

2024-01-11

Validación del índice de condición corporal en caballos fina sangre de carrera en competencia

Lisandro Eduardo Muñoz Alonzo
Universidad de Concepción, lismunoz@udec.cl

Mario Alfodín Briones Luengo
Universidad de Concepción, mabrione@udec.cl

Constanza Aranís Jiménez
Mi Vet Hospital Veterinario, Yumbel, caranis@mivet.cl

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/mv>

Citación recomendada

Muñoz Alonzo LE, Briones Luengo MA y Aranís Jiménez C. Validación del índice de condición corporal en caballos fina sangre de carrera en competencia. Rev Med Vet. 2024;(48):. doi: <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss48.2>

This Artículo de investigación is brought to you for free and open access by the Revistas científicas at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Revista de Medicina Veterinaria by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

Validación del índice de condición corporal en caballos fina sangre de carrera en competencia

Lisandro Eduardo Muñoz Alonzo¹/Mario Alfodín Briones Luengo²
/Constanza Aranís Jiménez³

Resumen

En 2015, Potter et al. propusieron un índice de condición corporal para equinos que, al igual que la calificación de la condición corporal de Henneke, mostró una alta correlación con el porcentaje de grasa corporal estimada mediante el método de dilución con óxido de deuterio. El propósito de nuestra investigación fue validar el índice de condición corporal como método objetivo de estimación del porcentaje de grasa corporal en caballos fina sangre de carrera en competencia, evaluando su correlación con la calificación de la condición corporal de Henneke modificada por Koehne (1992). Se utilizaron cincuenta caballos fina sangre de carrera en competencia (22 hembras, dos machos enteros y 26 machos castrados), de 3 a 9 años. En cada individuo se estimó la calificación de la condición corporal de Henneke modificada y se midió la alzada, circunferencia del cuello y los perímetros torácico y abdominal, medidas con las que se calculó el índice de condición corporal. Las medidas fueron comparadas entre sexos mediante análisis de varianza y la prueba de Tukey. Se calculó la correlación de Pearson entre la calificación de la condición corporal de Henneke modificada y el índice de condición corporal. La calificación de la condición corporal de Henneke modificada mostró una alta correlación con el índice de condición corporal en caballos fina sangre de carrera ($r=0,922$; $p<0,00001$). El estudio sugiere que el índice de condición corporal es un método válido para estimar la condición corporal en caballos fina sangre de carrera en competencia.

Palabras clave: calificación de la condición corporal de Henneke modificada; índice de condición corporal; medidas corporales; caballos fina sangre de carrera; equinos.

* Artículo de Investigación.

1 Médico veterinario, MSc, Universidad de Concepción.

✉ lismunoz@udec.cl

 <https://orcid.org/0000-0002-8206-1848>

2 Médico veterinario, MSc, Universidad de Concepción.

✉ mabrione@udec.cl

 <https://orcid.org/0000-0002-8721-257X>

3 Médico veterinario, Universidad de Concepción

✉ caranis@mivet.cl

Validation of the Body Condition Index in Thoroughbred racing horses in training

Abstract

A body condition index for equines was proposed by Potter et al in 2015. This index showed, as the Henneke body condition score, a high correlation with the estimation of body fat content by the deuterium oxide dilution method. The purpose of this research was to validate the index by Potter as an objective method to estimate body fat content in Thoroughbred racing horses in competition, through its correlation with the Henneke

Cómo citar este artículo: Muñoz Alonzo LE, Briones Luengo MA, Aranís Jiménez C. Validación del índice de condición corporal en caballos fina sangre de carrera en competencia. *Rev Med Vet.* 2024;(48), e0002. <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss48.2>

score modified by Koehne (1992). Fifty Thoroughbred racing horses in training were used (2 stallions, 26 geldings and 22 mares) between 3 to 9 year old. Modified Henneke body condition score was estimated for each horse, along their height at withers, neck circumference, heart girth and belly girth were measured to calculate the body condition index. Measurements were compared between sexes by analysis of variance and Tukey test. Pearson correlation was calculated between the modified Henneke body condition score and the body condition index. The body condition index showed a high correlation with the modified Henneke body condition score in Thoroughbred racing horses ($r=0.922$, $p<0.00001$). This study suggests that the body condition index is a good method to estimate the modified Henneke body condition score in Thoroughbred racing horses in training.

Keywords: Modified Henneke body condition score; body condition index; body measurement; Thoroughbred racing horses; equines.

INTRODUCCIÓN

La condición corporal es un reflejo de la grasa corporal almacenada (1); en el equino el porcentaje de grasa corporal puede variar entre el 1,1 y 35,6 % (2, 3, 4, 5). En la especie se ha reportado que el porcentaje de grasa corporal puede influir en la fertilidad en las yeguas (6) y en el rendimiento deportivo (7, 8). También, el porcentaje de grasa corporal es un indicador del balance energético (9, 10), así como del riesgo de desarrollo del síndrome metabólico equino y, por lo tanto, un indicador de riesgo de desarrollar laminitis (11, 12).

El porcentaje de grasa corporal en equinos se puede estimar de forma más precisa midiendo el contenido total del agua corporal mediante el método de dilución con óxido de deuterio (13, 14) o un análisis de impedancia bioeléctrica (15, 16, 17).

En equinos se han descrito dos métodos cualitativos para estimar la condición corporal, ambos basados en la inspección visual y palpación de diferentes áreas corporales: la calificación de Carroll y Huntington (18) y la calificación de Henneke (19). Esta última es un método práctico muy usado en investigaciones (5, 20, 21, 22), así como también por propietarios y jinetes (23, 24); no obstante, la calificación de la condición corporal es un método subjetivo (25, 26). La condición corporal ha sido correlacionada con algunos parámetros sanguíneos como la leptina (27, 28) y adenopectina (28), de igual forma con el grosor de la grasa subcutánea en algunas áreas corporales medido mediante ultrasonido (5, 20, 22, 29, 30). Sin embargo, la correlación entre la calificación de la condición corporal y el ultrasonido parece ser dependiente de que el transductor sea posicionado en un lugar exacto (31).

Potter et al. (32) propusieron un índice de condición corporal (ICC) para estimar el porcentaje de grasa corporal en equinos utilizando medidas corporales, con el que evaluaron 22 caballos de diferentes tipos y razas (7 Standardbred, 8 ponis mestizos y 7 pura raza española o cruza de esa raza). En ese estudio, tanto la calificación de la condición corporal de Henneke

(Pearson $r=0,745$) como el índice de condición corporal (Pearson $r=0,772$) mostraron una alta correlación con el porcentaje de grasa corporal obtenido por el método de dilución con óxido de deuterio. No obstante, Muñoz et al. (33) evaluaron la correlación de la calificación de la condición corporal de Henneke modificado con el índice de condición corporal en caballos raza chilena, en el que encontraron una correlación moderada. Pero, como no ha sido evaluada esta correlación en otras razas, el propósito de nuestro estudio fue validar el índice de condición corporal como método objetivo de estimación del porcentaje de grasa corporal en caballos fina sangre de carrera en competencia, evaluando su correlación con la calificación de la condición corporal de Henneke modificada por Koehne (34).

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología utilizada en este estudio fue aprobada por el Comité de Bioética de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad de Concepción, Chile, y el entrenador de cada caballo firmó un consentimiento informado que autorizó su uso en el estudio.

Animales

En el Club Hípico de Concepción (Hualpén, Chile), entre los entrenadores de los caballos que estuvieron de acuerdo en colaborar con el estudio, se obtuvo una muestra por conveniencia de cincuenta caballos fina sangre de carrera, en competencia, de 3 a 9 años, 22 hembras y 28 machos (2 enteros y 26 castrados). El manejo de los equinos mantenidos en el Club Hípico Concepción en general es muy similar: son mantenidos en pesebreras individuales de 3,5x3,5 m, con cama de viruta de madera, durante cerca de 22 h/día. El agua es suministrada *ad libitum* en bebederos automáticos o en baldes. Su alimentación consiste en 3,4±0,5 kg/día de heno de alfalfa (otros usan cubos de alfalfa o heno de ballica como forraje), 9,3±1,8 kg/día de avena en grano y 0,5±0,1 kg/día de algún concentrado comercial peletizado. La dieta es entregada diariamente en tres raciones, en general, a las 8:00 h, 12:00 h y 18:00 h.

La rutina de ejercicio diaria es solo en las mañanas, e incluye una o más de las siguientes actividades: caminata con jinete (20 a 30 min), galope suave sin jinete en picadero circular (5 a 10 min), galope en pista con jinete a diferentes intensidades (20 a 30 min) y caminata de tiro sin jinete (20 a 30 min). Semanalmente, participan en carreras de 800 a 2000 m en pista de arena. No se consideraron en el estudio individuos con claudicación o aumentos de volumen en las áreas corporales medidas.

Metodología

El estudio fue realizado en el invierno de 2017. En cada equino se calificó la condición corporal y se midió tres veces cada parámetro en un periodo de 15 a 20 minutos.

Todos los equinos fueron evaluados entre las 17:00 y 18:00 h antes de recibir alimento.

La calificación de la condición corporal de Henneke modificada se basa en el sistema propuesto por Henneke et al. (22), que consiste en una inspección visual y palpación de la grasa en seis áreas anatómicas del equino (cuello, cruz, lomo, base de la cola, costillas y escápula). Cada área es evaluada individualmente en una escala de 9 puntos, donde 1 es *caquéctico* y 9 *obeso* (tabla 1). Las calificaciones de cada área son sumadas y luego divididas, para obtener la calificación de la condición corporal, en la que la modificación propuesta por Koehne permite valores decimales (34). La calificación de la condición corporal fue realizada por un evaluador con experiencia.

Tabla 1. Sistema de calificación de la condición corporal de Henneke

Calificación	Condición	Cuello	Cruz	Lomo	Base de la cola	Costillas	Escápula
1	Caquéctico	Estructura de cada hueso visible	Hueso fácilmente visible. Sin grasa	Vértebrae visibles. Procesos se sienten puntiagudos	Huesos de la base de la cola y cadera muy visibles	Muy visibles con surcos entre las costillas	Estructura del hueso muy visible
2	Muy delgado	Huesos apenas visibles	Evidente, con muy poca cubierta de grasa	Poca grasa cubriendo las vértebras. Procesos se sienten redondeados	Huesos de la base de la cola y cadera evidentes	Prominentes, con leve depresión entre las costillas	Estructura del hueso puede ser delineada
3	Delgado	Delgado, cubierto por músculos planos	Acentuada con poca cubierta de grasa	Acumulación de grasa hasta la mitad del proceso dorsal, pero fácilmente visible. No se sienten los transversos	Prominente, Huesos de la cadera redondeados pero visibles. Tuberosidad isquiática cubierta	Levemente cubiertas con grasa. Bordes evidentes	Acentuada, con un poco de grasa
4	Moderadamente Delgado	No muy delgado, con algo de grasa	No muy delgada, con bordes lisos	Con leve cresta	Se puede sentir la grasa	Contorno levemente visible	No evidente
5	Moderado	Se une suavemente al cuerpo	Con proceso dorsal redondeado	Musculatura a nivel	Con grasa que se siente esponjosa	No se ven, pero se palpan fácilmente	Se une suavemente al cuerpo
6	Moderadamente musculoso	La grasa se puede sentir	La grasa se puede sentir	Puede tener leve depresión central	Grasa se siente suave	Cubiertas por grasa que se siente esponjosa	Se siente capa de grasa
7	Musculoso	Con depósitos de grasa visible	Grasa que la cubre es firme	Puede tener leve depresión central	Grasa es suave y se ve redondeada	Aun se pueden sentir individualmente	Área posterior rellena con grasa

Calificación	Condición	Cuello	Cruz	Lomo	Base de la cola	Costillas	Escápula
8	Gordo	Notoriamente engrosado	Área lateral rellena con grasa	Depresión central evidente	Grasa muy suave y flácida	Difíciles de sentir	Área posterior rellena a nivel con el cuerpo
		Grasa depositada en la parte interna de los muslos					
9	Obeso	Con bultos de grasa	Con bultos de grasa	Depresión central obvia	Con bultos de grasa	Parches de grasa encima	Con bultos de grasa
		Grasa depositada en la parte interna de los muslos que pueden rozarse. Flancos rellenos a nivel					

Fuente: adaptado de Henneke et al. (19).

El índice de condición corporal (ICC), propuesto por Potter et al. (32), es un índice basado en la medición en centímetros de la circunferencia del cuello (CC), alzada (A), perímetro torácico (PT) y perímetro abdominal (PA), y fue desarrollado para fluctuar entre 1 y 9 en caballos y ponis (Bailey, comunicación personal). Es calculado con la siguiente fórmula:

$$ICC = \left(\frac{PT^{0.5} + PA + CC^{1.2}}{A^{1.05}} \right)^{2.2}$$

Para tomar estas medidas, cada caballo con jácquima y cabestro fue ubicado en una superficie dura y plana en un ambiente tranquilo. Antes de medir la alzada, a cada caballo se le limpió la suela de los cascos. La alzada fue medida con el caballo con sus cuatro miembros apoyados, con los cascos anteriores paralelos y los cascos posteriores separados a no más de 15 cm. La medición fue realizada con un bastón hipométrico de aluminio que posee un nivel horizontal (Master Cheng®, Taiwán). El brazo horizontal del bastón hipométrico fue colocado en el punto más alto de la cruz, nivelado con el suelo y paralelo al caballo (35). Todos los caballos tenían herraduras, por lo que la altura de las herraduras anteriores fue restada a la alzada.

Para medir la circunferencia del cuello y los perímetros torácico y abdominal se utilizó una cinta ergonómica para medir circunferencias (Seca® 201, Alemania). La circunferencia del cuello fue medida perpendicular a la línea superior de la cresta del cuello, aproximadamente en el punto medio entre la nuca y la cruz (31), y fue tomada con el cuello relajado en un ángulo aproximado de 45° (28). El perímetro torácico fue medido

al final de la pausa espiratoria, caudal a la punta de los codos e inmediatamente detrás de extremo caudal de la cruz. El perímetro abdominal fue medido al final de la pausa espiratoria, en el punto más ancho del abdomen, aproximadamente a dos tercios de la distancia lineal entre la escápula y la tuberosidad coxal (31).

Análisis de datos

Para las variables alzada, circunferencia del cuello, perímetro torácico, perímetro abdominal, índice de condición corporal y calificación de la condición corporal se estimaron parámetros de tendencia central y dispersión. Los promedios por sexo de todas las variables fueron comparados usando análisis de varianza ($p < 0,05$) y el test de Tukey. La repetibilidad de las mediciones consecutivas realizadas por un mismo evaluador fue calculada como la correlación intraclass en un modelo lineal, en el que el caballo y la medida fueron factores aleatorios. Además, se calculó la correlación lineal de Pearson entre el índice de condición corporal y la calificación de la condición corporal de Henneke modificada, en general y por sexo.

RESULTADOS

Se observó una alta correlación entre el índice de condición corporal y la calificación de la condición corporal de Henneke modificada en caballos fina sangre de carrera en competencia. La tabla 2 muestra la estadística descriptiva de las medidas corporales, el índice de condición corporal y la calificación de la condición corporal de Henneke modificada.

Tabla 2. Promedios±desviación estándar y valores mínimos-máximos de la alzada (A), circunferencia del cuello (CC), perímetro torácico (PT), perímetro abdominal (PA), índice de condición corporal (ICC) y calificación de la condición corporal de Henneke modificada (CCC), de caballos fina sangre de carrera en competencia por sexos

Sexo	CC cm	A cm	PT cm	PA cm	ICC	CCC
Machos (n=28)	92,9±4,9 (81,5-104,3)	161,5±4,0 (151,4-168,9)	185,3±6,5 (170,5-201,0)	187,7±8,2 (171,0-207,3)	5,0±0,4 (3,9-5,9)	4,9±0,4 (4,3-5,7)
Hembras (n=22)	90,6±4,8 (81,3-98,7)	160,1±3,4 (154,2-167,3)	181,5±4,7 (174,0-189,0)	182,3±6,7 (174,7-199,0)	4,8±0,4 (4,1-5,5)	4,6±0,4 (4,3-5,3)
Total (n=50)	91,9±5,0 (81,3-104,3)	160,9±3,8 (151,4-168,9)	183,6±6,0 (170,5-201,0)	185,3±8,0 (171,0-207,3)	4,9±0,4 (3,9-5,9)	4,8±0,4 (4,3-5,7)

- No se observaron diferencias estadísticamente significativas para las medidas entre machos y hembras.
- La repetibilidad de las medidas consecutivas en un mismo individuo en todos los casos fue mayor a 0,999.
- El coeficiente de correlación de Pearson entre el índice de condición corporal y la calificación de la condición corporal de Henneke modificada fue muy alto y significativo en los caballos fina sangre de carrera en competencia en general ($r=0,922$; $p<0,00001$), así como en machos ($r=0,899$; $p<0,00001$) y hembras ($r=0,985$; $p<0,00001$).

DISCUSIÓN

Aun cuando los valores mínimos y máximos (tabla 2) pueden sugerir un amplio rango de valores, se observó una baja variación en todas las medidas, con un coeficiente de variación entre 2,35 y 8,44 %, en que la mayoría estuvo entre 2,35 y 5,87 %.

Si bien en los caballos fina sangre de carrera no existe un estándar para la alzada, el promedio observado en nuestro estudio está dentro del rango reportado para esta raza, y varía entre 146 y 173 cm (5, 36, 37, 38, 39, 40, 41). A su vez, al no haber encontrado diferencias

significativas en la alzada entre sexos coincide con estudios previos reportados en caballos fina sangre de carrera (37) y árabes egipcios (42).

En relación con la circunferencia del cuello, los dos estudios previos en caballos fina sangre de carrera muestran valores similares (22, 43). Tampoco se encontraron diferencias significativas de esta medida entre sexos, tal vez debido a que estaban en competencia o por el escaso número de machos enteros evaluados en nuestro estudio. Sin embargo, era esperable que la circunferencia del cuello fuera mayor en machos enteros, asociado al depósito de grasa en la cresta del cuello como ha sido reportado en caballos pura raza española (30, 44) y de raza chilena (33), aunque particularidades raciales podrían explicar la ausencia de diferencias.

No existe en el caballo fina sangre de carrera un estándar del perímetro torácico, pero los resultados obtenidos están dentro del rango reportado para la raza (5, 38, 39, 40, 41). Contrario a lo reportado en el caballo pura raza española (44) y árabe (42), se observó que los machos tenían un mayor perímetro torácico que las hembras. No obstante, coincide con otro estudio que no encontró diferencias significativas en el perímetro torácico asociado al sexo en caballos fina sangre de carrera (37).

Tampoco existe en el caballo fina sangre de carrera un estándar para el perímetro abdominal. Sin embargo, el

promedio observado en este estudio fue 28 cm menor al promedio reportado en el único reporte previo en esta raza (22). Esta diferencia podría estar asociada al pequeño tamaño muestral del estudio previo o, tal vez, al hecho de que los caballos de nuestro estudio al estar en competencia tenían una condición corporal menor o recibían un menor volumen de alimento.

Que el perímetro abdominal fuera mayor que el perímetro torácico en un mismo individuo ya había sido reportado (22), y era esperable, ya que el tórax en el caballo fina sangre de carrera tiene forma de barril, y la parte más ancha del tórax es posterior al lugar en donde se mide el perímetro torácico (45). Además, el perímetro abdominal puede variar debido al sistema de alimentación (46), y en las hembras por la gestación (47).

En caballos fina sangre de carrera no existen reportes previos del índice de condición corporal, por lo que este estudio es el primer reporte. Además, los valores observados están dentro de los valores normales esperados (1 a 9), a diferencia de los valores reportados en el caballo raza chilena, en los que se observaron valores sobre 9 (33).

En nuestro estudio la calificación de la condición corporal de Henneke estuvo dentro del rango reportado en estudios previos para la raza, es decir, entre 3,5 y 7,0 (20, 34, 43, 48, 49). Según Koehne (34), la calificación de la condición corporal de Henneke en caballos fina sangre de carrera debería ser entre 5 y 7; sin embargo, recomendaciones modernas para caballos fina sangre de carrera en competencia señalan que la calificación de la condición corporal de Henneke debería ser entre 4 y 5 (43). En el presente estudio un 20,8 % de los individuos presentaba una calificación de la condición corporal de Henneke mayor a 5 (31,1 % de los machos y 13,6 % de las hembras).

Con respecto a la calificación de la condición corporal de Henneke en general, hay un estudio en caballos cuarto de milla que reporta que la calificación de la

condición corporal de Henneke no tiene ninguna relación con la alzada ni con el perímetro torácico (22). En contraste, otro estudio indica que el porcentaje de grasa está correlacionado con ambas medidas (50). Dugdale et al. (4) señalan que existe una correlación entre la alzada y el perímetro abdominal con la calificación de la condición corporal de Henneke, pero que no existe esta correlación con el perímetro torácico. También, otros investigadores han reportado que la calificación de la condición corporal de Henneke está correlacionada con la relación perímetro torácico:alzada (22, 28) y perímetro abdominal:perímetro torácico, por lo tanto, estas medidas pueden variar con el depósito de grasa en equinos (22). Otra investigación señala que el perímetro abdominal no debería ser usado para calificar la condición corporal, ya que depende de la tonicidad de los músculos abdominales y de la distensión del intestino grueso, lo cual depende del volumen de alimento consumido (46). Este último reporte podría explicar de alguna manera la alta correlación observada en los caballos fina sangre de carrera de nuestro estudio.

Potter et al. (32) reportaron una alta correlación entre el índice de condición corporal y la calificación de la condición corporal de Henneke con el porcentaje de grasa corporal estimado por fijación de óxido de deuterio en Standardbred, raza que tiene una conformación y proporciones corporales similares al caballo fina sangre de carrera (51, 52). A partir de esos resultados, se esperaba que existiera una alta correlación entre el índice de condición corporal y la calificación de la condición corporal de Henneke. En el caballo raza chilena, un estudio similar reportó una correlación moderada entre ambas variables, sin embargo, el índice de condición corporal mostró valores sobre 9 en algunos individuos (33).

Las limitaciones de nuestro estudio fueron el disponer solo de individuos con calificación de la condición corporal entre 4 y 6, además de la ausencia de caballos fina sangre de carrera en praderas.

CONCLUSIONES

El coeficiente de correlación de Pearson entre el índice de condición corporal y la calificación de la condición corporal de Henneke modificada fue alta en caballos fina sangre de carrera en competencia, lo que valida su utilización. Sin embargo, se necesitan futuros estudios para evaluar la fórmula del índice de condición corporal en caballos fina sangre de carrera con condición corporal más extrema, diferentes manejos alimenticios y hembras preñadas.

AGRADECIMIENTOS

A los preparadores de los caballos fina sangre de carrera del Club Hípico Concepción, por permitir el uso de sus caballos en este estudio.

REFERENCIAS

- Harris PA, Schott II HC. Nutritional management of elite endurance horses. En: Geor RJ, Harris PA, Coenen M. (Eds.). *Equine applied and clinical nutrition. Health, welfare and performance*. Edinburgh: Saunders Elsevier; 2013. p. 272-288.
- Julian LM, Lawrence JH, Berlin NI, Hyde GM. Blood volume, body water and body fat of the horse. *J Appl Physiol*. 1956;8(6):651-653. Disponible en: <https://doi.org/10.1152/jappl.1956.8.6.651>.
- Gunn HM. Muscle, bone and fat proportions and the muscle distribution of thoroughbreds and other horses. En: Gillespie, J.R., Robinson, N.E. (Eds.). *Equine exercise physiology 2. Proceedings of 2nd International Conference on Equine Exercise Physiology*. Davis: ICEEP Publications; 1987. p. 253-264.
- Dugdale AHA, Grove-White D, Curtis GC, Harris PA, Argo CMcG. Body condition scoring as a predictor of body fat in horses and ponies. *Vet J*. 2012;194(2):173-178. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2012.03.024>.
- Velásquez Mosquera JC, Mendoza Sánchez G, Corrales Álvarez JD, Parra Pineda MA, Medina Rodríguez AC, Izquierdo Sánchez CD, González Acosta JP. Asociación de medidas morfométricas con grasa en el anca en caballos de salto en una escuela ecuestre de Bogotá. *Rev Med Vet*. 2016;(32):67-77. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.19052/mv.3856>
- Morley SA, Murray J-A. Effects of body condition score on the reproductive physiology of the broodmare: a review. *J Equine Vet Sci*. 2014;34(7):842-853. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2014.04.001>.
- Fonseca RG, Kenny DA, Hill EW, Katz LM. The relationship between body composition, training and race performance in a group of thoroughbred flat racehorses. *Equine Vet J*. 2013;45(5):552-557. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/evj.12024>.
- Muñoz L, Ananías M, Cruces J, Ortiz R, Briones M. Condición corporal en caballos de rodeo chileno de élite: estudio preliminar. *Rev Med Vet Zoot*. 2019;66(1):28-34. Disponible en: <https://doi.org/10.15446/RFMVZ.V66N1.79389>.
- Gentry LR, Thompson Jr DL, Gentry Jr GT, del Vecchio RP, Davis KA, del Vecchio PM. The relationship between body condition score and ultrasonic fat measurements in mares of high versus low body condition. *J Equine Vet Sci*. 2004;24(5):198-203. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2004.04.009>.
- Gill JC, Lloyd KE, Bowman M, Siciliano PD, Pratt-Phillips SE. Relationships among digestible energy intake, body weight, and body condition in mature idle horses. *J Equine Vet Sci*. 2017;54:32-36. Disponible en: <http://doi.org/10.1016/j.jevs.2017.02.017>.
- Frank N. Equine metabolic syndrome. *Vet Clin North Am Equine Pract*. 2011;27(1):73-92. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2010.12.004>.
- McCue ME, Geor RJ, Schultz N. Equine metabolic syndrome: a complex disease influenced by genetics and the environment. *J Equine Vet Sci*. 2015;35(5):367-375. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2015.03.004>.
- Dugdale AHA, Curtis GC, Milne E, Harris PA, Argo CMcG. Assessment of body fat in the pony: part II. Validation of the deuterium oxide dilution technique for the measurement of body fat. *Equine Vet J*. 2011;43(5):562-570. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2010.00327.x>.

14. Ferjak EN, Argo C, Cavinder CA, Burnett DD, Dinh TTN. Comparison of horse body fat composition estimated by D₂O dilution, rump fat thickness, and tissue dissection. *J Equine Vet Sci.* 2017;52:50. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2017.03.035>.
15. Forro M, Cieslar S, Ecker GL, Walzak A, Hahn J, Lindinger MI. Total body water and ECFV measured using bioelectrical impedance analysis and indicator dilution in horses. *J Appl Physiol.* 2000;89(2):663-671. Disponible en: <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.89.2.663>.
16. Fielding CL, Magdesian KG, Elliott DA, Cowgill LD, Carlson GP. Use of multifrequency bioelectrical impedance analysis for estimation of total body water and extracellular and intracellular fluid volumes in horses. *Am J Vet Res.* 2004;65(3):320-326. Disponible en: <https://doi.org/10.2460/ajvr.2004.65.320>.
17. Ward LC, White KJ, van der Aa Kuhle K, Cawdell-Smith J, Bryden WL. Body composition assessment in horses using bioimpedance spectroscopy. *J Anim Sci.* 2016;94(2):533-541. Disponible en: <https://doi.org/10.2527/jas.2015-9837>.
18. Carroll CL, Huntington PJ. Body condition scoring and weight estimation of horses. *Equine Vet J.* 1988;20(1):41-45. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1988.tb01451.x>.
19. Henneke DR, Potter GD, Kreider JL, Yeates BF. Relationship between condition score, physical measurements and body fat percentage in mares. *Equine Vet J.* 1983;15(4):371-372. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1983.tb01826.x>.
20. De Olivera Gobesso AA, Diaz Toledo Martins RA, Nunes Gil PC, Françoso R, Ferreira Gonzaga IV. Avaliação de escore corporal em equinos por meio da ultrasonografia. *Braz J Vet Res Anim Sci.* 2014;51(2):136-141.
21. Zoller J, Cavinder C, Sigler D, Tedeschi L, Harlin J. Development of a mathematical model for predicting digestible energy intake to meet desired body condition parameters in exercising horses. *J Anim Sci.* 2019;97(5):1945-1955. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.1093/jas/skz041>.
22. Fowler AL, Pyles MB, Bill VT, Hayes SH, Harris PA, Lawrence LM. Relation between total body water, ultrasonic measures of fat depots and morphometric measurements in horses. *J Equine Vet Sci.* 2017;52:50-51. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2017.03.036>.
23. Gill JC, Pratt-Phillips SE, Mansmann R, Siciliano PD. Weight loss management in client-owned horses. *J Equine Vet Sci.* 2016;39:80-89. Disponible en: <http://doi.org/10.1016/j.jevs.2015.12.014>.
24. Morrison PK, Harris PA, Maltin CA, Grove-White D, Barfoot CF, Argo C-McG. Perceptions of obesity and management practices in a UK population of leisure-horse owners and managers. *J Equine Vet Sci.* 2017;53:19-29. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2017.01.006>.
25. Mottet R, Onan G, Hiney K. Revising the Henneke body condition scoring system: 25 years later. *J Equine Vet Sci.* 2009;29(5):417-418. Disponible en: <http://doi.org/10.1016%2Fj.jevs.2009.04.116>.
26. Dugdale AHA, Curtis GC, Cripps P, Harris PA, Argo CMcG. Effects of season and body condition on appetite, body mass and body composition in ad libitum fed pony mares. *Vet J.* 2011;190(3):329-337. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2010.11.009>.
27. Kearns CF, McKeever KH, Roegner V, Brady SM, Malinowski K. Adiponectin and leptin are related to fat mass in horses. *Vet J.* 2006;172(3):460-465. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2005.05.002>.
28. Carter RA, Geor RJ, Staniar WB, Cubitt TA, Harris PA. Apparent adiposity assessed by standardized scoring systems and morphometric measurements in horses and ponies. *Vet J.* 2009;179(2):204-210. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2008.02.029>.
29. Gobesso AAO, Françoso R, Toledo RAD, Centini TN, Gonzaga IVF, Gil PCN, Baldi F. Evaluation of body condition score in horses by ultrasonography. En: Saastamoinen M, Fradinho MJ, Santos AS, Miraglia N. (Eds.). *Forages and grazing in horses nutrition.* Wageningen: Wageningen Academic Publishers; 2012. p. 387-390.
30. Martin-Gimenez T, Aguirre-Pascasio CN, de Blas I. Ultrasonographic assessment of regional fat distribution and its relationship with body condition in an easy keeper horse breed. *J Equine Vet Sci.* 2016;39:69-75. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2016.01.010>.

31. Dugdale AHA, Curtis GC, Cripps PJ, Harris PA, Argo CMcG. Effect of dietary restriction on body condition, composition and welfare of overweight and obese pony mares. *Equine Vet J*. 2010;42(7):600-610. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2010.00110.x>.
32. Potter SJ, Harris PA, Bailey SR. 63 Derivation of a new body condition index to estimate body fat percentage from morphometric measurements: comparison with body condition score. *J Equine Vet Sci*. 2015;35(5):410-411. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2015.03.073>.
33. Muñoz L, Briones M, Saavedra MJ. Relationship between the body condition index and the modified Henneke body condition score in Chilean horses. *Chilean J Agric Anim Sci*. 2021; 37(1):74-80. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.29393/chjaas37-8rblm30008>.
34. Van de Pol C, Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan MM. Measuring the height of ponies at the withers: influence of time of day, water and feed withdrawal, weight-carrying, exercise and sedation. *Vet J*. 2007;174(1):69-76. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2006.10.023>.
35. Koehne J. Feeding and nutrition. The making of a champion. Sydney: Birubi Pacific; 1992.
36. Mawdsley A, Kelly EP, Smith FH, Brophy PO. Linear assessment of the thoroughbred horse: an approach to conformation evaluation. *Equine Vet J*. 1996;28(6):461-467. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1996.tb01618.x>.
37. Yilmaz O, Ertugrul M. Some morphological traits of thoroughbred horses in Turkey. *Agrolife Sci J*. 2012;1:157-160.
38. Bene S, Giczi A, Nagy Z, Benedek Z, Szabó F, Polgár JP. Live weight and body measurement on hungarian thoroughbred broodmares. *J Central Euro Agric*. 2013;14(3):99-109. Disponible en: <http://doi.org/10.5513/jcea1/14.3.1287>.
39. Thongsri K, Kantanamalakul C, Putsakum M, Pojprath T. Estimation of body weight from body measurements in thoroughbred gelding horses in Central of Thailand. *J Mahanokorn Vet Med*. 2013;8:21-28.
40. Vlaeva R, Georgieva S, Barzev G. Genealogical analysis and inter line differentiation of the thoroughbred sire lines of Blacklock and Touchstone. *Agrarni Nauki*. 2013;5(13):89-95.
41. Kawareti PK, Nandeshwar NC, Banubakode SB, Gedam PM, Ganguly S. Morphometrical measurement of the thoroughbred horses (*Equus caballus*). *Int J Pure Appl Biosci*. 2017;5(3):37-39. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18782/2320-7051.4033>.
42. Sadek MH, Al-Boud AZ, Ashmawy AA. Factor analysis of body measurements in arabian horses. *J Anim Breed Genet*. 2006;123(6):369-377. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0388.2006.00618.x>.
43. Martin-Gimenez T, Aguirre-Pascasio CN, de Blas I. Beyond scoring systems: usefulness of morphometry considering demographic variables, to evaluate neck and overall obesity in Andalusian horses. *Animal*. 2018;12(3):597-605. Disponible en: <https://doi.org/10.1017/s1751731117001628>.
44. Martinson KL, Coleman RC, Rendahl AK, Fang Z, McCue ME. Estimation of body weight and development of a body weight score for adult equids using morphometric measurement. *J Anim Sci*. 2014;92(5):2230-2238. Disponible en: <https://doi.org/10.2527/jas.2013-6689>.
45. Thomas HS. The horse conformation handbook. North Adams: Storey Publishing; 2005.
46. Kienzle E, Schramme SC. Body condition scoring and prediction of body weight in adult warm blooded horses. *Pferdeheilkunde*. 2004;20(6):517-524. Disponible en: <https://doi.org/10.21836/pem20040604>.
47. Vieira PS, Nogueira CEW, Santos AC, Borba L, Scalco R, Brasil CL, Barros WS, Curcio B. Development of a weight-estimation model use in pregnant criollo-type mares. *Cien Rural*. 2018;48:e20160590. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/0101-8478cr20160590>.
48. Pagan JD, Martin OA, Crowley NL. Relationship between body condition and metabolic parameters in sport horses, pony hunter and polo ponies. *J Equine Vet Sci*. 2009;29(5):418-420. Disponible en: <http://doi.org/10.1016/j.jevs.2009.04.117>.
49. Superchi P, Vecchi I, Beretti V, Sabbioni A. Relationship among BCS and fat thickness in horses of different breed, gender and age. *Ann Res Rev Biol*. 2014;4(2):354-365. Disponible en: <https://doi.org/10.9734/ARRB/2014/6947>

50. Abo El-Maaty AM, Mohamed AH, Abu-Aita NA, Morgan HM. Markers for predicting overweight or obesity of broodmares. *J Equine Vet Sci.* 2017;56:9-18. Disponible en: <http://doi.org/10.1016/j.jevs.2017.04.002>.
51. Clark C. *A pocket guide to horses and ponies.* Bath: Parragon; 2007.
52. Pickeral T. *The majesty of the horses.* Hauppauge: Barron's Educational Series; 2011.