

Perfil energético, proteico y mineral de burros criollos (*Equus asinus*) colombianos

Herrera, Y.B.¹; Rugeles, C.C.¹ y Ramírez-López, C.J.^{2*}

¹Grupo de Investigación en producción animal tropical. Departamento de Ciencias Pecuarias. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de Córdoba. Colombia.

²Departamento de Medicina Veterinaria. Universidade Federal de Viçosa. Brasil.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Análisis bioquímico.
Metabolismo.
Sanidad animal.
Producción.

ADDITIONAL KEYWORDS

Biochemical analysis.
Metabolism.
Animal health.
Production.

INFORMATION

Cronología del artículo.
Recibido/Received: 21.05.2017
Aceptado/Accepted: 07.05.2018
On-line: 15.10.2018
Correspondencia a los autores/Contact e-mail:
camilo2407@gmail.com

RESUMEN

Basados en la importancia de establecer valores de laboratorio de referencia para cada especie y sus grupos, el presente estudio tuvo como objetivo principal establecer parámetros fisiológicos de referencia para las variables asociadas al perfil energético, proteico y mineral en burros criollos (*Equus asinus*) de Colombia. Fueron realizadas pruebas bioquímicas séricas de muestras sanguíneas de 85 burros machos con edad entre los 4 y 15 años a través de espectrofotometría. Los valores promedios obtenidos para el perfil energético determinado fueron: glucosa 53,26±13,76 mg/dL, colesterol 61,53±54,3 mg/dL y triglicéridos con 62,28±29,88 mg/dL. Los resultados promedios de los constituyentes del perfil proteico analizado fueron: proteínas totales fue de 6,31±0,65 g/dL, albumina 3,04±1,26 g/dL, globulinas 3,34±1,45 g/dL, urea 34,56±10,23 mg/dL y BUN de 17,73±4,98 mg/dL. Los valores medios obtenidos para los metabolitos minerales fueron: calcio de 10,72±1,52 mg/dL, fósforo 3,25±1,7 mg/dL y magnesio 3,12±1,07 mg/dL. Los resultados indican que existen diferencias comparados con burros de otras razas y condiciones geográficas distintas. Estos resultados pueden ser útiles en la rutina clínica veterinaria para el diagnóstico, seguimiento y control de enfermedades.

Energy, protein and mineral profile on colombian creole donkeys (*Equus asinus*)

SUMMARY

Based on the importance of establishing reference laboratory values for each species and its groups, the main objective of this study was to establish physiological reference parameters for the variables associated with the energy, protein and mineral profile in Creole donkeys (*Equus asinus*) from Colombia. Serum biochemical tests were performed on blood samples from 85 male donkeys aged 4 to 15 years using spectrophotometry. The average values obtained for the determined energy profile were: glucose 53.26 ± 13.76 mg / dL, cholesterol 61.53 ± 54.3 mg / dL and triglycerides with 62.28 ± 29.88 mg / dL. The mean values of the constituents of the analyzed protein profile were: total proteins was 6.31 ± 0.65 g / dL, albumin 3.04 ± 1.26 g / dL, globulins 3.34 ± 1.45 g / dL, Urea 34.56 ± 10.23 mg / dL and BUN of 17.73 ± 4.98 mg / dL. The mean values obtained for mineral metabolites were: calcium of 10.72 ± 1.52 mg / dL, phosphorus 3.25 ± 1.7 mg / dL and magnesium 3.12 ± 1.07 mg / dL. The results indicate that there are differences compared to donkeys of other breeds and different geographic conditions. These results may be useful in the veterinary clinical routine for the diagnosis, monitoring and control of diseases.

INTRODUCCIÓN

Los burros son mamíferos del orden perisodáctilos, suborden Hippomorpha, familia Equidae, subfamilia Equinae, género *Equus*, especie *asinus* (Grinder et al., 2006, p.5), tienen un aporte importante en el trabajo del sector agrícola y el transporte en zonas de difícil acceso (Jordana et al., 1998, p.7). en los últimos años se ha registrado un creciente interés por la salud y el bienestar de los burros debido a su popularidad como animales

de compañía y su uso para fines recreativos, actividades deportivas, onoterapia y producción de leche, debido a su composición hipoalérgica (Laus et al., 2015, p. 295). En Colombia, el uso principal de los burros criollos es el trabajo y la producción de mulares cuando se cruzan con caballos.

El diagnóstico de la enfermedad en animales depende en gran medida del examen clínico y de los resultados de laboratorio que se espera reflejen variacio-

nes biológicas. Esto a su vez requiere la comprensión de los perfiles biofísicos, hematológicos y serobioquímicos basales de un animal aparentemente sano cuya medición proporciona información valiosa sobre el estado de salud de un animal (Mori et al., 2003, p.358; Mori et al., 2004, p.271).

Un perfil bioquímico es un conjunto de determinaciones de laboratorio que permiten la caracterización de un individuo o grupo de ellos, y tiene por objeto aportar una ayuda clínica para estudiar la naturaleza de los trastornos metabólicos y obtener un acercamiento a la evaluación del balance nutricional del organismo (Villa et al., 1999, p.2339; Macrae et al., 2006, p.655).

A pesar de los beneficios y ventajas que brindan en el trabajo, la atención de la investigación dada a la especie es relativamente pequeña, de ahí; el hecho que la disponibilidad de información clínica disponible para ellos sea escasa (Starkey & Starkey 2000, p.10; Blench et al., 2013, p.211). En Colombia actualmente no hay investigaciones sobre los valores bioquímicos del perfil energético ni proteico en burros criollos; con el fin de establecer y documentar los niveles medios de éstos, los cuales van a servir como ayuda diagnóstica en la rutina clínica veterinaria, se planteó el objetivo de establecer parámetros fisiológicos de referencia para las variables asociadas al perfil energético y proteico en burros criollos machos de Colombia.

MATERIAL Y MÉTODOS

LOCALIZACIÓN

El estudio se realizó en diferentes municipios del departamento de Córdoba, Colombia, ubicado entre las coordenadas 7° 23' y 9° 26' de latitud norte y los 74° 52' y 76° 32' de longitud oeste, a una altura de 30 m.s.n.m, con temperatura promedio anual de 28°C, humedad relativa del 84%, precipitación media anual de 1200 mm y pertenece a la formación climática de bosque tropical lluvioso (Cassab et al., 2010, p.117).

POBLACIÓN DE ESTUDIO

Las unidades de muestreo para este estudio fueron 85 burros machos criollos adultos de trabajo de entre 4 y 15 años de edad, clínicamente sanos, criados bajo un sistema de producción extensivo y previamente desparasitados (Doramectina®). Los animales no recibieron suplementación nutricional, pastaron en praderas donde predominaba *Brachiaria humidicola*. La edad fue determinada por cronología dentaria siguiendo los parámetros descritos por McCarthy (1986, p.49). Por otra parte, todos los burros en el estudio estaban con condición corporal entre 2 y 2,5 según la escala descrita por Svendsen (1997, p.231). Los burros entraron en fase de seguimiento durante dos semanas antes de la obtención de la muestra para la determinación de los parámetros metabólicos.

OBTENCIÓN DE LA MUESTRA

La toma de muestras de sangre de los animales se realizó por medio de sistema de recogida al vacío (BD Vacutainer®) en tubos sin anticoagulante con capacidad para 4 ml. La colecta se ejecutó, después de la antisepsia apropiada de la región a través de la pun-

ción de la vena yugular externa (Meyer, 1995, p.308). Las muestras se rotularon después de la recogida y mantenidas a temperatura ambiente hasta la formación del coagulo para luego ser embaladas en cajas de icopor manteniendo una temperatura de 4°C para el almacenamiento temporal durante el transporte al Laboratorio de Andrología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Córdoba, donde fueron centrifugadas (Z306 Hermle) durante 10 minutos a 3500 rpm para la separación de los sueros, los cuales se envasaron en tubos eppendorf de 1,5 ml debidamente rotulados y conservados a -20°C para su uso posterior en el análisis bioquímico del suero. Los principales constituyentes bioquímicos permanecen estables en esta condición (Thrall, 2007, p.501).

ANÁLISIS DE LABORATORIO

El análisis bioquímico para la determinación cuantitativa de los metabolitos se realizó por espectrofotometría (Thermo Genesys 10 UV) utilizando un kit comercial específico para el análisis de las variables (Biosystem). Se determinaron los siguientes parámetros:

Perfil energético: Glucosa (GOD-POD), Colesterol (CHOD-POD. Enzimático colorimétrico) y Triglicéridos (GPO-POD. Enzimático colorimétrico). La determinación de la glucosa se realizó una vez obtenido el suero en el laboratorio.

Perfil proteico: Proteínas Totales (Biuret. Colorimétrico), Albúmina (Verde bromocresol. Colorimétrico), Globulinas (Diferenciación), Urea (Ureasa-GLDH. Cinético UV) y nitrógeno ureico en sangre (BUN) (calculado).

Perfil mineral: Calcio (o-Cresolftaleina), Fósforo (Fosfomolibdato UV) y Magnesio (Azul de Xilydil. Colorimétrico)

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados obtenidos se tabularon en Microsoft Excel® 2010 y analizados mediante estadística descriptiva para cada una de las variables, utilizando para ello el Paquete Estadístico SAS 9.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El comportamiento de las variables del perfil energético (glucosa, colesterol y triglicéridos) (**Tabla I**) fue inferior a los valores encontrados en otras investigaciones realizadas en burros, tan solo Girardi et al. (2014, p.

Tabla I. Valores medios, desvío estándar, coeficiente de variación, valor mínimo y máximo del perfil energético en burros criollos colombiano (Average values, standard deviation, coefficient of variation, minimum and maximum value of the energetic profile in Colombian Creole donkeys).

Constituyente	Media	D.E.	CV	Mínimo	Máximo
Glucosa (mg/dL)	53.26	13.76	25.84	28.00	88
Colesterol (mg/dL)	61.53	54.30	88.25	17.10	423.79
Triglicéridos (mg/dL)	62.28	29.88	47.98	11.48	138.52

945), en burros de raza Pêga en Brasil reporta valores promedio de triglicéridos por debajo de los hallados en la presente investigación.

Las concentraciones de glucosa suelen ser variables, debido a que este metabolito es muy sensible a factores como la edad, alimentación, estrés y manejo adecuado de las muestras entre otros. Niveles elevados de este metabolito pueden relacionarse con el estrés generado en los animales durante el procedimiento de toma de muestra (Duval et al., 2010, p.308). Sin embargo, El inadecuado manejo nutricional de los animales del estudio basado en pasturas de mala calidad, escasas en cantidad, sin ningún tipo de suplementación se traduce en un bajo aporte de nutrientes. Situación que sumada a las largas jornadas de trabajo a que son sometidos estos animales diariamente conduce a un rápido agotamiento de la glucosa ofertada por la dieta. Una vez la glucosa absorbida a nivel intestinal pasa a la circulación, la insulina promueve su absorción y rápida utilización a nivel tisular dando prioridad a las funciones vitales y reduciendo, como consecuencia los niveles circulantes de dicho sustrato energético. Una vez la glicemia sobrepasa el límite inferior, el glucagón activa la beta oxidación al igual que la proteólisis para promover la gluconeogénesis a partir otros principios nutritivos con el fin de garantizar el mantenimiento de la homeostasis en el individuo, y en consecuencia ocasiona la disminución de los niveles de triglicéridos y colesterol (Arias, 2000, p.162-163). Los niveles bajos de colesterol respecto a los datos en comparación pueden deberse posiblemente a la influencia de la alimentación, dado que los animales utilizados para esta investigación fueron alimentados a base de pasturas con deficiencias energéticas y sin ningún tipo de suplementación. De igual forma, se puede explicar el valor obtenido para triglicéridos, que fue inferior al reportado por McLean (2016, p.874) y según Girardi et al. (2014, p.943) los niveles séricos de triglicéridos están directamente relacionados con la edad y el peso corporal de los animales, es decir a mayor edad y peso corporal tienden a aumentar. Para el caso de los burros utilizados en este estudio los requerimientos energéticos aportados por las pasturas de mala calidad y poca cantidad ofertada estarían influyendo consi-

derablemente sobre los niveles circundantes de estos metabolitos.

En el perfil proteico (**Tabla II**), se encontraron diferencias en cuanto al valor promedio de las proteínas totales, albúminas, globulinas, urea y BUN respecto a los datos informados en burros de otras razas y regiones.

Las proteínas totales se encontraron inferiores a la mayoría de los datos reportados, entre estos a los verificados por Girardi et al. (2014, p.945) en burros de raza Pêga en los estados São Paulo y Minas Gerais Brasil y a uno realizado en Colombia en equinos y mulos (McLean et al., 2015). Se observaron valores similares a los obtenidos en un estudio realizado burros en el Reino Unido, los cuales burros fueron alimentados con paja *ad libitum* con cantidades restringidas de heno y pastoreo de acuerdo con la condición corporal y las condiciones climáticas predominantes y, suplementados con un bloque mineral (Burden et al., 2016, p.134, 136).

La albumina fue superior a los datos reportados por diferentes investigadores (Alves, 2008, p.24), excepto al informado en burros por Garba et al. (2015, p.96-97), en el cual a los animales se recibieron suplementación alimenticia a base de sorgo, maíz y leguminosas, además, de consumir bloques de sal mineralizada. Las altas concentraciones de albumina observados en el presente trabajo puede explicarse en base a la función de transporte de nutrientes que cumple la albumina, en este caso las condiciones nutricionales de los animales era bastante deficiente y por ende el organismo debe redireccionar de manera inmediata todo el alimento consumido a través la albumina, como transportadora, a los órganos que exigen gran demanda de nutrientes, por lo que habría una movilización constante de nutrientes y explicaría el valor de la albumina comparado con los demás estudios (Morais et al., 2000, p.98, 104).

Las globulinas estuvieron por debajo de los reportes previos en burros (Burden et al., 2016, p.136; Alves, 2008, p.24). Niveles relativamente bajos de inmunoglobulinas circulantes reflejan deficiencia del sistema inmune y una respuesta limitada a los desafíos de las enfermedades, la deficiencia de nutrientes debido a la baja calidad nutritiva de los pastos afecta circunstancialmente la síntesis proteica al no aportar la cantidad necesaria de los precursores proteicos para el organismo (Girardi, 2012, p.21-22; Reece, 1997). Alves (2008, p.24), observó en una relación directamente proporcional entre el aumento en las concentraciones de globulinas y la edad. Concentraciones elevadas de globulinas pueden deberse a ejercicio intenso a consecuencia del trabajo paseado junto a cortos periodos de descanso, causando cierto grado de deshidratación, debido al desvío del fluido intercelular y aumento de las proteínas de fase aguda (Mcgowan, 2008, p.413).

Tanto la urea como el BUN están sobre el valor promedio de los demás reportes, solo la urea presentó similitud al dato obtenido por Girardi (2012, p.64). La urea es sintetizada en el hígado a partir de los amonios provenientes del catabolismo de los aminoácidos y sus niveles son alterados por la ingestión de alimentos y por el tenor de las proteínas de los mismos. Los niveles de urea en sangre vienen influenciados por el grado de

Tabla II. Valores promedio, desvío estándar, coeficiente de variación, valor mínimo y máximo del perfil proteico en burros criollos colombiano (Average values, standard deviation, coefficient of variation, minimum and maximum value of the protein profile in Colombian Creole donkeys).

Constituyente	Media	D.E.	CV	Mínimo	Máximo
Alb (g/dL)	3.04	1.26	41.50	1.19	6.78
PT (g/dL)	6.31	0.65	10.35	4.34	7.19
Glob g/dL)	3.34	1.45	43.33	0.18	5.76
Urea (mg/dL)	34.56	10.23	29.59	10.43	59.27
BUN (mg/dL)	17.73	4.98	28.11	5.98	33.99

Alb: albumina, PT: proteínas totales, Glob: globulinas, BUN: nitrógeno ureico en sangre.

ingesta proteica, la efectividad de la función hepática y el nivel de catabolismo proteico endógeno. Para este caso, el catabolismo endógeno sería la causa principal de estos valores, ocasionado principalmente por la falta de ingesta de alimentos de origen proteico. Su reabsorción renal pasiva se aumenta cuando el flujo de orina tubular es reducido. El aumento de la concentración de urea en sangre es sinónimo, en términos coloquiales, de insuficiencia renal (Kaneko et al., 2008, p.121-122).

El manejo alimenticio de los animales utilizados en el presente trabajo se caracterizó por restringir el consumo de pasto y agua a pocas horas durante el día y sin suplementación nutricional, lo que podría explicar los valores promedios de las concentraciones de las proteínas totales y de sus metabolitos circundantes en estos animales tal como lo afirmó Girardi (2012, p.68-69) al decir que el consumo de alimentos con bajos niveles de precursores proteicos es un factor limitante para la síntesis proteica endógena, por ende en tales circunstancias es normal hallar niveles proteicos plasmáticos relativamente bajos.

Los valores promedio, desvío estándar, coeficiente de variación, mínimos y máximos para para minerales de burros criollos se encuentran en la **Tabla III**.

El magnesio fue superior a los datos reportados por Alves (2008, p.25), Girardi et al., (2014, p.945) y McLean (2016, p.874). No existe control homeostático del magnesio, por tanto, su concentración sanguínea refleja directamente el nivel aportado en la dieta. El magnesio es absorbido en el intestino mediante un sistema de transporte activo que puede ser interferido por la relación de los iones Na:K, por la cantidad de energía y de iones calcio y fósforo, presentes en el alimento (Stockman, 1995). Entre tanto el fósforo fue inferior, las concentraciones séricas de fosforo tienden a disminuir conforme los animales se desarrollan corporalmente. Esos cambios en los niveles plasmáticos del fósforo pueden deberse a que este mineral generalmente refleja periodos de crecimiento óseo rápido, como en las fases neonatal y juveniles, niveles que declinan gradualmente con la edad (Evans, 2009, p.115; Girardi et al., 2014, p.946). En relación al calcio, este fue similar al obtenido por Alves (2008, p.25); superior al de Garba et al., (2015, p.97) e inferior al de Burden et al., (2016, p.136), Girardi et al., (2014, p.945). De Aluja et al., (2001, p.275) en asnos mexicanos sometidos a actividad física no encontraron diferencia significativa ($P>0,05$) en los niveles de calcio antes y después de la realización de actividad física intensa por parte de los animales, situación que

fue atribuida al hecho de que los asnos sudan menos en comparación a otros animales de su misma especie. Por su parte, Girardi et al., (2014, p.945) observaron influencia de la edad y el sexo sobre la concentración de calcio sanguíneo.

El magnesio interviene en procesos bioquímicos, actúa como regulador de la estructura del ribosoma, en el transporte de la membrana, síntesis de proteínas y ácidos nucleicos; generación y transmisión del impulso nervioso, contracción muscular y cardiaca, así como en la fosforilación oxidativa (Aaranda et al., 2000, p.91). Esto puede explicar el alto valor en comparación a los demás reportes de magnesio, debido al estado catabólico presente en los animales del estudio ocasionado por el bajo aporte nutricional lo cual origina niveles altos de magnesio como importante elemento de participación en todo este tipo de reacciones enzimáticas.

Todas las variaciones observadas en las concentraciones de los distintos constituyentes y metabolitos podrían estar relacionadas al manejo nutricional y a las arduas jornadas de trabajo a las que son sometidos los burros de esta región. Situación presentada, en parte, a las condiciones socioeconómicas y culturales de los propietarios, los cuales desconocen los requerimientos nutricionales y no consideran prioritario un adecuado manejo nutricional de los burros.

CONCLUSION

Se presenta el primer reporte del comportamiento promedio y los rangos de referencia de los diferentes componentes del perfil bioquímico en burros criollos machos de Córdoba. Los resultados del presente estudio podrán servir como valores de referencia para la interpretación de parámetros bioquímicos sérico para uso clínico en el diagnóstico de enfermedades de estos animales. Sin embargo, son necesarios estudios complementares que consideren el manejo nutricional y la actividad física de los animales, debido a la variabilidad de los resultados observada en relación a otros reportes.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos muy especiales a todos los productores y campesinos por disponibilizar los animales para el desarrollo de esta investigación, a los estudiantes del programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Córdoba por su apoyo durante la fase de muestreo y al programa de maestría en Ciencias Veterinarias del Trópico.

BIBLIOGRAFÍA

- Aaranda, P, Planells, E, & Llopis, J 2000, 'Magnesio: Scientific communication: Art o technique?', *Ars Pharmaceutica*, vol. 41, no. 1, pp. 91-100.
- Alves, L 2008, 'Influência da idade e do sexo sobre o perfil bioquímico sérico de jumentos da raça brasileira', *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal de Uberlândia.
- Arias, M 2000, 'Aspectos metabólicos del caballo atleta', *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, vol. 12, no. 2, pp. 161-169.
- Blench, R, Do Jode, A, & Gherzi, E 2004, 'Donkeys in Nigeria: history, distribution and productivity', *Donkeys, people and development: a*

Tabla III. Valores medios, desvío estándar, coeficiente de variación, valor mínimo y máximo del perfil mineral en burros criollos colombiano (Average values, standard deviation, coefficient of variation, minimum and maximum value of the mineral profile in Colombian Creole donkeys).

Constituyente sanguíneo	Media	D.E.	CV	Mínimo	Máximo
Calcio (mg/dL)	10.72	1.52	14.19	7.38	14.75
Fósforo (mg/dL)	3.95	1.71	43.21	1.25	8.43
Magnesio (mg/dL)	3.12	1.07	34.27	1.15	6.25

- resource book of the Animal Traction Network for Eastern and Southern Africa (ATNESA). ACP-EU Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation (CTA), Wageningen, The Netherlands, pp. 210-219.
- Burden, F, Hazell-Smith, E, Mulugeta, G, Patrick, V, Trawford, R., & Brooks Brownlie, H 2016, 'Reference intervals for biochemical and haematological parameters in mature domestic donkeys (*Equus asinus*) in the UK', *Equine Veterinary Education*, vol. 28, no. 3, pp. 134-139.
- Cassab, A, Morales, V, & Mattar, S 2011, 'Factores climáticos y casos de dengue en Montería Colombia. 2003-2008', *Revista Salud pública*, vol. 13, no. 1, pp. 115-128.
- De Aluja, A, Bouda, J, López, A, & Chavira, H 2001, 'Valores bioquímicos en sangre de burros antes y después del trabajo Biochemical values in blood of donkeys before and after work', *Veterinaria México*, vol. 32, no. 4, pp. 271-278.
- Duval, F, González, F, & Rabia, H 2010, 'Neurobiología del estrés', *Revista Chilena Neuropsiquiatría*, vol. 48, no. 4, pp. 307-318.
- Evans, G 2009, 'Fluid balance, electrolytes, and mineral metabolism', In: *animal clinical chemistry-a practice guide for toxicologist and biomedical researcher*, 2nd ed, CRC Press. pp. 115-133.
- Garba, U, Sackey, A, Idris, L, & Esiebo, K 2015, 'Baseline vital, haematological and serum biochemical parameters of donkeys', *Journal of Veterinary Medicine and Animal Health*, vol. 7, no. 3, pp. 94-98.
- Girardi, A 2012, 'Parâmetros hematológicos e bioquímicos séricos de jumentos (*Equus asinus*) da raça pêga', Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho.
- Girardi, A, Marques, L, De Toledo, C, Barbosa, J, Maldonado W, Jorge, R, & Da Silva, C 2014, 'Biochemical profile of the Pêga donkey (*Equus asinus*) breed: influence of age and sex', *Comparative Clinical Pathology*, vol. 23, no. 4, pp. 941-947.
- Grinder, M, Krausman, P, & Hoffman, R 2006, '*Equus asinus*', *Mammalian Species*, no. 789, pp. 1-9.
- Jordana, J, Folch, P, & Cuenca, R 1998, 'Clinical biochemical parameters of the endangered Catalanian donkey breed: normal values and the influence of sex, age, and management practices effect', *Research in Veterinary Science*, vol. 64, no. 1, pp. 7-10.
- Kaneko, J, Harvey, J, & Bruss, M, 2008, 'Proteins, Proteomics, and the Dysproteinemias', In: *Veterinary clinical biochemistry of domestic animals*, 6th ed, Academic press, San Diego. pp. 117-155.
- Laus, F, Spaterna, A, Faillace, V, Paggi, E, Serri, E, Vullo, C, Cerquetella, M, & Tessei, B 2015, 'Reference values for haematological and biochemical parameters fo mixed breed donkeys (*Equus asinus*)', *Wulfenia Journal*, vol. 22, no. 1, pp. 294-304.
- Macrae, A, Certshp, D, Whitaker, M, Burrough, E, Dowell, A, & Kelly J 2006, 'Use of metabolic profiles for the assessment of dietary adequacy in UK dairyherds', *Veterinary Record*, vol. 159, no. 20, pp. 655-661.
- McCarthy, E 1986, 'The principles and practices of feed rationing for donkey', In: *The professional handbook of the donkeys*, Svendsen E, (ed), Soveigh printing group, England, pp. 48-50.
- Mcgowan, C 2008, 'Clinical pathology in the racing horse: the role of clinical pathology in assessing fitness and performance', *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, vol. 24, no. 2, pp. 405-421.
- McLean, A.K, Wang, W, Navas-Gonzalez, F.J. et al. 2016, 'Reference intervals for hematological and blood biochemistry reference values in healthy mules and hinnies', *Comp Clin Pathol*, vol. 25, pp. 871.
- McLean, A.K, Wang, W, Reuda, M, & Mary K 2015 'SheatsComparing hematological and blood biochemistry values in Paso Fino mules, hinnies, donkeys and horses from Colombia' en Conference: 14th Congress of World Equine Veterinary Association, At Guadalajara, Jalisco, Mexico.
- Meyer, D, Coles, E, & Rich L 1995, '*Medicina de laboratório veterinária: interpretação e diagnóstico*', Roca, pp. 308.
- Morais, M, Rangel, J, Madureira, J, & Silveira, A 2000, 'Variação sazonal da bioquímica clínica de vacas anelordadas sob pastajo continuo de *Brachiaria decumbens*', *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia*, vol. 52, no. 2, pp. 98-104.
- Mori, E, Fernandes, W, Mirandola, R, Kubo, G, Ferreira, R, Oliveira, J, & Gacek, F 2003, 'Reference values on serum biochemical parameters of Brazilian donkey (*Equus asinus*) breed', *Journal of Equine Veterinary Science*, vol. 23, no. 8, pp. 358-364.
- Mori, E, Mirandola, R, Ferreira, R, Oliveira, J, Gacek, F, & Fernandes, W 2004, 'Reference values on hematologic parameters of the Brazilian donkey (*Equus asinus*) breed', *Journal of Equine Veterinary Science*, vol. 24, no. 7, pp. 271-276.
- Reece, W 1997, '*Physiology of Domestic Animals*', Reece W (ed), Williams & Wilkins, New York.
- Starkey, P, & Starkey, M 2000, 'Regional and world trends in donkey populations'. *Starkey P and Fielding D (ed)*, pp. 10-21.
- Stockham, S 1995, 'Interpretation of equine serum biochemical profile results'. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, vol. 11, no.3, pp. 391-414.
- Svendsen, E, 1997, 'Parasites Abroad', In: *Svendsen (ed), The Professional Hand Book of the Donkey*, 3rd ed, Whittet books Limited, London, pp. 227-238.
- Thrall, M, Weiser, G, Allison, R, Campbel T 2007, 'Evaluación laboratorial de los electrolitos, In: *Hematología e bioquímica clínica veterinaria*', Roca, pp. 497-507.
- Villa, N, Ceballos, A, Ceron, D, & Serna, C 1999, 'Valores bioquímicos sanguíneos hembras brahman bajo condiciones de pastoreo', *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, vol. 34, no. 12, pp. 2339.