

Niveles de proteína total sérica en caballos peruano de paso en pre y post ejercicio

María Flavia Melgar Velásquez¹, Cecilia Laura Mogrovejo-López¹, Eloisa Gabriela Zúñiga-Valencia¹, Gizely Alva Villavicencio², Ludwing Angel Cárdenas-Villanueva^{2*}

¹ Universidad Católica de Santa María. Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas. Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Urbanización San José s/n Umacollo Arequipa, Perú

² Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Laboratorio de Farmacología, Toxicología y Bioquímica Veterinaria, Esquina Calle Los Lirios con Álamos s/n. Abancay, Perú.

*Corresponding author: Ludwing Angel Cárdenas-Villanueva

E-mail: lcardenas@unamba.edu.pe

Resumen

Se evaluó los niveles de proteína total sérica (PT), albumina (ALB) y globulina (GLB) en caballos de la raza Peruano de Paso criados en el sector del Cural, Arequipa, con un rango de edad entre 2 a 8 años. Se extrajeron 5 ml de sangre entera de 5 machos y 5 hembras por medio de punción yugular previo al ejercicio y una vez finalizado el trabajo físico. Los equinos entrenaban con regularidad y estaban activos en competencias, la alimentación fue con base a heno de alfalfa. El muestreo se realizó una vez por semana durante cuatro semanas consecutivas y se realizó dos lecturas en cada muestra de suero sanguíneo, mediante métodos fotométricos. Los niveles séricos fueron analizados mediante la prueba t de student y previamente la prueba de normalidad mediante D'Agostino-Pearson. Los niveles séricos de PT mostraron diferencias significativas ($P < 0.05$). La ALB y GLB en caballos peruanos de paso fueron similares ($P > 0.05$). La PT en el pre ejercicio fue 7.08 ± 0.56 g/dL (CV: 8.04 %) y después del ejercicio fue 6.89 ± 0.61 g/dL (CV: 8.86 %). La ALB en el pre ejercicio fue 3.38 ± 0.41 g/dL (CV: 12.28 %) y después del ejercicio fue 3.43 ± 0.45 g/dL (CV: 13.26 %). La GLB en el pre ejercicio fue 3.69 ± 0.74 g/dL (CV: 20.15 %) y después del ejercicio fue 3.46 ± 0.74 g/dL (CV: 21.57 %).

Palabras clave: Albumina, globulina, heno, suero.

Introducción

En Perú, se considera a los Caballos Peruanos de Paso patrimonio cultural de la nación gracias a su sofisticación al andar, elegancia y gracia; es por esto, que los caballos ya sean de trote, galope o para el fin que sean, deben mantener un estándar en cuanto a su rendimiento. Es por este motivo que los criadores de caballos buscan formas de mantenerse al tanto en cuanto la salud y bienestar físico y anímico de sus animales. De acuerdo a la asociación de criadores (ANCPCPP, 2022), en el Perú se tiene 39357 animales registrados, que están distribuidos en los departamentos de La Libertad (1625), Arequipa (1084), Cajamarca (1086), Ica (1015) y Lambayeque (572).

El color predominante en el pelaje es el alazán seguido del castaño, zaino y palomino (Zambrano Barre et al., 2024). El caballo peruano de paso es considerado patrimonio cultural de la nación por finura, potencia y garbo al andar en cuatro tiempos con elegancia. En el trote presenta rasgos de sobrealcance, término y agudez, con respecto a otros caballos (Vilela Velarde et al., 2025). Durante el ejercicio se ha observado desbalance hídrico (pérdida de agua) que podría afectar los niveles de proteína total sérica. Se ha observado que en caballos de paso colombianos sujetos a una prueba estandarizada de ejercicio de intensidad a campo mostraron ligeros cambios en las proteínas totales y los valores de la albumina fueron relativamente homogéneos (Zuluaga Cabrera et al., 2022). En un equino inglés de carrera entrenado para correr sobre cinta rodante, la proteína total previo al periodo de calentamiento y después del ejercicio se incrementó de 5.7 a 6.4 g/dL (Martínez et al., 2001).

El progresivo interés por evaluar valores bioquímicos de caballos sometidos a entrenamiento y competición ecuestre, son necesarios para esclarecer las alteraciones ocurridas en el perfil metabólico. En tal sentido, se evaluó los niveles séricos de proteína total (PT), albumina (ALB) y globulina (GLB) en caballos Peruano de Paso antes y después del ejercicio.

Materiales y métodos

Se utilizaron 10 caballos peruanos de paso (CPP), entre 2 a 8 años de edad, 5 machos y 5 hembras, animales con buen estado de salud y en condiciones físicas adecuadas, procedentes del fundo El Rosario perteneciente a la Asociación de Propietarios y Criadores de Caballos Peruanos de Paso, ubicado en el centro poblado El Cural (Uchumayo, Arequipa).

La alimentación fue con base a heno de avena y el agua a libre disposición. Para la obtención de las muestras, los caballos se sometieron a sujeción con los ayudantes y del médico veterinario a cargo de los animales, inicialmente se realizó una muestra previa al ejercicio, una vez concluido el ejercicio se tomó la segunda muestra a los animales.

El ejercicio se desarrolló en animales activos en competencias (caminatas) y con entrenamiento regular, el tiempo del trabajo físico fue sin descanso, 10 min de trote seguido de 10 min de galope, realizado en un redondel de 15 metros de diámetro. Las muestras de sangre fueron obtenidas una vez por semana por el lapso de 4 semanas continuas, mediante

venopunción de la yugular con jeringas de 5 ml y agujas de 21G x 1 ½ y trasvasados a tubos vacutainer de 10 mL con activador de coágulos.

Para los niveles séricos de proteína total (PT) se utilizó el método Biuret (Itzhaki & Gill, 1964), la albumina (ALB) por el método Doumas (Doumas et al., 1971), y las globulinas por diferencia entre la PT y ALB, se realizó una lectura por cada muestra de suero sanguíneo. Los análisis se realizaron en el laboratorio veterinario ANILAB, donde se utilizó el analizador químico clínico (Mindray BS-240) con reactivos para la determinación de proteína y albúmina en suero sanguíneo (Wiener Laboratorios).

Se estimó el promedio, la desviación estándar, el coeficiente de variabilidad (CV) y los percentiles 2.5 y 97.5%. Los niveles séricos fueron evaluados mediante la prueba de normalidad D'Agostino-Pearson y analizados mediante la prueba de t de student ($p \leq 0.05$) para muestras pareadas. Los niveles séricos de ALB al no cumplir con la prueba de normalidad, se aplicó la transformación de datos mediante logaritmo natural.

Resultados

En la Figura 1, se observan los niveles séricos de proteína total (PT) en caballos peruanos de paso, realizado en cada semana, en el pre ejercicio fue 7.08 ± 0.56 g/dL (CV: 8.04 %) y después del ejercicio fue 6.89 ± 0.61 g/dL (CV: 8.86 %), los valores hallados mostraron diferencias significativas ($P < 0.05$). Los percentiles 2.5 y 97.5%, para ambos casos fueron 6.22 a 7.87 g/dL y 6.13 a 7.98 g/dL respectivamente.

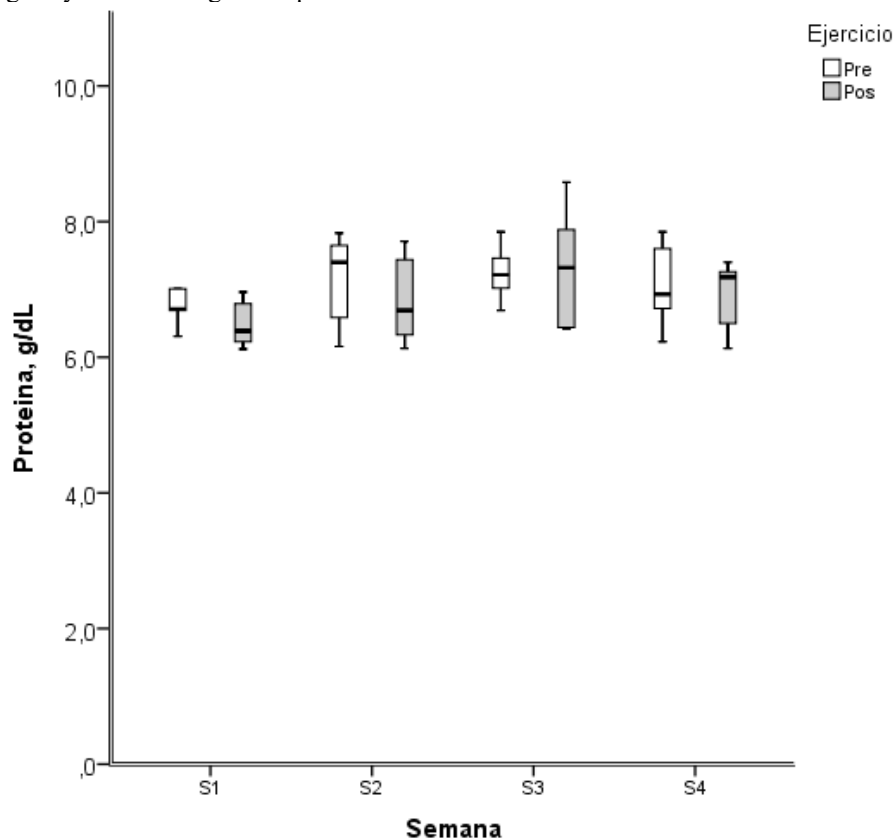


Figura 1. Niveles séricos de proteína total (g/dL) en caballos peruanos de paso

En la Figura 2, se observan los niveles séricos de albumina (ALB) en caballos peruanos de paso, realizado en cada semana, en el pre ejercicio fue 3.38 ± 0.41 g/dL (CV: 12.28 %) y después del ejercicio fue 3.43 ± 0.45 g/dL (CV: 13.26 %), los valores hallados no mostraron diferencias significativas ($P > 0.05$). Los percentiles 2.5 y 97.5%, para ambos casos fueron 2.72 a 4.46 g/dL y 2.68 a 4.41 g/dL respectivamente.

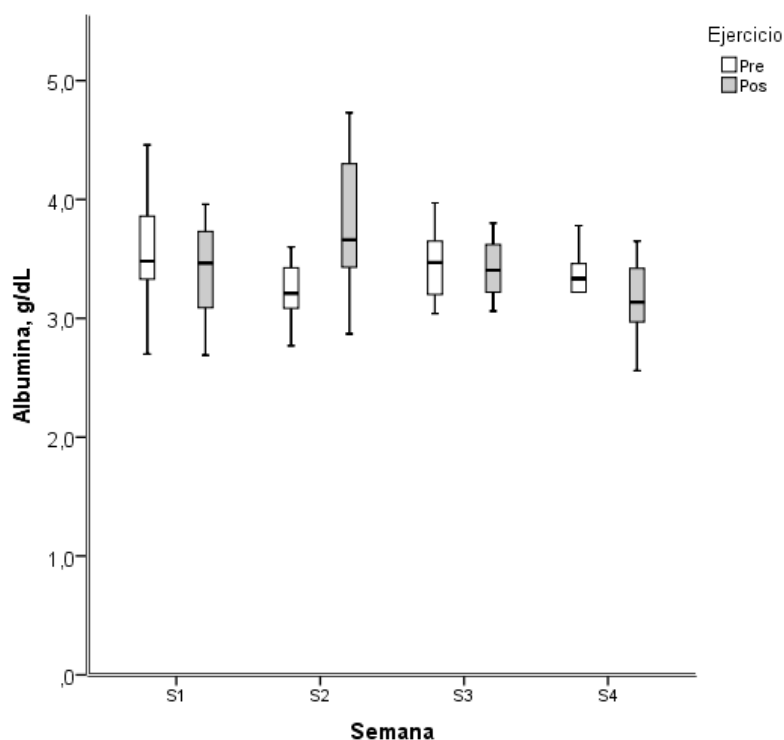


Figura 2. Niveles séricos de albumina (g/dL) en caballos peruanos de paso

En la Figura 3, se observan los niveles séricos de globulina en caballos peruanos de paso, realizado en cada semana, en el pre ejercicio fue 3.69 ± 0.74 g/dL (CV: 20.15 %) y después del ejercicio fue 3.46 ± 0.74 g/dL (CV: 21.57 %), los valores hallados no mostraron diferencias significativas ($P > 0.05$). Los percentiles 2.5 y 97.5%, para ambos casos fueron 2.22 a 5.07 g/dL y 2.66 a 4.70 g/dL respectivamente.

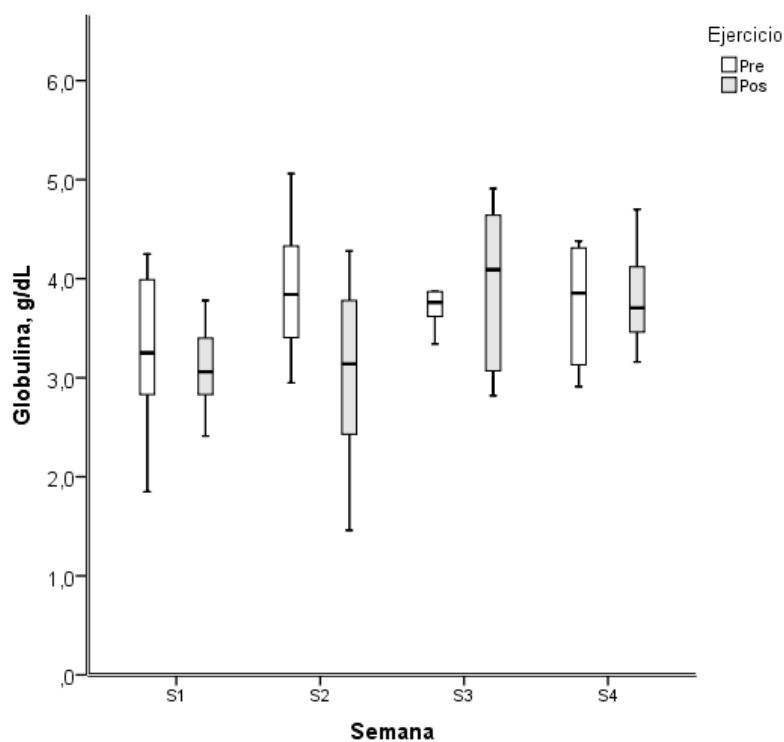


Figura 3. Niveles séricos de globulina (g/dL) en caballos peruanos de paso

Discusión

Los valores hallados en CPP al ser comparados con los valores reportados en otras razas de caballos (Abeni et al., 2013, Burlikowska et al., 2015, Diakakis et al., 2018, Halo Jr et al., 2020 y Adedokun et al., 2023), serían similares ya que fueron animales sujetos a entrenamiento y es contradictorio con caballos de polo, que se ejercitaron (50 a 90 min/d) caminando, trotando, galopando y trotando, donde se observó mayor concentración en los niveles séricos proteicos (Akinniyi et al., 2025).

En relación a la proteína total se ha observado variaciones leves, en este estudio tienden a disminuir a lo largo de todo el experimento, este comportamiento se ha observado en equinos de la raza Brasileiro de hipismo, donde en la fase inicial del entrenamiento versus test de galope (7 m/s) disminuyó de 6.91 a 6.62 mg/dL (Santiago et al., 2013), cabe indicar que en la misma raza los niveles séricos de PT fue 6.7 ± 0.4 mg/dL en condiciones de sedentarismo (Ramos et al., 2018). En equinos sudaneses y mestizos antes del ejercicio matutino se observó 6.81 ± 0.39 mg/dL (6.2-7.4 mg/dL) (Adedokun et al., 2023).

En equinos de salto Holsteiner, la PT ha presentado incrementos en los valores post-ejercicio sin diferencias significativas con respecto a los valores de reposo, este comportamiento es característico de ejercicios moderados. (Gómez et al., 2004), también, en caballos trotones que estuvieron en entrenamiento durante cinco días de trote ligero seguido de dos días de trabajo más intenso, se observó aumentos significativos en las concentraciones de PT después del ejercicio (Stojković et al., 2024)

Los niveles de ALB no mostraron cambios y fueron similares a lo ocurrido en caballos de sangre caliente eslovacos, donde cada caballo realizaba el calentamiento por 15 minutos (paso, al trote y galope) y una hora de ejercicio de salto (Hura et al., 2013) y son comparables con los resultados hallados en caballos criollos en reposo, inmediatamente después del ejercicio y después de un día (Pereira et al., 2024).

Las variaciones observadas se deberían a la redistribución de líquidos y electrolitos y por el incremento de la respiración y sudoración por efecto del ejercicio durante los días de entrenamiento (Fazio et al., 2011), comportamiento que estaría relacionado con el tipo de ejercicio, la intensidad y el tiempo que demanda el entrenamiento. Otro de los factores, sería el medio ambiente en el cual se desarrolla la crianza de los animales (Halo et al., 2025).

Fuente de financiamiento

Autofinanciado por los autores.

Conflictos de interés

Los autores no tenemos ningún conflicto de interés.

Agradecimientos

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.

Consideraciones éticas

Los caballos fueron sometidos a sujeción y la extracción de sangre fue sin causar dolor o sufrimiento, se realizó de acuerdo a las normas vigentes (Ley de protección y bienestar animal, Ley 30407).

Aporte de los autores en el artículo

María Flavia Melgar Velásquez, Cecilia Laura Mogrovejo López, toma de muestras y ejecución del experimento, redacción y preparación del borrador original.

Eloisa Gabriela Zúñiga Valencia, ejecución del experimento y administración del proyecto.

Gizely Alva Villavicencio, Ludwing Angel Cárdenas-Villanueva, supervisión de resultados y discusión, búsqueda de información, redacción y revisión final del documento para publicación.

Literatura citada

1. Abeni, F., Dal Prà, A., Bertin, G., & Calamari, L. (2013). Serum protein fraction in mature horses and relationship with metabolic and hematological parameters. *Journal of Equine Veterinary Science*, 33(11), 905–911. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2013.01.006>
2. Adedokun, R., Olaogun, S., & Alaba, B. (2023). Haematological and biochemical profile of apparently healthy horses in Ibadan, Nigeria. *Alexandria Journal of Veterinary Sciences*, 77(1), 156–164. <https://doi.org/10.5455/ajvs.10877>
3. Akinniyi, O. O., Okuneye, D. T., Alaba, B. A., Banwo, O. G., Koleosho, S. A., Jeremiah, O. T., & Omobowale, T. O. (2025). Comparative analysis of clinical, haematological and serum biochemical profiles in polo horses and their sedentary counterparts. *Equine Veterinary Education*, 00(1), 1–7. <https://doi.org/10.1111/eve.14083>
4. ANPCPP. (2022). *Noticias*. Asociación Nacional de Criadores y Propietarios de Caballos Peruanos de Paso. <https://ancpcpp.org.pe/>
5. Burlikowska, K., Bogusławska-Tryk, M., Szymeczko, R., & Piotrowska, A. (2015). Haematological and biochemical blood parameters in horses used for sport and recreation. *Journal of Central European Agriculture*, 16(4), 370–382. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/16.4.1634>
6. Diakakis, N., Mylonakis, M. E., Roubies, N., Koutinas, C., Fytianou, A., & Koutinas, A. F. (2018). Reference values of 23 clinically important biochemical parameters in 107 normal pleasure horses residing in northern Greece. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 53(2), 138–146. <https://doi.org/10.12681/jhvm.15370>
7. Dumas, B. T., Ard Watson, W., & Biggs, H. G. (1971). Albumin standards and the measurement of serum albumin

- with bromocresol green. *Clinica Chimica Acta*, 31(1), 87–96. [https://doi.org/10.1016/0009-8981\(71\)90365-2](https://doi.org/10.1016/0009-8981(71)90365-2)
8. Fazio, F., Assenza, A., Tosto, F., Casella, S., Piccione, G., & Caola, G. (2011). Training and haematochemical profile in Thoroughbreds and Standardbreds: A longitudinal study. *Livestock Science*, 141(2–3), 221–226. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.06.005>
9. Gómez, C., Petró, P., Andaur, M., Pérez, R., & Matamoros, R. (2004). Medición post-ejercicio de variables fisiológicas, hematológicas y bioquímicas en equinos de salto holsteiner. *Revista Científica*, 14(3), 1–19.
10. Halo Jr, M., Massányi, M., Strečanský, M., Kováčik, A., Greň, A., Halo, M., & Massányi, P. (2020). The effect of age on biochemical parameters on horses. *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies*, 53(2), 117–120.
11. Halo, M., Kirchner, R., Tirpák, F., Slanina, T., Tokárová, K., Kováčik, A., Miškeje, M., Greň, A., Formicki, G., Halo, M., Madeddu, R., & Massányi, P. (2025). Essential and risk elements in horses affect haematology, serum biochemistry and oxidative status parameters. *Scientific Reports*, 15(1), 3489. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-87908-6>
12. Hura, V., Novotný, F., Boldžár, M., Rédl, M., Noskovičová, J., Hornak, S., Petrovic, V., Laza, G., & Kovac, G. (2013). Biochemical responses to a non-standard exercise in horses trained for jumping. *Acta Vet. Brno*, 82(2), 161–167. <https://doi.org/10.2754/avb201382020161>
13. Itzhaki, R. F., & Gill, D. M. (1964). A micro-biuret method for estimating proteins. *Analytical Biochemistry*, 9(4), 401–410. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(64\)90200-3](https://doi.org/10.1016/0003-2697(64)90200-3)
14. Martínez, R., Cittar, J., Mattioli, G., Caviglia, J., Giuliodori, M., & Desmarás, E. (2001). Fisiología del ejercicio equino. análisis de una experiencia sobre treadmill de alta velocidad. *Avances En Ciencias Veterinarias*, 16(1–2), 15.20. https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/181255/Documento_completo.pdf?sequence=1
15. Pereira, A. T., Pozzobon, R., Anjos, B. L., Kunz, A. R., Chaves, L. T., Smilgys, E. C., Andrade, B., Lunkes, V. L., Andrade, C. M., & Costa, M. M. (2024). Featuring long-loop tournaments: breeding and training profiles and blood changes in criollo horses before and after exercise. *Revista Brasileira de Medicina Veterinaria*, 46, e005723. <https://doi.org/10.29374/2527-2179.bjvm005723>
16. Ramos, J. S., Fröhlich Klug, F. S., Bastos, B. L., Rocha Filho, J. T. R., Ayres Caribé, C. M., & José Eugênio, G. (2018). Determinação da concentração sérica de proteínas de fase aguda em equinos por técnicas espectrofotométricas Determination of the serum concentration of acute phase proteins in horses by spectrophotometric techniques Determinación de la concentración séric. *Pubvet*, 12(1), 1–7. <https://doi.org/10.22256/pubvet.v12n1a17.1-7>
17. Santiago, J. M., Almeida, F. Q., Silva, L. L. F., Miranda, A. C. T., Azevedo, J. F., Oliveira, C. A. A., & Carrilho, S. S. (2013). Hematologia e bioquímica sérica de equinos de concurso completo de equitação em treinamento. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 65(2), 383–392. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352013000200013>
18. Stojković, M., Blagojević, J., Gvozdić, D., Marković, L., Bošnjaković, D., Jovanović, L., & Kirovski, D. (2024). Hematological, biochemical, and acid-base response of trotters to submaximal exercise at the end of the horse racing season. *Veterinarski Glasnik*, 78(1), 1–14. <https://doi.org/10.2298/VETGL230626002S>
19. Vilela Velarde, J. L., Quintana Dolores, P. G. M., Velarde Marcos, M. L., Vargas Rodríguez, T., Gonzales Lecaros, R., & Dextre Chacón, J. (2025). Análisis preliminar del desarrollo de un programa de crianza del Caballo Peruano de Paso en condiciones de campo. *Rev Mex Cienc Pecu*, 16(1), 194–207. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v16i1.6669>
20. Zambrano Barre, J., Morales-Carrillo, J., Cedeño-Valarezo, L., & Larrea Izurieta, C. (2024). Análisis exploratorio y visualización de datos de color de capa en caballos peruanos de paso. *ENCRIPTAR*, 7(14), 65–85. <https://doi.org/10.56124/encriptar.v7i14.004>
21. Zuluaga Cabrera, A. M., Casas Soto, M. J., Martínez Aranzales, J. R., Castillo Vanegas, V. E., & Correa Valencia, Nathalia María del Pilar Arias Gutierrez, M. P. (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(1), 211–224. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i1.5882>