

Comparación de Triglicéridos séricos y Glucosa en caballos (*Equus Caballus*) alimentados con forraje seco y con forraje verde con polvillo

Comparison of serum glucose and triglycerides in horses (*Equus caballus*) fed dry forage and green forage with dust

Magaly de L. Díaz*¹Víctor R. Ravillet¹, Luis J.M. Laca², Mae I. Huaman³

¹Departamento de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
Calle Juan XXIII s/n Lambayeque -Perú.

²Asociación de Criadores y Propietarios de Caballos de Paso, Chiclayo

³Laboratorio Patología Clínica Facultad Medicina Veterinaria-UNPRG

*e-mail: mdiazgar@unprg.edu.pe

Resumen

Los caballos son animales de trabajo, por lo cual necesitan de energía, habiendo necesidad de tener reservas, de ahí que, la alimentación en base a carbohidratos es importante porque proporciona energía en forma de glucosa, siendo indispensable su estudio y el de los triglicéridos los cuales intervienen de forma directa en el metabolismo energético y endocrino. El objetivo del estudio fue comparar los niveles séricos de triglicéridos y glucosa en caballos alimentados con forraje seco y forraje verde con polvillo. Para determinar la muestra se aplicó un muestreo por conveniencia, el criterio de inclusión fueron animales alimentados solo con pasto seco. Estudio cuantitativo, descriptivo y pre experimental, con tres tratamientos donde se evaluó los niveles de triglicéridos y glucosa en T0: Caballos alimentados solo con forraje seco, T1: Caballos a los 30 días de consumir forraje y polvillo, y T2: Caballos a los 60 días de consumir forraje verde y polvillo. En cuanto a los niveles de triglicéridos se encontró diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los tratamientos, no encontrando influencia del sexo según prueba de chi cuadrado. En cuanto a la glucosa sérica se reporta que se encuentra diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los tratamientos, además se encuentra influencia del sexo según prueba de chi cuadrado. Se concluye que la mejora de raciones con pastos fresco con polvillo como fuente de carbohidratos

incrementó los niveles de triglicéridos siendo notorio a los 30 días y de glucosa a los 60 días, sin exceder el rango límites de estas variables (18 – 30 mg/dl triglicéridos y 80 - 120 mg/dl glucosa).

Palabras claves: Glucosa, triglicéridos, equinos, energía.

Abstract

Horses are work animals, which is why they need energy, and there is a need to have reserves, hence, carbohydrate-based feeding is important because it provides energy in the form of glucose, making its study and that of triglycerides essential. which intervene directly in energy and endocrine metabolism. The objective of the study was to compare the serum levels of triglycerides and glucose in horses fed with dry forage and green forage with dust. To determine the sample, convenience sampling was applied; the inclusion criterion was animals fed only with dry grass. Quantitative, descriptive and pre-experimental study, with three treatments where the levels of triglycerides and glucose were evaluated in T0: Horses fed only with dry forage, T1: Horses after 30 days of consuming forage and dust, and T2: Horses at 60 days of consuming green forage and dust. Regarding triglyceride levels, a significant difference ($p < 0.05$) was found between treatments, with no influence of sex found according to the chi-square test. Regarding serum glucose, it is reported that a significant difference is found ($p < 0.05$) between the treatments, and the influence of

sex is also found according to the chi-square test. It is concluded that the improvement of rations with fresh grasses with dust as a source of carbohydrates increased the levels of triglycerides, being noticeable at 30 days and glucose at 60 days, without exceeding the limit range of these variables (18 - 30 mg/dl triglycerides and 80 - 120 mg/dl glucose).

Key words: Glucose, triglycerides, horses, energy.

Introducción

En su evolución, los caballos, han sido adaptados para el pastoreo (Martínez, 2008), lo que hacen que se clasifiquen como animales de pastoreo monogástricos, con diversas fuentes de alimento, en donde predominan hojas, tallos y brotes (Filippo et al., 2021).

Libres en el pasto, estos animales pueden pasar de 10 a 16 horas/día pastando, durando cada comida de 2 a 3 horas, separadas por intervalos cortos para el descanso, marcha, actividades sociales (Filippo et al., 2021), y trabajo físico; cabe recalcar que estos trabajos físicos han conllevado a diversas adaptaciones metabólicas (Arfuso et al., 2016), como ocurre con su tracto gastrointestinal, el cual ha evolucionado para adaptarse al pastoreo continuo (Fehlberg et al., 2020).

Esta forma de alimentarse continuamente permite extraer sus principios energéticos de la materia seca de los forrajes mayormente de los carbohidratos y cantidades menores de proteínas y lípidos, obteniendo una energía eficiente, independiente a su contenido en fibra (Martínez, 2008). Empero la dieta y sus comportamientos alimentarios, hoy en día, son dramáticamente diferentes de los de sus antepasados, estando adaptados a la conveniencia humana, y no a la constitución fisiológica (Carver et al., 2023).

En particular, en las crías intensivas, el animal no pastorea libremente, sino, se le suministra el alimento, que generalmente consta de pasto seco y en ocasiones es de mala calidad, no estando disponible todo el

día. Agudizándose la problemática en el caso de los caballos de alto rendimiento que tienen mayores necesidades energéticas (Fehlberg et al., 2020), por lo que es necesario que tengan reservas de la misma. En el caso de un caballo de 500 Kg sus reservas son los triglicéridos de los tejidos adiposos (4Kg) y muscular (1.4-2.8 Kg) y el glucógeno del tejido muscular (3.15-4.0 Kg) y hepático (90-220 g) (INRA, 1990).

Estas necesidades de energía no pueden satisfacerse sólo con forrajes; por lo que se tiene que suministrar insumos que aumenten la densidad energética (Fehlberg et al., 2020). El problema es que el caballo no reconoce cuando la ingesta de energía excede a su demanda, sobre todo cuando come alimentos ricos en energía y bajos en fibra.

Por lo tanto, una ingesta continua de alimentos es una necesidad básica de alta prioridad para los caballos, independiente de la demanda energética que tenga. Si los caballos son alimentados en sistemas de alojamiento individuales de acuerdo con prácticas de alimentación comunes, el comportamiento natural de ingesta de alimento de estos puede verse comprometido (Baumgartner et al., 2020).

Cabe recalcar que para obtener energía es necesario la oxidación del ATP, mediante fosforilación oxidativa, donde interviene, lípidos y carbohidratos en presencia de oxígeno (animales con pruebas de resistencia) y la glicólisis, en la que se hidroliza el glucógeno, resultando ácido láctico de la glucosa anaeróticamente (animales con esfuerzos cortos e intensos) (INRA, 1990)

Lamentablemente, grandes cantidades de insumos causan malestar digestivo, además al parecer el nitrógeno limita la digestión de carbohidratos en el ciego de caballos alimentados con forrajes de baja o moderada calidad, lo que conlleva a una limitada digestibilidad de la Materia Seca, Fibra Detergente Neutra (Jordán et al., 2019).

Aunque la eficiencia alimenticia no es de importancia primaria en la industria equina, la digestión adecuada de fibra dietética es

primordial para la salud intestinal, el suministro de energía y bienestar general. Por lo que consumos de forrajes de mala calidad se asocian con una reducción de la MS. y degradación del FDN, que puede provocar cólicos por impactación y disponibilidad inadecuada de nutrientes (Jordan et al., 2019).

Mas aun por ser herbívoros obligados, dependen de la microbioma intestinal para acceder a los nutrientes y la energía de los carbohidratos complejos que se pueda suministrar en su dieta (Biddle et al., 2018).

Es por eso que el manejo nutricional, incluyendo la composición de la ración, el horario de alimentación y la técnica de alimentación, juega un papel importante en el suministro de energía y el rendimiento de los caballos (Brunner et al., 2015).

Se recomienda que las dietas equinas contengan al menos 1% del peso corporal de forraje (base de materia seca), así mismo, la dieta equina promedio es de 33% a 77% de fibra detergente neutra (Hansen et al., 2020).

Al mismo tiempo hay que tener presente que dietas ricas en carbohidratos no estructurales (CNE) se han relacionado con la resistencia a la insulina y la laminitis en los caballos (Carver et al., 2023).

Por otro lado, tenemos que, en el ámbito de la salud equina, comprender los sistemas metabólicos de los caballos es crucial. Este conocimiento permite controlar afecciones como la hiperglucemia y la hipoglucemia en los caballos, que se centran en el control de la glucosa en sangre (Foxden Equine, 2023).

Es conocido que uno de los componentes esencial en mamíferos del metabolismo energético es la glucosa (Walton, 2021), siendo necesario para el mantenimiento de tejidos (Bromerschenkel y Braga, 2015) y la actividad muscular y neuronal (Buitrago et al., 2016). La glucosa es producida en hígado y en menor cantidad en riñón o por absorción de las fuentes dietéticas (Walton, 2021). A nivel sérico proviene de la dieta y el metabolismo hepático, empero se da variaciones intra específicas sobre todo por condiciones fisiológicas como la edad, dieta

y estado reproductivo (Bromerschenkel y Braga, 2015).

Los caballos dependen generalmente de la gluconeogénesis para mantener los niveles de glucosa en sangre, debido a las reservas limitadas de glucógeno, Cuando se da un balance energético negativo el catabolismo de las proteínas aumenta para proporcionar aminoácidos para la gluconeogénesis (Walton, 2021).

En la práctica médica las concentraciones séricas de glucosa han sido utilizadas como indicadores de enfermedad y como predictor de sobrevivencia (Buitrago et al., 2016). Este analito tiene un flujo constante, siendo transportado desde su fuente a diferentes partes del cuerpo.

En condiciones normales hay equilibrio entre su producción y uso, siendo controlado por la interacción de factores, como el tiempo después de la última comida, influencia hormonal y nerviosa y el uso de glucosa por parte de los tejidos periféricos, como el músculo esquelético (Bromerschenkel y Braga, 2015).

Cuando un caballo consume pienso con alto contenido de almidón y azúcar, su cuerpo lo descompone en glucosa que se utiliza como energía. La insulina, liberada por el páncreas, desempeña un papel fundamental en la regulación del valor de la glucosa en el cuerpo del caballo, ayudando a facilitar el transporte de glucosa a las células donde se utiliza como energía (Foxden Equine, 2023)

Si hay un exceso de glucosa debido al consumo excesivo de alimentos con alto contenido de azúcar, el caballo puede sufrir de hiperglucemia o niveles alto de azúcar en la sangre, de forma opuesta, el nivel bajo de azúcar es conocido como hipoglucemia, es menos común, ocurriendo por diversos factores como una nutrición inadecuada, esfuerzo excesivo o como por complicación de otra enfermedad, lo que se traduce a debilidad, desorientación o, en casos graves, colapso. (Foxden Equine, 2023)

En los adultos, las causas principales de la hipoglucemia se relacionan con el mayor uso de la glucosa disponible por parte del

cuerpo o la disminución de la producción, el metabolismo, el almacenamiento y el transporte de glucosa por todo el cuerpo. La hipoglucemia se puede confirmar con un nivel de glucosa en sangre <75 mg/dL, con valores de glucosa en sangre <42 mg/dL es el punto en el que se producen estados alterados graves de conciencia y convulsiones (Equineews, 2018).

Con respecto a los Lípidos, estos desempeñan diversas funciones en el organismo, como reserva de energía, forma parte fundamental de la membrana celular, en el transporte de vitaminas y hormonas, empero solo algunos tienen importancia clínica y diagnóstica (Walton, 2021).

La mala calidad del alimento o la disminución en el consumo de alimento, especialmente en etapas de alto requerimiento energético pueden provocar hiperlipemia, ocurriendo con mayor frecuencia en ponis, caballos miniatura y burros y con menos frecuencia en caballos adultos de tamaño estándar (Capataz, 2023).

En el ámbito laboratorial, hiperlipemias es el incremento de lípidos séricos, en caballos suelen ser triglicéridos, según el diagnóstico de la concentración de triglicéridos séricos. Las hiperlipidemias con concentraciones de triglicérido superior al valor referencial, pero sin lipemia graves ni enfermedades asociadas, es debido a la ingesta inadecuada de alimento. Así mismo, la hiperlipidemia, hipertrigliceridemia por ayuno en caballos varía de 100 a 300 mg/dL (Walton, 2021)

La patogénesis de la hiperlipemia es compleja, con un balance energético negativo que desencadena una movilización excesiva de ácidos grasos del tejido adiposo, lo que lleva a un aumento de la síntesis hepática de triglicéridos y la secreción de lipoproteínas de muy baja densidad, hipertrigliceridemia concomitante e infiltración grasa del hígado (Capataz, 2023).

El metabolismo de glucosa y lípidos están bien relacionadas mediante la insulina, glucagón y otras hormonas, por lo que las

anomalías del metabolismo de lípidos se relacionan con la desregulación del metabolismo de glucosa (Walton, 2021).

En caballos adultos, los niveles elevados de triglicéridos (grasas) no relacionados con la enfermedad hepática también se asociaron con la hipoglucemia (Equineews, 2018).

El diagnóstico se realiza basándose en la historia, la observación del plasma o suero lipémicos y los signos clínicos, pero se debe tener en cuenta que el diagnóstico definitivo se basa en la medición de triglicéridos en suero, en el cual se encuentran concentraciones superiores a 500mg/dl (Drivers y Barton, 2018).

Por lo mencionado, es importante evaluar la inclusión de carbohidratos como fuente de energía en cantidades que no altere el metabolismo endocrino del animal, por tal el objetivo del estudio fue comparar los niveles séricos de triglicéridos y glucosa en caballos alimentados con forraje seco y forraje verde con polvillo.

Metodología

Se realizó una investigación cuantitativa, descriptiva y experimental de tipo pre experimental (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018). Los animales con los que se trabajó pertenecen a la Asociación de Propietarios de Caballos Peruano de Paso de Chiclayo. El muestreo fue por conveniencia, seleccionando los casos accesibles que estén de acuerdo en ser incluidos, basado en el conveniente acceso y proximidad de los individuos para el investigador (Otzen y Manterola, 2017). Los criterios de inclusión fueron caballos y yeguas de 2 a 4 años que solo consuman pasto seco. Se trabajó con un solo grupo (pre experimental), a los cuales se les extrajo una muestra de sangre para analizar los niveles séricos de glucosa y triglicéridos en animales con una alimentación basada en pasto seco, posteriormente a esto, se cambió la alimentación de forraje seco a forraje verde gradualmente (20Kg. /animal) añadiéndole polvillo (2Kg. /animal)

Las muestras se evaluaron teniendo en cuenta la siguiente distribución:

T0: Valores de glucosa / triglicéridos de equinos con alimentación basada en forraje seco

T1: Valores de glucosa / triglicéridos de equinos a los 30 días de consumir forraje y polvillo

T2. Valores de glucosa / triglicéridos de equinos a los 60 días de consumir forraje verde y polvillo

Se trabajó con sangre entera recolectada en tubos vacutainer rojo, dentro de los equipos empleados tenemos al Espectrofotómetro, Centrifuga, micropipeta automática además de Prueba para la determinación de glucosa en suero, plasma, orina y Prueba para la determinación de triglicéridos.

Un día antes de la extracción de las muestras se procedió a pesarlos con cinta equinométrica, además de evaluarlos que se encuentren clínicamente sanos y en buen estado físico. A los 30 y 60 días posteriores manteniendo la misma alimentación se volvió a extraer las muestras sanguíneas. Estas muestras se extrajeron de la vena yugular respetando los protocolos para la obtención de muestras, las que se extrajeron en las primeras horas del día, en ayunas. Por cada animal se obtuvo una muestra. Después de obtenida las muestras fueron conducidas inmediatamente al Laboratorio de Patología Clínica- FMV donde fueron procesadas.

Se aplicó ANAVA para determinar si hay cambios de las variables glucosa y triglicéridos, además de la prueba de Chi cuadrado para determinar si hay influencia del sexo en las variables en estudio.

Resultados

En la tabla 1 se detalla los resultados del análisis de triglicéridos según los tratamientos evaluados reportando que se encuentra significancia ($p < 0.05$)

Tabla 1.
Valores de triglicéridos según tratamiento evaluados

Variables	Tratamientos			
	T0	T1	T2	
Triglicéridos	Equinos	27.49b ±7.59	32.25a ±5.17	34.71a ±4.38
	Hembras	23.18b ±6.73	29.35a ±4.27	32.07a ±3.49
	Machos	31.80b ±5.92	35.15ab ±4.42	37.34a ±3.58

Así mismo, según la Prueba de Comparaciones Múltiples de Duncan se obtiene que las medias de T0 es diferente a T1 y T2, sin embargo, estos son iguales, por tal se confirma una mejora en los niveles de triglicéridos con el cambio de alimentación siendo notorio a los 30 días de la mejora en la alimentación.

Se realizó también el análisis teniendo en cuenta el sexo de los equinos, observando en la tabla 1 que existe significancia ($p < 0.05$) en los niveles de triglicéridos de yeguas, reportando que T0 es diferente que T1 y T2, y estos son iguales entre sí, además existe significancia ($p < 0.05$) en los niveles de triglicéridos de caballos, reportando que T2 es igual a T1, sin embargo, T1, es igual a T0 y T2.

A la prueba de chi cuadrado se obtiene que no hay influencia del sexo en los niveles de triglicéridos, es decir las variables no están asociadas.

Tabla 2.
Valores de glucosa según tratamiento evaluados

Variables	Tratamientos			
	T0	T1	T2	
Glucosa	Equinos	80.13b ±10.92	86.11b ±11.70	104.04a ±9.26
	Hembras	75.34b ±7.39	81.25b ±7.99	99.02a ±5.49
	Machos	84.91b ±12.09	90.96b ±13.15	109.05a ±9.75

En la tabla 2 se detalla los resultados del análisis de glucosas según los tratamientos evaluados reportando que se encuentra significancia ($p < 0.05$), así mismo según la Prueba de Comparaciones Múltiples de Duncan se obtiene que las medias de T2 es diferentes a T0 y T1, sin embargo, estas son iguales entre sí, por tal se confirma una mejora en los niveles de glucosa con el cambio de alimentación siendo notorio a los 60 días de la mejora en la alimentación.

Se realizó también el análisis teniendo en cuenta el sexo de los equinos, observando en la tabla 2 que existe significancia ($p < 0.05$) en los niveles de glucosa de yeguas, reportando que T2 es diferente que T0 y T1, además T0 y T1 son estadísticamente iguales, así mismo en el análisis obtenemos que existe significancia ($p < 0.05$) en los niveles de glucosa de caballos, reportando que T2 es diferente a T0 y T1, sin embargo, T0 y T1 son iguales.

Las medias encontradas en todos los tratamientos son menores a los valores de glucosa sérica de caballos en reposo (antes de una competencia) según el estudio de Arhancet et al. (2016) quien reporta medias de $103,5 \pm 27,2$ y $116,4 \pm 23,4$ tomados en dos momentos diferentes.

Al realizar la prueba de chi cuadrado se obtiene que hay influencia del sexo en los niveles de glucosa, es decir las variables están asociadas

Discusión

En cuanto a los triglicéridos, los resultados son beneficiosos teniendo en cuenta que los caballos tienen un elevado requerimiento metabólico, necesitando niveles adecuados de lípidos para formar membranas, sintetizar hormonas esteroideas, aportar y transportar combustible metabólico entre otras (Márquez et al., 2014)

Los resultados obtenidos son superiores a los reportado por Díaz et al. (2008) quienes reportan niveles promedio de 23.15 ± 9.80 mg/dl TG en caballos activos los cuales recibieron dietas de pasturas naturales más una dieta con maíz y polvillo de arroz, y panca de maíz ad libitum y de 28.23 ± 11.00

mg/dl TG en caballos sedentarios los cuales recibieron una dieta de concentrado más alfalfa verde y heno de alfalfa.

Por otro lado, vemos que los valores de incremento de los triglicéridos están dentro de los rangos saludables en condiciones de ayuno, que según Naylor et 1980 mencionado por Díaz et al. (2008) indica que niveles de TG en ayuno en caballos saludables es < 200.17 mg/dL. Estos resultados aportan datos importantes puesto que los equinos son usados para trabajo, por lo cual necesitan de energía, de ahí la necesidad que cuenten con reservas tomando referencia que un caballo de 500 Kg sus reservas son los triglicéridos de los tejidos adiposos (40Kg) y muscular (1.4-2.8Kg) (INRA, 1990).

En el caso de los triglicéridos el sexo no está relacionado su incremento, sin embargo, para la variable glucosa el sexo si tiene influencia en los niveles de glucosa.

Los resultados coinciden con el trabajo de Osorio et al. (2020), quienes al comparar el perfil lipídico en equinos y analizar la correlación entre las cantidades lipídicas del suero de cuatro grupos no encontraron diferencias significativo entre el sexo ($45,59 \pm 11,95$ mg/dL TG). Debemos tener en cuenta que la diferencia en los resultados de yeguas y caballos puede estar relacionado con el metabolismo energético y endocrino como lo manifiesta Díaz et al. (2008), quienes indican que aumentos evidentes se relacionarían con la clase de equino y sus diferencias en el metabolismo energético y endocrino, o como resultado del tipo de dieta y ejercicio físico.

En cuanto a la glucosa, el estudio resulta muy importante puesto que el mayor porcentaje de carbohidratos que consumen los equinos se absorben en el intestino delgado, ya en sangre, la glucosa se deposita en hígado como glucógeno, el cual se emplea para proporcionar glucosa al organismo a través de la glucogenólisis, de acuerdo a los requerimientos de tejidos extrahepáticos; además pueden trasladarse al musculo esquelético y corazón de tal manera se produzca energía por glucolisis, sobre

todo cuando se reducen los depósitos de glucógeno, como en el ayuno o se metaboliza en el sistema nervioso, el riñón, o los glóbulos rojos inmediatamente (Arias, 2000).

En los resultados, los incrementos de glucosa están dentro de los límites de los rangos saludables en condiciones de ayuno puesto que no excede del rango normal (80 – 120mg/d), siendo similares a lo resultado que obtuvo Benavides (2017) en caballos de pura sangre en reposo: 87.57 mg/dL medido con glucómetro y 96.40 mg/dL por bioquímica sanguínea, no encontrándose diferencia significativa ($p>0.05$), el mismo autor manifiesta que en Ecuador los niveles de glucosa sérica en caballos en ayunas generalmente es de 60 a 90 mg/dl.

Estos resultados son beneficiosos teniendo en cuenta el trabajo que realizan los caballos requieren de energía, siendo necesario que tengan reservas. En un caballo de 500 Kg una de su reserva es el glucógeno del tejido muscular (3.15-4.00 Kg) y hepático (0.09-0.22 Kg), además para obtener esta energía se necesita la intervención de lípidos e hidratos de carbono (INRA, 1990). Por tal los carbohidratos son de gran importancia en la dieta del caballo, ya que proporciona energía en forma de glucosa variando estos de acuerdo a su digestibilidad y utilización.

Las medias encontradas en todos los tratamientos son menores a los valores de glucosa sérica de caballos en reposo (antes de una competencia) según el estudio de Arhancet et al. (2016) quien reporta medias de $103,5 \pm 27,2$ y $116,4 \pm 23,4$ tomados en dos momentos diferentes.

Conclusión

La mejora de alimentación de caballos con pastos fresco y polvillo como fuente de carbohidratos incremento los niveles de triglicéridos siendo notorio a los 30 días y de glucosa a los 60 días, sin exceder el rango límites de estas variables (18 – 30 mg/dl triglicéridos y 80 - 120 mg/dl glucosa).

Referencias

- Arfuso, F., Giannetto, C., Giudice, E., Fazio, F., y Piccione, G. (2016). Dynamic modulation of platelet aggregation, albumin and nonesterified fatty acids during physical exercise in Thoroughbred horses. *Research in Veterinary Science*, 104, 86-91. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2015.11.013>
- Arhancet Radesca, M., Delgado Blanco, S., y Díaz Gómez, V. (2016). *Determinación de las variaciones séricas de glucosa pre y post competencia en el equino de resistencia (raid)*. [TESIS DE GRADO para obtener el título de Doctor en Ciencias Veterinarias.]. Universidad de la República, Montevideo.
- Arias, M. (2000). Aspectos metabólicos del caballo atleta. *Col Ciencia Pec*, 13(2). <https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/323741/20780928>
- Baumgartner, M., Boisson, T., Erhard, M. H., y Zeitler-Feicht, M. H. (2020). Common Feeding Practices Pose A Risk to the Welfare of Horses When Kept on Non-Edible Bedding. *Animals*, 10(3), 411. <https://doi.org/10.3390/ani10030411>
- Benavides Pereda, C. P. (2017). *Niveles basales de glucosa sanguínea en caballos de pura sangre de carrera dl Hipódromo de Monterrico* [Tesis para optar el grado de Medica Veterinaria, Universidad Ricardo Palma]. https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/1087/Benavides_cp.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Biddle, A. S., Tomb, J.-F., y Fan, Z. (2018a). Microbiome and Blood Analyte Differences Point to Community and Metabolic Signatures in Lean and Obese Horses. *Frontiers in Veterinary Science*, 5, 225.

- <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00225>
- Biddle, A. S., Tomb, J.-F., y Fan, Z. (2018b). Microbiome and Blood Analyte Differences Point to Community and Metabolic Signatures in Lean and Obese Horses. *Frontiers in Veterinary Science*, 5, 225. <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00225>
- Bromerschenkel, I., y Braga Martins, C. (2015). Mensuração da glicemia em potros neonatos. *AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIÁRIDO*, 11(2), 10-15.
- Brunner, J., Liesegang, A., Weiss, S., y Wichert, B. (2015). Feeding practice and influence on selected blood parameters in show jumping horses competing in Switzerland. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 99(4), 684-691. <https://doi.org/10.1111/jpn.12266>
- Buitrago, J. A., Campuzano, S. L., Bolívar, D., López, Y. P., y Cardona, J. A. (2016). Niveles de glicemia en potros criollo colombiano durante sus primeras horas de vida. *Rev. CES Med. Zootec.*, 11(3), 48-57.
- Capataz, J. H. (2023). Hiperlipemia y lipidosi hepática en animales grandes [Manual Veterinario]. *Manual MSD*. <https://www.msddvetmanual.com/digestive-system/hepatic-disease-in-large-animals/hyperlipemia-and-hepatic-lipidosis-in-large-animals>
- Carver, C., Bruemmer, J., Coleman, S., Landolt, G., y Hess, T. (2023). Effects of corn supplementation on serum and muscle MICRORNA profiles in horses. *Food Science & Nutrition*, 11(6), 2811-2822. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3259>
- Díaz C., C., Plaza Castillo, E., y Chimoy E., P. (2008). Niveles séricos de triglicéridos y colesterol en caballos peruanos de paso bajo dos sistemas de crianza. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 19(2), 134-139.
- Drivers, T., y Barton, M. (2018). Disorders of the Liver. En *Equine Internal Medicine* (pp. 871-874).
- Elzinga, S. E., Weese, J. S., y Adams, A. A. (2016). Comparison of the Fecal Microbiota in Horses With Equine Metabolic Syndrome and Metabolically Normal Controls Fed a Similar All-Forage Diet. *Journal of Equine Veterinary Science*, 44, 9-16. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2016.05.010>
- Equineews. (2018). Impacto de los niveles bajos de azúcar en sangre en caballos [Biblioteca de Búsqueda]. *Kentucky Equine Research*. <https://ker.com/equineews/impact-low-blood-sugar-horses/>
- Fehlberg, L. K., Lattimer, J. M., Vahl, C. I., Drouillard, J. S., y Douthit, T. L. (2020). Digestibility of diets containing calcium salts of fatty acids or soybean oil in horses. *Translational Animal Science*, 4(2), 507-518. <https://doi.org/10.1093/tas/txaa001>
- Filippo, P. A. D., Duarte, B. R., Albernaz, A. P., y Quirino, C. R. (2021). Effects of feed deprivation on physical and blood parameters of horses. *Brazilian Journal of Veterinary Medicine*, 43, e000321. <https://doi.org/10.29374/2527-2179.bjvm000321>
- Foxden Equine. (2023, agosto). *Control de glucosa en sangre equina: comprensión de la hiperglucemia y la hipoglucemia en caballos*. <https://www.foxdenequine.com/blog/equine-nutrition/equine-blood-glucose-control-understanding-hyperglycemia-and-hypoglycemia-in-horses>
- Hansen, T. L., Rankins, E. M., Bobel, J. M., McKinney, M., Hackmann, T. J., y Warren, L. K. (2020). Postprandial Blood Glucose and Insulin

- Responses of Horses to Feeds Differing in Soluble Fiber Concentration. *Journal of Equine Veterinary Science*, 88, 102963. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2020.102963>
- Hernández-Sampieri, R., y Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la Investigación. Las rutas cuantitativas, cualitativas y mixta*. Mc Graw Hill Education.
- INRA. (1990). *L' Alimentation des chevaux* (W. Martín-Rosset). INRA.
- Jordan, K. V., Drouillard, J. S., Douthit, T. L., y Lattimer, J. M. (2019). Effects of sodium caseinate on hindgut fermentation and fiber digestion in horses. *Journal of Animal Science*, 97(2), 813-819. <https://doi.org/10.1093/jas/sky436>
- Márquez, A., De Abreu, J. C., Márquez, Y. C., y López, A. (2014). *Perfiles lipídico y proteico en plasma de yeguas de raza cuarto de milla en diferentes etapas reproductivas*. 25(1), 54-57.
- Martínez Marín, A. L. (2008). Factores nutricionales que deben considerarse en el diseño de raciones basadas en forrajes secos y concentrados para caballos de ocio alimentados en pesebre. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 9(3), 1-20pp.
- Osorio, J. H., Quenan, Y., y Castañeda, J. A. (2020). Comparación de perfil lipídico por sexo y edad en una población de equinos en Caldas (Colombia). *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 67(2), 149-158. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v67n2.90708>
- Otzen, T., y Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Walton, R. M. (2021). Laboratory Assessment of Lipid and Glucose Metabolism. En R. M. Walton, R. L. Cowell, y A. C. Valenciano (Eds.), *Equine Hematology, Cytology, and Clinical Chemistry* (1.ª ed., pp. 103-118). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119500186.ch9>