

DEPÓSITO LEGAL ZU2020000153

ISSN 0041-8811

E-ISSN 2665-0428

Revista de la Universidad del Zulia

**Fundada en 1947
por el Dr. Jesús Enrique Lossada**



Ciencias del
Agro,
Ingeniería
y Tecnología

Año 17 N° 48

Enero - Abril 2026

Tercera Época

Maracaibo-Venezuela

Hematología, bioquímica y balance calcio - fósforo en équidos rurales de Antioquia, Colombia

Angélica María Zuluaga-Cabrera*

Viviana Elena Castillo-Vanegas**

Carolina Jaramillo***

Sergio Pizarro****

Tatiana Gaviria*****

RESUMEN

En la última década, el interés mundial por la salud y el bienestar de los équidos de trabajo ha aumentado debido a su papel fundamental en la subsistencia de comunidades rurales de bajos recursos. En Colombia, estos animales se emplean en labores agrícolas, transporte y turismo, pero suelen estar expuestos a condiciones nutricionales inadecuadas, forrajes con altos contenidos de oxalatos y dietas desequilibradas que comprometen su bienestar. El objetivo de este estudio fue describir los parámetros hematológicos, bioquímicos y de balance calcio-fósforo en équidos rurales de Antioquia, para identificar posibles alteraciones clínicas y metabólicas. Se evaluaron 16 animales (10 caballos y 6 mulas) procedentes de los municipios de Cocorná y Ciudad Bolívar. A cada individuo se le practicó examen clínico, hemograma, bioquímica sanguínea, uroanálisis, bioquímica urinaria, determinación sérica de parathormona (PTH) y cálculo de la excreción fraccionada de calcio y fósforo. Los análisis se realizaron mediante estadística descriptiva y pruebas t de Student o Mann-Whitney U, con significancia de $p < 0,05$. Se observaron signos clínicos leves como taquipnea, mucosas pálidas y deshidratación ligera. Los hallazgos de laboratorio mostraron hipoalbuminemia, elevación de fosfatasa alcalina, excreción fraccionada anormal de calcio y fósforo y aumento de PTH sérica. No se encontraron diferencias significativas entre especies, sexos o municipios. Los resultados sugieren desequilibrios nutricionales que predisponen al hiperparatiroidismo nutricional secundario. Se recomienda fortalecer la capacitación en nutrición, el control de ectoparásitos hematófagos y la suplementación adecuada para mejorar la salud y el bienestar de los animales, garantizando la sostenibilidad de las unidades productivas familiares.

PALABRAS CLAVE: Enfermedad animal, Enfermedad nutricional, Nutrición animal, Sistema endocrino, Veterinaria.

* Grupo de investigación GISCA, Institución Universitaria Visión de las Américas, Medellín-Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5527-3995>. E-mail: angelica.zuluagac@uam.edu.co

** Grupo de investigación GISCA, Institución Universitaria Visión de las Américas, Medellín-Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2047-7220>. E-mail: direccionvitalab@gmail.com

***Fundación Arrieros Colombia, Medellín-Colombia. E-mail: fundacionarrieroscolombia@gmail.com

**** Fundación Arrieros Colombia, Medellín-Colombia. E-mail: sergiofundacionarrieroscol@gmail.com

***** Grupo de investigación GISCA, Institución Universitaria Visión de las Américas, Medellín-Colombia. E-mail: tatiana.gaviria@uam.edu.co

Haematology, Biochemistry and Calcium-Phosphorus Balance in Working Equids from Antioquia, Colombia

ABSTRACT

In recent years, global concern for the health and welfare of working equids has increased, as they play a vital role in supporting low-income rural communities. In Colombia, these animals are used in agriculture, transportation, and tourism, but they are frequently exposed to nutritional deficiencies, oxalate-rich forages, and unbalanced diets that compromise their well-being. The aim of this study was to describe hematological, biochemical, and calcium-phosphorus balance parameters in rural equids from Antioquia, Colombia, to identify potential clinical and metabolic alterations. Sixteen animals (10 horses and 6 mules) from Cocorná and Ciudad Bolívar were evaluated. Clinical examination, hematology, serum biochemistry, urinalysis, urinary biochemistry, serum parathyroid hormone (PTH) measurement, and fractional excretion of calcium and phosphorus were performed. Data were analyzed using descriptive statistics and Student's t-test or Mann-Whitney U test, with a significance level of $p < 0.05$. Mild clinical signs such as tachypnea, pale mucous membranes, and mild dehydration were observed. Laboratory findings included hypoalbuminemia, elevated alkaline phosphatase, abnormal calcium and phosphorus fractional excretion, and increased PTH concentrations. No statistically significant differences were detected among species, sexes, or municipalities. These results suggest nutritional imbalances leading to a risk of secondary nutritional hyperparathyroidism. It is recommended to implement nutritional management strategies, control of hematophagous ectoparasites, and appropriate supplementation to improve animal health and welfare, thereby ensuring the sustainability of family-based production systems that rely on these animals.

KEYWORDS: Animal disease, Animal nutrition, Endocrine system, Nutritional disease, Veterinary medicine.

Introducción

En la última década ha sido de interés mundial el estudio de las condiciones de salud y bienestar de los animales, especialmente aquellos cuya importancia económica en las unidades productivas familiares es alta, todo esto enmarcado en la política de una salud, un bienestar. Dadas las condiciones medioambientales y topográficas en Colombia, los équidos de labor son de

gran importancia para comunidades de bajos recursos y asentamientos rurales en los cuales son utilizados para labores de campo y turismo. Algunas entidades no gubernamentales han realizado actividades diagnósticas del estado de bienestar de estos animales en diversas ubicaciones geográficas del país encontrando que las patologías de la piel y sistema músculo-esquelético son comunes, pero además, no reciben tratamiento puesto que sus propietarios se encuentran bajo la línea de pobreza (Jaramillo-Gómez et al., 2019), en estudios más recientes encontraron al síndrome de abdomen agudo con altas tasas de morbilidad y mortalidad en équidos de labor, los cuales recibieron tratamientos empíricos por parte de sus propietarios (Agudelo-Cataño et al., 2023), evidenciando nuevamente ausencia de bienestar tanto en la población humana como animal.

El diagnóstico de otras condiciones sanitarias requiere de recursos financieros y profesionales idóneos para realizarse, condiciones con las que no cuentan los propietarios de los équidos de labor, razón por la cual se hace necesario que la academia y los entes gubernamentales realicen intervenciones dirigidas a mejorar las condiciones de bienestar de los animales y de manera consecuente de las comunidades (BurrIDGE et al., 2023).

El presente estudio tuvo por objetivo describir el estado de salud de dos grupos de équidos de labor a través de examen clínico y pruebas paraclínicas en Antioquia, Colombia.

1. Metodología

Fueron muestreados 16 équidos rurales 6 mulas, (3 hembras y 3 machos) y 10 caballos (4 hembras y 6 machos), provenientes de los municipios de Cocorná (8 individuos) y Ciudad Bolívar (8 individuos) en el departamento de Antioquia, Colombia. El grupo de animales provenientes del municipio de Cocorná (Grupo CC) estaban siendo utilizados para el transporte de víveres e insumos y personas con fines de ecoturismo (1.875 msnm; 19°C) (fotografía 1), mientras que el grupo de animales del municipio de Ciudad Bolívar (Grupo CB) estaba dedicado al transporte de agroinsumos, cosecha de café y personas (1.750 msnm; 17°C).



Fotografía 1. Mular atendido en la jornada médico-veterinaria, utilizado para actividades de carga de insumos de construcción en Cocorná, Antioquia, Colombia. Fuente: autores.

Los animales fueron atendidos durante una jornada de revisión médico-veterinaria y vacunación pública, se obtuvo el consentimiento informado de sus propietarios. A cada animal se le realizó examen clínico general en campo, toma de muestra de sangre venosa a partir de venopunción yugular en contenedores con EDTA y contenedor seco con sistema de vacío, además, se obtuvo muestra de orina mediante sondaje uretral.

La obtención de la muestra de orina se realizó utilizando sonda nelaton calibre 5, lubricada con gel de lidocaína 1% introducida a través del meato urinario externo tanto en hembras como en machos. Todas las muestras fueron conservadas en refrigeración hasta ser transportadas hacia el laboratorio.

Las muestras fueron utilizadas para realizar perfil hemático, bioquímica sanguínea (proteínas plasmáticas totales, albúmina, fibrinógeno, AST (Aspartato aminotransferasa), creatinina, fosfatasa alcalina, fósforo, calcio, uroanálisis y medición de analitos de bioquímica urinaria (creatinina en orina, fósforo en orina, calcio en orina), además de medición de la concentración de la parathormona en suero y se calculó la excreción fraccionada de calcio y fósforo. Todas las muestras fueron procesadas en el laboratorio clínico veterinario de referencia Vitalab® Diagnóstico Veterinario (Antioquia, Colombia).

El estudio contó con aval de ética para el estudio con animales de la Institución Universitaria Visión de las Américas número 59 del 25 de mayo del 2023.

El código de financiación del estudio fue P205-2023 de la Institución Universitaria Visión de las Américas y Vitalab Diagnóstico Veterinario.

Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva, reportando la media y la desviación estándar de cada parámetro hematológico para el total de la población, y de forma discriminada por grupo geográfico (Ciudad Bolívar y Cocorná), especie (caballar y mular) y sexo (macho y hembra). Para evaluar diferencias entre grupos biológicos, se aplicaron pruebas de hipótesis paramétricas (prueba t de Student para muestras independientes) cuando los datos cumplían criterios de normalidad, y pruebas no paramétricas (prueba de Mann-Whitney U) para contrastar medianas cuando se sospechó distribución no normal o tamaños muestrales reducidos. Se consideraron diferencias estadísticamente significativas aquellas con un valor de $p < 0,05$. Todos los análisis fueron realizados utilizando Python versión 3.11, con apoyo de las librerías pandas, scipy.stats, seaborn y matplotlib.

2. Resultados

Durante el examen clínico se evidenció que la frecuencia cardíaca promedio de ambos grupos fue 39 latidos por minuto (lpm), se registró leve taquipnea en promedio con 25 respiraciones por minuto (rpm), normotérmicos con 38°C de temperatura rectal en promedio, tiempo de llenado capilar, llenado yugular y pliegue cutáneo de 2 segundos. 3 de los individuos registraron mucosas pálidas y secas, los mismos individuos fueron calificados en un grado clínico de deshidratación leve, el restante de los individuos evidenció mucosas rosadas y húmedas.

Respecto del urianálisis, se registró una densidad urinaria promedio del total de los équidos de 1021, dos mulares del grupo de animales de Ciudad Bolívar (CB) presentaron glucosuria (5.5 mmol/L), cuatro animales del mismo grupo presentaron leve bilirrubinuria (1+). En cuanto al pH urinario se encontró que en el grupo CB fue 9 en promedio, mientras que los animales de Cocorná (CC) demostraron pH acidificado de 6,5 en promedio. Cinco animales del grupo CB registraron entre trazas hasta 1 g/L de proteínas en orina, en comparación con el grupo CC que tan solo evidenciaron 2 animales 0,3 g/L. Los nitritos estuvieron presentes tan solo en el grupo CC. En cuanto a la celularidad en orina, el grupo CB presentó 25 leucocitos por microlitro (n=4) y solo 1 animal en el grupo CC.

Tabla 1. Promedio y desviación estándar de los parámetros hemáticos de un grupo de 16 équidos rurales en Antioquia, Colombia.

	Promedio (n= 16)	Desviación estándar	Rango de referencia
RGR ($10^6/\text{mm}^3$)	6,11	0,99	6.80 – 12
HCT (%)	30,12	5,35	32– 53
HGB (g/dL)	9,94	1,22	11.0 - 19
VCM (fl)	49,19	3,61	37– 58.5
HCM (pg)	16,45	1,61	12.3– 19.7
CHCM (g/dL)	33,46	2,86	31 - 37
PLAQUETAS ($10^3/\text{mm}^3$)	117,75	30,96	100 - 350
RGB ($10^3/\text{mm}^3$)	7,81	1,77	5.4 - 14.3
NEUTRÓFILOS (%)	31,59	28,92	35 – 78
LINFOCITOS (%)	18,2	16,95	28 - 65
EOSINÓFILOS(%)	3,66	4,58	1 – 8
MONOCITOS (%)	0,78	1	1 – 7

RGR= recuento de glóbulos rojos; HCT= hematocrito; HGB= hemoglobina; VCM= volumen corpuscular medio; HCM= hemoglobina corpuscular media; CHCM= concentración de la hemoglobina corpuscular media; RGB= recuento de glóbulos blancos.

Tabla 2. Promedio y desviación estándar de los parámetros hemáticos en un grupo de équidos rurales discriminado por especie, en Antioquia Colombia.

	Caballares (n=10)	Mulares (n=6)	Rango de referencia
	Promedio ± DE	Promedio ± DE	
RGR ($10^6/\text{mm}^3$)	5,97 ± 1,06	6,33 ± 0,88	6,80 – 12
HCT (%)	28,64 ± 5,51	32,58 ± 4,43	32 – 53
HGB (g/dL)	9,59 ± 1,36	10,52 ± 0,69	11,0 – 19
VCM (fl)	47,81 ± 3,76	51,5 ± 1,84	37 – 58,5
HCM (pg)	16,25 ± 1,63	16,78 ± 1,65	12,3 – 19,7
CHCM (g/dL)	33,99 ± 2,86	32,57 ± 2,87	31 – 37
PLAQUETAS ($10^3/\text{mm}^3$)	122,2 ± 30,72	110,33 ± 32,73	100 – 350
RGB ($10^3/\text{mm}^3$)	7,17 ± 1,06	8,87 ± 2,28	5,4 – 14,3
NEUTRÓFILOS (%)	26,03 ± 29,7	40,85 ± 27,52	35 – 78
LINFOCITOS (%)	14,65 ± 15,39	24,12 ± 19,2	28 – 65
EOSINÓFILOS(%)	2,86 ± 3,46	4,98 ± 6,17	1 – 8
MONOCITOS (%)	0,74 ± 1,12	0,88 ± 0,83	1 – 7

RGR= recuento de glóbulos rojos; HCT= hematocrito; HGB= hemoglobina; VCM= volumen corpuscular medio; HCM= hemoglobina corpuscular media; CHCM= concentración de la hemoglobina corpuscular media; RGB= recuento de glóbulos blancos.

Otros resultados generales (n=16) fueron normales, como las proteínas plasmáticas totales ($7,0 \pm 0,38$ g/dL), el fibrinógeno ($0,3 \pm 0,10$ g/dL), sin embargo, la albúmina se registró por debajo del límite inferior del rango de referencia ($2,5 \pm 0,58$ g/dL) siendo el grupo CC el que aportó los valores anormales al promedio.

El análisis de la bioquímica sanguínea evidenció normalidad para todo el grupo de animales AST ($271,9 \pm 48,6$ U/L) y creatinina ($1,5 \pm \text{mg/dL}$), sin embargo, la fosfatasa alcalina ($376,9 \pm 227,7$ U/L) superó el límite superior del rango.

La excreción fraccionada de calcio y fósforo arrojaron resultados anormales; para el caso del calcio la excreción fraccionada total fue $1,5 \pm 0,91\%$ (Grupo CB $1,12 \pm 0,78\%$ y grupo CC $1,85 \pm 0,94\%$) y para el fósforo fue $3,7 \pm 1,97\%$ (Grupo CB $3,65 \pm 2,2\%$ y grupo CC $3,65 \pm 1,8\%$).

Por su parte, el análisis hormonal evidenció aumento de la parathormona con un promedio global de 159 ± 117 pg/ml (Grupo CB 197 ± 152 pg/ml y grupo CC $121,1 \pm 54$ pg/ml) considerando que el límite superior del rango es 64 pg/ml.

Ninguno de los resultados mostró diferencia estadística significativa por grupo, sexo o especie.

3. Discusión

Tal como ha sido reportado en otros estudios referentes a équidos rurales y de trabajo, se evidenciaron cambios tanto clínicos como paraclínicos que dan cuenta de alteraciones en el estado de salud de los animales (Singh et al., 2021; Stringer, 2014). Aunque no fueron realizadas pruebas diagnósticas directas para agentes hemotrópicos, además de haber evidenciado la presencia de ectoparásitos hematófagos, alteraciones en el hemoleucograma (disminución en los valores de recuento eritrocitario, hematocrito y hemoglobina) y urianálisis (bilirrubinuria) sugieren la presentación de patologías anemizantes asociadas. A pesar de los hallazgos hematológicos no se asociaron signos clínicos, ni tampoco se encontraron individuos con baja condición corporal. Aunque la infecciones hemotrópicas son comunes en équidos de labor (Stringer, 2014), es posible que los individuos estudiados se encuentren en estabilidad enzoótica con este tipo de microorganismos.

Otros resultados anormales fueron sugestivos de alteraciones metabólicas y/o nutricionales en el grupo de animales estudiado, tales como aumento de la enzima fosfatasa alcalina, excreción fraccionada de calcio y fósforo, además del aumento general en la hormona PTH.

La Fosfatasa Alcalina (FA) es una enzima de membrana celular que está presente en algunos tejidos del organismo, principalmente mucosa intestinal, canalículos biliares y tejido óseo (osteoblastos y condrocitos). La isoenzima ósea de la FA se incrementa en eventos fisiológicos como aumento de la actividad osteoblástica en individuos jóvenes, como en animales que cursan cuadros clínicos relacionados con remodelación p.e. alteración del balance en el ratio calcio: fósforo dietario. En equinos, asnales y mulares, dicha alteración promueve la activación de la secreción de parathormona (PTH) para recuperar la homeostasis del calcio sérico a partir

de la resorción ósea, a esta condición se le conoce como hiperparatiroidismo nutricional secundario (HNS), esta alteración endocrina está asociada a múltiples alteraciones como enfermedades ortopédicas del desarrollo, ensanchamiento de los huesos planos de la cara (osteodistrofia), cojeras recurrentes, pérdida de peso progresiva, entre otras (Jaramillo Morales et al., 2015; Toribio, 2011).

En Colombia algunas de las pasturas que usualmente consumen los equinos y mulares promueven alteración del balance calcio: fósforo dietario, tales como *Penissetum spp.* (pasto kikuyo), *Dichanthium aristatum* (pasto angleton), y *Holcus lanatus* (falsa poa) contienen excesivas cantidades de oxalatos que funcionan como quelantes de calcio en la luz intestinal impidiendo su absorción (Jaramillo Morales et al., 2015; Lawrence, 2022). No se describieron los forrajes que consumieron los animales del estudio, pero se presume su contacto con algunos de los mencionados dadas las condiciones ambientales donde habitan, que a su vez son condiciones favorables para el crecimiento de esas mismas especies de pastos. Adicionalmente, y dadas las condiciones de bajos recursos de los propietarios de los équidos de labor en Colombia, es común el uso de subproductos agrícolas de bajo costo en la alimentación de los animales, tales como salvado de trigo. Es conocido que los subproductos agrícolas contienen altas concentraciones de fósforo y pesticidas, favoreciendo desbalances nutricionales.

Los resultados de la excreción fraccional evidenciaron desbalance en la relación corporal calcio: fósforo, inclinándose por exceso en la ingesta de fósforo. Un estudio retrospectivo en Colombia encontró que alteraciones en los valores de PTH son comunes, siendo mayores en aquellos animales con signos clínicos como osteodistrofia facial y/o claudicaciones, también reportó en una muestra de 116 individuos anormalidad de la excreción de calcio y fósforo (Jaramillo et al., 2024); dichos resultados sugieren que el desbalance entre el calcio y el fósforo en équidos es común en el país, asociado o no a signos clínicos, en el presente estudio ninguno de los animales evidenció signos de osteodistrofia, tampoco fue reportado por sus propietarios. Fuentes conocidas de fósforo en Colombia son forrajes que han sido cultivados con excretas de cerdo o ganado bovino, también, suministro de sales minerales para ganadería toda vez que algunos de estos animales podrían estar en contacto con explotaciones bovinas. Para el caso del grupo CB, se considera la posibilidad de consumir fósforo y otras sustancias quelantes presentes

en los cultivos de café. Es necesario estudiar con mayor precisión las condiciones encontradas en el grupo de animales estudiado con el fin de determinar el impacto en la salud y en el bienestar, también en el desempeño zootécnico que finalmente impacta las unidades productivas familiares. Algunas de las intervenciones posibles sugeridas son: capacitación en el manejo de vectores hematófagos, identificación de enfermedades producidas por infecciones hemotrópicas, suplementación para el control de cuadros anemizantes, suplementación y alimentación para el equilibrio en la ingesta de fuentes de calcio y fósforo.

Cabe resaltar que algunas alteraciones estuvieron presentes en uno de los grupos, proponiendo que la ubicación geográfica y el uso zootécnico podrían tener implicaciones en las condiciones que se identificaron en cada uno.

Reconocer las enfermedades prevalentes en los équidos rurales utilizados en actividades de sustento familiar, permite diseñar de forma efectiva intervenciones técnicas que favorezcan la salud de los animales y por lo tanto de las unidades productivas familiares que se derivan de ellos, considerando esto como de interés para las políticas de una salud y un bienestar (Bonsi et al., 2023; Singh et al., 2021; Stringer, 2014).

Conclusiones

Los individuos estudiados presentaron alteraciones clínicas y paraclínicas compatibles con desequilibrios nutricionales y metabólicos, caracterizados por hipoalbuminemia, aumento de fosfatasa alcalina, excreción fraccionada anormal de calcio y fósforo y concentraciones séricas elevadas de parathormona, lo cual sugiere riesgo de hiperparatiroidismo nutricional secundario asociado al consumo de forrajes ricos en oxalatos y dietas con exceso de fósforo. Aunque no se encontraron diferencias significativas entre especies, sexos o municipios, los hallazgos evidencian que los factores geográficos y de manejo zootécnico pueden influir en la presentación de estas alteraciones. Es de resaltar la necesidad de implementar programas de capacitación en nutrición, control de vectores hematófagos y manejo sanitario integral, con el fin de mejorar la salud, el bienestar animal y la sostenibilidad de las unidades productivas familiares dependientes de estos animales.

Referencias

- Agudelo-Cataño, M. A., Henao-Villegas, S., Ramirez-García, R., Jaramillo-Gómez, C., Pizarro-Gómez, S., Burrridge, J., & Burford, J. (2023). Empirical treatment for colic in working equids in four regions of Colombia and its implication in animal welfare. One Welfare World Conference.
- Bonsi, M., Anderson, N. E., & Carder, G. (2023). The socioeconomic impact of health problems of working equids in low- and middle-income countries: A scoping review on the female-gender perspectives. *CABI One Health*, 2, 1. <https://doi.org/10.1079/CABIONEHEALTH.2023.0023>
- Burrridge, J., Burrell, K., Henao Villegas, S., Jaramillo Gomez, C., Freeman, S., Maguire, L., Wild, I., & Burford, J. (2023). Qualitative study of the social and physical environment of working equids and their owners in Colombia. One Welfare World Conference.
- Jaramillo, C., Castillo, V., & Magdesian, G. (2024). Serum parathyroid hormone, serum calcium and urinary fractional excretions in horses with nutritional secondary hyperparathyroidism. 2024 ACVIM Forum Research Abstract Program. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 38(5), 2840–2970. <https://doi.org/10.1111/JVIM.17182>
- Jaramillo Morales, C., Zapata Marín, J., Agudelo Agudelo, P. A., Sánchez Piedrahita, L., García Osorio, A., & Aguilar Pérez, L. C. (2015). Hiperparatiroidismo nutricional de origen secundario en 3 yeguas de raza Criollo Colombiano en Antioquia. *Journal of Agriculture & Animal Sciences*, 4(1), 74. <http://hdl.handle.net/10567/1371>
- Jaramillo-Gómez, C., Arias-Gutiérrez, M. P., & Tiuso-Barbosa, K. (2019). Evaluación del bienestar animal en caballos, mulares y asnales de trabajo en Antioquia. XV Encuentro Nacional e Internacional de Investigadores de Las Ciencias Pecuarias.
- Lawrence, L. (2022). The nutrient requirements of horses: historical perspectives. *Translational Animal Science*, 6(1), 02-04. <https://doi.org/10.1093/TAS/TXAC021>
- Singh, A., Pal, Y., Kumar, R., Kumar, S., Rani, K., & Prasad, J. (2021). Working Equids: Their Conditions, Invisible Earning and Challenges- A Review. *Asian Journal of Agricultural Extension, Economics & Sociology*, 39(11), 357–364. <https://doi.org/10.9734/AJAEES/2021/V39I1130761>
- Stringer, A. P. (2014). Infectious diseases of working equids. *Veterinary Clinics of North America - Equine Practice*, 30(3), 695–718. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2014.09.001>
- Toribio, R. E. (2011). Disorders of Calcium and Phosphate Metabolism in Horses. *Veterinary Clinics of North America - Equine Practice*, 27(1), 129–147. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2010.12.010>

Agradecimiento

UranoVet® por el préstamo de equipos de laboratorio portátil para la realización de uroanálisis (Uranotest IIC tirillas reactivas y Uranotest Reader).

Conflicto de interés

Los autores de este manuscrito declaran no tener ningún conflicto de interés.

Declaración ética

Los autores declaran que el proceso de investigación que dio lugar al presente manuscrito se desarrolló siguiendo criterios éticos, por lo que fueron empleadas en forma racional y profesional las herramientas tecnológicas asociadas a la generación del conocimiento.

Copyright

La *Revista de la Universidad del Zulia* declara que reconoce los derechos de los autores de los trabajos originales que en ella se publican; dichos trabajos son propiedad intelectual de sus autores. Los autores preservan sus derechos de autoría y comparten sin propósitos comerciales, según la licencia adoptada por la revista.

Licencia Creative Commons

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartir Igual 4.0 Internacional



REVISTA DE LA UNIVERSIDAD DEL ZULIA, Fundada el 31 de mayo de 1947

UNIVERSIDAD DEL ZULIA, Fundada el 11 de septiembre de 1891