabalgata (T1)	
	rho Spearman	Valor de p	rho Spearman	Valor de p
Sexo	0.016	0.886	0.014	0.896
Edad	0.066	0.546	0.067	0.538

fisiológicas (Collier y Gebremedhin, 2015), que generan valores de cortisol más altos. No obstante, en este estudio no se encontraron correlaciones entre la edad, el sexo y la concentración de cortisol ($p > 0.05$) (Cuadro 3). Estos resultados coinciden con otros investigadores (Douglas, 1999; Munk *et al.*, 2017; Jacob *et al.*, 2018).

CONCLUSIONES

- Se encontraron diferencias significativas en los valores séricos de cortisol antes y después de las cabalgatas, respecto a las variables hematocrito y las proteínas plasmáticas totales ($p < 0.001$); sin embargo, no se generaron cambios significativos en su estatus hídrico ($p > 0.05$), aunque una hubo una tendencia a desarrollar hemoconcentración según las pruebas paraclínicas.
- Los equinos mostraron un incremento significativo en la concentración sérica de cortisol ($p < 0.001$), biomarcador de estrés.

LITERATURA CITADA

1. **Acuerdo N° 250 del 2014.** Consejo Municipal de Villavicencio. [Internet]. Disponible en: <https://www.turismovillavicencio.gov.co/site/docs/Acuerdo%20250%20de%202014%20Reglamento%20Cabalgatas.pdf>
2. **Adam EN. 2012.** How to manage severe dehydration and the exhausted horse. In: Proc American Association of Equine Practitioners. AAEP Annual Convention. Anaheim, USA.
3. **Alzate C, Gomez D, Buitrago J, Gallego R. 2018.** Efecto del transporte en caballos criollos colombianos sobre los niveles séricos de cortisol y creatinfosfoquinasa. Sinergia 3: 6-19.
4. **Art T, Lekeux P. 2005.** Exercise-induced physiological adjustments to stressful conditions in sports horses. Livest Prod Sci 92: 101-111. doi: 10.1016/j.livprodsci.2004.11.013
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. J Equine Vet Sci 34: 1175-1180. doi: 10.1016/j.jevs.2014.07.001
6. **Boffi, F. 2007.** Fisiología del ejercicio en equinos. Argentina: Intermédica. 320 p.
7. **Calixto LC, Martínez JR. 2021.** Serum cortisol in mules intended for agricultural work. J Equine Sci 32: 153-155. doi: 10.1294/jes.32.153
8. **Collao CJL, Lí EO, Vásquez EM, Suárez AF, Hoyos SL, Moreno SP, Llamocca GJ. 2013.** Efecto del ejercicio sobre la cinética de la serie eritrocitaria y las concentraciones séricas de enzimas musculares en caballos pura sangre de carrera de dos años de edad. Rev Inv Vet Perú 24: 411-416.

9. **Collier RJ, Gebremedhin KG. 2015.** Thermal biology of domestic animals. *Annu Rev Anim Biosci* 3: 513-532. doi: 10.1146/annurev-animal-022114-110659
10. **Davis H, Jensen T, Johnson A, Knowles P, Meyer R, Rucinsky R, Shafford H. 2013.** AAHA/AAFP fluid therapy guidelines for dogs and cats. *J Am Anim Hosp Assoc* 49: 149-159.
11. **De Siqueira RF, Fernandes WR. 2015.** Avaliação da glutamina, amônia e cortisol em cavalos de enduro durante corridas de diferentes distâncias. *Braz J Vet Res Anim Sci* 52: 205-211. doi: 10.11606/issn.1678-4456.v52i3p205-211
12. **Devlin T. 1986.** Biochemistry with clinical correlations. 2nd ed. New York: Wiley Medical. 1266 p.
13. **Douglas R. 1999.** Circadian cortisol rhythmicity and equine cushing's-like disease. *J. Equine Vet. Sci* 19: 684-753. doi: 10.1016/S0737-0806(99)80111-7
14. **Estrada MR, Ruiz NPE. 2007.** Efecto del estrés generado por el ejercicio de alto rendimiento sobre las concentraciones de cortisol y testosterona en caballos pura sangre inglés. *Rev Fac Nac Agron Medellín* 60: 3985-3999.
15. **Flaminio MJB, Rush BR. 1998.** Fluid and electrolyte balance in endurance horses. *Vet Clin N Am-Equine* 14: 147-158. doi: 10.1016/S0749-0739(17)30217-1
16. **Fielding CL, Magdesian KG. 2011.** Review of packed cell volume and total protein for use in equine practice. *AAEP Proceedings* 57: 318-321.
17. **Galindo CA, Braga C, Comide LM, de Queiroz A, Corrêa de Lacerda J. 2007.** Alteraciones metabólicas durante entrenamiento en equinos de la Raza Pura Sangre Árabe. *Rev Med Vet* 1: 77-82.
18. **Gómez B, Gómez D. 2010.** Plan especial de salvaguardia de las cuadrillas de San Martín. Instituto Departamental de Cultura del Meta. [Internet]. Disponible en: <https://www.culturameta.gov.co/patrimonio>
19. **Guthrie AJ, Lund RJ. 1998.** Thermoregulation: base mechanisms and hyperthermia. *Vet Clin N Am-Equine* 14: 45-59. doi: 10.1016/s0749-0739(17)-30211-0
20. **Gutiérrez MPA, Sandoval GM, Ruiz OAS. 2014.** Concentration of sweat electrolytes in Colombian creole horses. *Rev CES Med Vet Zootec* 9: 43-51.
21. **Henneke DR, Potter GD, Kreider JL, Yeates BF. 1983.** Relationship between condition score, physical measurements and body fat percentage in mares. *Equine Vet J* 15: 371-37.
22. **Hinchcliff KW. 2007.** Medicina y cirugía en los equinos de deporte. Buenos Aires. Inter-Médica. 1600 p.
23. **Hoffsis GF, Murdick PW. 1970.** The plasma concentrations of corticosteroids in normal and diseased horses. *J Am Vet Med Assoc* 157:1590-1594.
24. **Jacob SI, Geor RJ, Weber PSD, Harris PA, McCue ME. 2018.** Effect of dietary carbohydrates and time of year on ACTH and cortisol concentrations in adult and aged horses. *Domest Anim Endocrin* 63: 15-22. doi: 10.1016/j.domaniend.2017.10.005
25. **Kraemer RR, Aboudehen KS, Carruth AK. 2003.** Adeniponectin reponses to continuos and progressively intense intermittent exercise. *Med Sci Sports Exerc* 35: 1320-1325. doi: 10.1249/01.MSS.0000079072.23998.F3
26. **Ley 1774 de 2016.** Por medio de la cual se modifican el Código Civil, la Ley 84 de 1989, el Código Penal, el Código de Procedimiento Penal y se dictan otras disposiciones. 06 de enero del 2016. D.O. N°49747.
27. **Martos N, Ayala I. 2003.** El estrés en los equinos. *Anal Vet Murcia* 19: 121-128.
28. **Martínez PR, Scaglione M, Lunenburg FC, Hernández AE, Araneda VO, González SM, Estrada H M, et al. 2001.** Cambios sanguíneos y sudorales en equinos sometidos a carreras de resistencia. *Av Cienc Vet* 16: 1-2. doi: 10.5354/acv.v16i1-2.9229
29. **Mircean M, Giurgiu G, Mircean V, Zinveliu E. 2007.** Serum cortisol variation of sport horses in relation with the level of training and effort intensity. *Bull Univ Agric Sci Vet Med Cluj Napoca* 64: 488-492. doi: 10.15835/buasvmcn-vm:64:1-2:2481

30. **Miyashiro P, Michima LES, Bonomo CCM, Fernandes WR. 2012.** Plasma cortisol level attributable to physical exercise in endurance horses. *Ars Vet* 28: 85-89. doi: 10.15361/2175-0106.-2012v28n2p085-089
31. **Munk R, Jensen RB, Palme R, Munksgaard L, Christensen JW. 2017.** An exploratory study of competition scores and salivary cortisol concentrations in Warmblood horses. *Domest Anim Endocrin* 61: 108-116. doi: 10.1016/j.domaniend.2017.06.007
32. **Muñoz A. 2001.** Evaluación del entrenamiento mediante análisis hematológico y bioquímico plasmático en caballos angloárabes de carreras. *Med Vet* 18: 491-499.
33. **[OMSA] Organización Mundial de Sanidad Animal. 2024.** Bienestar animal: un bien vital para un mundo más sostenible. Paris. 8 p. doi: 10.20506/woah.3445
34. **Pedrozo R, Gamarra A, Mochet L, Romero I, Gamarra T. 2015.** Variaciones fisiológicas en las concentraciones séricas de sodio, potasio y cloro en caballos mestizos de carrera antes y después del ejercicio. *Comp Cienc Vet* 5: 7-11. doi: 10.18004/compend.cienc.vet.2015.05.02.7-11
35. **Ponce P, Del Arco A, Loprinzi P. 2019.** Actividad física versus estrés psicológico: efectos sobre el cortisol salival y el rendimiento de la memoria de trabajo. *Medicina* 55: 119. doi: 10.3390/medicina55050119
36. **Pritchard JC, Burn CC, Barr AR, Whay HR. 2008.** Validity of indicators of dehydration in working horses: a longitudinal study of changes in skin tent duration, mucous membrane dryness and drinking behaviour. *Equine Vet J* 40: 558-564. doi: 10.2746/042516408X297462
37. **Pritzlaff CJ, Wideman L, Blumer J, Jensen M, Abbott RD, Gaesser GA, Veldhuis JD, et al. 2000.** Catecholamine release, growth hormone secretion, and energy expenditure during exercise vs. recovery in men. *J Appl Physiol* 89: 937-946. doi: 10.1152/jappl.2000.89.3.937
38. **Radostits OM, Gay CC, Blood DC, Hinchcliff KW. 2001.** Tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino. 9ª ed. Vol I. 1238 p.
39. **Rangel-Ch JO, Aguilar M. 1995.** Una aproximación sobre la diversidad climática en las regiones naturales de Colombia. En: *Diversidad biótica I*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. p 25-77.
40. **Reinartz EM, Echeverri RNP. 2007.** Efecto del estrés generado por el ejercicio de alto rendimiento sobre las concentraciones de cortisol y testosterona en caballos pura sangre inglés. *Rev Fac Nac Agron Medellín* 60: 3985-3999.
41. **Robert JC, Lance HB, Rosemarie BZ, Yao X. 2019.** Heat stress: physiology of acclimation and adaptation. *Anim Front* 9: 12-19. doi: 10.1093/af/vfy031
42. **Rodríguez RSG, Fernandez JDM, Barrera DO, Tavera JL. 2018.** Determinación de lesiones y signos clínicos en caballos criollos colombianos sometidos a cabalgatas. *FAGROPEC* 10: 45-48.
43. **Scheidegger MD, Gerber V, Ramseyer A, Schüpbach-Regula G, Bruckmaier RM, van der Kolk JH. 2016.** Repeatability of the ACTH stimulation test as reflected by salivary cortisol response in healthy horses. *Domest Anim Endocrin* 57: 43-47. doi: 10.1016/j.domaniend.-2016.-04.002.
44. **Swenson MJ, Reece WO. 2008.** Fisiología de los animales domésticos de Dukes. México; UTEHA. 560 p.
45. **Valera RC, Milán JP. 2006.** Utilidad del hemograma en la clínica equina. *Equinus: Med Cir Equina* 14: 11-27.
46. **Villiers E, Ristia J. 2016.** BSAVA manual of canine and feline clinical pathology. British Small Animal Veterinary Association. 579 p.

47. **Williams RJ, Marlin DJ, Smith N, Harris RC, Haresing W, Davies MC. 2002.** Effects of cool and hot humid environmental conditions on neuroendocrine responses of horses to treadmill exercise. *Vet J* 164: 54-63. doi: 10.1053/tvjl.2002.0721
48. **Witkowska P, Grzędzicka J, Señ J, Czopowicz M, Zmigrodzka M, Winnicka A, Carter C. 2021.** Stress response after race and endurance training sessions and competitions in Arabian horses. *Prev Vet Med* 188: 105265. doi: 10.1016/j.prevetmed.2021.105265
49. **Zuluaga A, Martinez J. 2017.** Serum cortisol concentration in the Colombian Creole Horse. *Rev Colomb Cienc Pec* 30: 231-238. doi: 10.17533/udea.rccp.-v30n3a06
50. **Zuluaga AM, Mira A, Sanchez JL, Martinez AJR. 2018.** Frequency of abnormal and stereotypic behaviors in urban police patrolling horses: a continuous 48-hour study. *Rev Colomb Cienc Pec* 31: 17-25. doi: 10.17533/udea.rccp.v31n1a03
51. **Zuluaga AM, Casas MJ, Martínez JR, Castillo VE, Correa NM, Arias MP. 2022.** Parámetros hematológicos, bioquímicos y endocrinos en la respuesta aguda al ejercicio de intensidad creciente en caballos de Paso colombianos. *Rev Mex Cienc Pecu* 13: 211-224. doi: 10.22319/rmcp.v13i1.5882