

Artículo de revisión

Fundamentos de podología equina: Recorte balanceado y herraje fisiológico

Fundamentals of equine podiatry: balanced trimming and physiological shoeing

Manuel Estrada U¹ 

¹ Cátedra de Cirugía de Especies Mayores y Hospital Equino, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional, Costa Rica.

Recibido: 23 de Julio de 2013. *Corregido:* 1 de Abril 2014. *Aceptado:* 10 de Abril de 2014.

Abstract: The concepts of balanced trimming and physiological shoeing of the equine hoof as a way to prevent asymmetrical weight bearing and related orthopedic problems are discussed in this paper. Suggestions are given for the technical training of the personnel involved. Considering the quantity and quality of the existing equine herd in Costa Rica, it is recommended to create a Farrier School as well as to coordinate the necessary efforts with other educational institutions related to the animal industry in order to bring the necessary knowledge to the groups involved in the care of the equine hoof.

Keywords: Equines, balanced trimming, physiological shoeing, Costa Rica.

Resumen: Se discuten los conceptos de recorte balanceado y herraje fisiológico del casco equino, como manera de prevenir el apoyo asimétrico del casco sobre el suelo y problemas ortopédicos relacionados. Se dan sugerencias para la educación del personal involucrado, pues al considerar la cantidad y calidad del hato equino existente en Costa Rica, es recomendable crear una Escuela de Herreros y coordinar esfuerzos al respecto, con otras instituciones educativas relacionadas con el sector pecuario, cosa que permitirá llevar el conocimiento necesario a todos los sectores involucrados con el cuidado del casco equino.

Palabras Clave: Equinos, recorte balanceado, herraje fisiológico, Costa Rica.

INTRODUCCIÓN

A pesar de la calidad y cantidad del hato equino en Costa Rica no existe una escuela para herreros; el arte de herrar se aprende por tradición o se improvisa por necesidad.

 Autor para correspondencia: mestradavet@yahoo.com



Desafortunadamente, muchas personas, llenas de la mejor intención, recortan el casco del caballo sin conocimiento de su Anatomía y Fisiología, lo cual origina problemas al paciente. Se dice que la herradura es un “mal necesario” porque el clavo produce daño a la pared, pero es más dañino un mal recorte dado que causa desbalance crónico del casco con apoyo asimétrico sobre el suelo, lo cual se proyecta hacia otras estructuras proximales de las patas produciendo variados problemas (Ej. talones separados, osteoartritis o contactos indeseables de extremidades durante el movimiento del caballo). “Podología” o “Podiatría” es la rama de la Medicina Veterinaria que trata los problemas del casco equino. El podólogo equino debe ser herrero, además de veterinario o trabajar estrechamente con un herrero en el manejo de dicha problemática (Stashak et al., 2002; Mansmann et al., 2007). Se considera que el padre de la podología equina moderna es el francés Étienne Guillaume Lafosse, quien, por 1750 dijo “*Pour un cheval qui boite de l’épaule, il y a cent qui boitent du pied*” (Pires, 1949), lo que en idioma Español significa que “por un caballo que renquea de la paleta hay cien que renquean del pie”, estableciendo así la importancia del examen del casco. Posteriormente, el mismo autor (Lafosse, 1760) publica la versión, en español, de su libro titulado “*Nueva práctica de herrar los caballos de montar, y de coche*”. En la introducción de dicho libro, dirigida al Rey de España, Don Francisco Pascual Benard, Maestro Picador del Real Cuerpo de Guardias de Corps de Su Majestad, resume, en dos párrafos, la preocupación actual sobre el daño causado por el incorrecto recorte y herraje: 1) “*Y con el deseo de que se obvien, y enmienden muchos defectos, que se ocasionan a los caballos, por el método ordinario de herrarlos. Pongo a los pies de Vuestra Majestad esta versión castellana del discurso de Mr. Lafosse*”, 2) “*He visto un caballo suyo con mala formación de cascos, y con sobrepuestos; el mismo caballo lo he visto, un mes después, enmendado enteramente; y en otros, que no tenían talones, que en breves días les han crecido con muy buena forma*”. En el último siglo, varios autores (Pires, 1949; Adams, 1974; Hickman, 1977; Redden, 1990; Redden, 1993; Pollit, 1995; Curtis, 1999; Curtis, 2002; Stashak, 2002; Curtis, 2006; Furst & Lischer, 2006; Floyd & Mannsman, 2007; Ramsey et al., 2013) han contribuido, entre otros, a enriquecer la podología equina moderna. Es indispensable conocer la Anatomía y Fisiología del casco equino para resolver los problemas que se presenten. En relación con la “Anatomía del Casco,” existen muchas publicaciones (Bradley, 1920; Getty, 1975; Hickman, 1977; Pollit, 1995; Curtis, 2002; Kainer, 2002; Kaneps et al., 2004; Curtis, 2006; Clayton et al., 2007; Davies et al., 2007b, Davies et al., 2007c). Se asume un conocimiento básico por parte del lector de las estructuras anatómicas ubicadas en el dígito equino, esquematizadas abajo (Figuras 1-3).

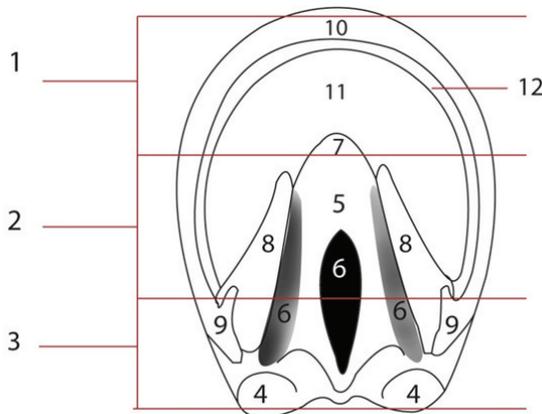


Figura 1. Vista solar del casco, muestra: 1) Punta (pinza o uña), 2) Cuartos de la pared, 3) Talones, 4) Bulbos de los talones, 5) Ranilla (candado), 6) Surcos central y laterales de la ranilla, 7) Punta (ápex) de la ranilla, 8) Barras, 9) Ángulo de las barras, 10) Pared, 11) Suela, 12) Línea blanca.

Figura 2. Vista lateral de la cápsula del casco, muestra: 1) Corona o banda coronaria que incluye el corion de la pared y el corion del perioplo, 2) Pared compuesta por cantidad de pequeños túbulos soldados juntos y alineados normalmente en forma paralela entre sí, 3) Punta (pinza o uña), 4) Cuartos de la pared, 5) Talones, 6) Cuartilla.

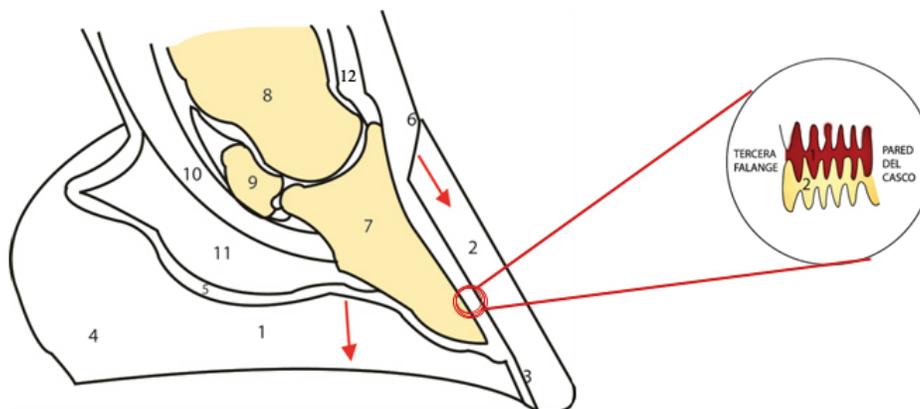


Figura 3. Corte longitudinal del dígito equino, donde: 1) Suela (epitelio queratinizado), 2) Pared del casco, 3) Línea blanca, 4) Zona de la ranilla o candado, 5) Corion de la suela y corion de la ranilla, 6) Corion del perioplo y corion de la pared, 7) Tercera falange, 8) Segunda falange, 9) Hueso navicular, 10) Tendón flexor digital profundo, 11) Colchón digital-ubicación aproximada, 12) Tendón extensor digital común. A la derecha se esquematiza la unión en la línea blanca entre las láminas sensibles, provenientes de la tercera falange (con irrigación sanguínea) e insensibles (córneas) que se originan en la pared del casco. Cada estructura del casco crece hacia distal (indicado por las flechas rojas) a partir del corion o epitelio germinal respectivo y la cicatrización de heridas (quirúrgicas o accidentales) en estas estructuras ocurre por segunda intención.

Debido a lo extenso del tema, se mencionan brevemente algunos aspectos de la "Fisiología del Casco" relacionados con el momento en que ocurre el impacto de dicha estructura contra el suelo (Hickman, 1977; Landeau et al., 1983; Leach, 1983; Bertram et al., 1987;

Pollit, 1995; Bowker et al., 1998; Curtis, 2002; Kainer, 2002; Kaneps et al., 2004; Curtis, 2006; Davies et al., 2007a; Davies et al., 2007b; Rooney, 2007; Ramsey et al. 2013). Dos de las principales funciones del casco son: reducir el impacto y tener un mecanismo antideslizante. Los efectos del impacto se minimizan con la estructura angular de las patas y la mecánica del casco, cuando aterriza en el suelo. Como la parte posterior del casco es la que primero toca el suelo durante el aterrizaje en caballos sanos, (Hickman, 1977) esto se considera un indicador de función correcta (Trotter, 2004). Por esta razón, aquellas estructuras que tienen la función de mitigar el impacto están localizadas en la parte posterior. La magnitud de las fuerzas del impacto se ven elevadas a su máxima expresión cuando el caballo galopa y toma todo su peso solamente sobre una pata. Cuando el casco golpea el suelo sufre un impacto inicial caracterizado por vibraciones de alta frecuencia, seguidas luego por una transferencia de carga desde el cuerpo del caballo hacia el casco (Ramsey et al. 2013). La disminución en la habilidad de absorber estas cargas ha sido implicada en el desarrollo de problemas óseos, articulares y del casco (Turner et al. 1988; Back et al. 2006; Willemen et al. 1999). Existen dos mecanismos principales para absorber dichas cargas: absorción por las extremidades, actuando como resortes "visco-elásticos" debido a las unidades músculo tendinosas (Wilson et al. 2001) y dispersión de las vibraciones de alta frecuencia (Back et al. 2006). Se ha demostrado (Willemen et al. 1999) que dos tercios de la vibraciones se dispersan entre el casco y la tercera falange; que el uso de herradura metálica afecta esta dispersión, aunque herraduras sintéticas podrían ayudar (Back et al. 2006). El dígito equino también minimiza el impacto con la flexión de la articulación interfalángiana distal; el leve descenso de la tercera falange y la suela, la elasticidad de la ranilla y colchón digital, la flexibilidad de los cartílagos colaterales más la expansión de las barras y pared en los talones. Cuando el casco equino aterriza, lo primero que toca el suelo es la ranilla más la parte caudal de la pared del casco, desencadenando una reacción de eventos anatómicos y fisiológicos (Hickmann, 1977; Roepstorff et al. 2001; Ramsey et al. 2013) diseñados por la Naturaleza para dispersar el impacto. Por esta razón, no se debe recortar la ranilla (candado) la cual debe contactar el suelo para funcionar correctamente. Como describe Hickman (1977), la fuerza del impacto, recibida por la ranilla, se dispersa hacia los lados empujando las barras ("abre el casco"); hacia arriba presionando el colchón digital, ubicado debajo de la ranilla, el cual, igualmente, trasmite dicha fuerza, cada vez más disipada, hacia los cartílagos colaterales (Figura 4). De esta forma, (junto con la acción de tendones flexores, ligamento suspensorio y láminas de la pared) se disminuye la transmisión de dicho impacto hasta las articulaciones proximales, el resto del caballo y la montura con el jinete. Durante el aterrizaje del casco, dichas estructuras también sufren la fuerza ejercida por el peso del caballo, jinete y aperos (Hickman, 1977; Kainer, 2002; Ramsey et al. 2013).

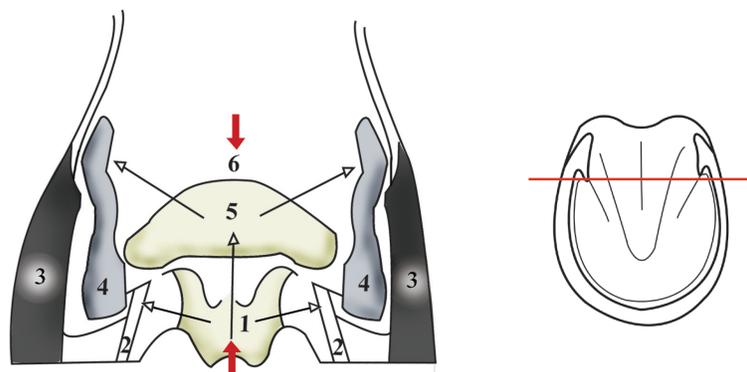


Figura 4. Este esquema (modificado de Hickman J., Farriery, 1977, Cross section of the posterior aspect of the foot, Fig. 42, J.A. Allen & Company Ltd., London, p. 68) es un corte sagital hecho en la parte caudal del casco equino (señalado por la línea roja a la derecha) que muestra aproximadamente la expansión sufrida por el casco equino (señalada por varias flechas negras) luego de que el candado y, posteriormente la suela del casco, efectúan el aterrizaje, donde: 1) Ranilla o candado fibroelástico en contacto con el suelo, 2) Barras de la pared, 3) Pared del casco, 4) Cartílagos colaterales, 5) Colchón digital fibroelástico, 6) Área cercana a la ubicación de la tercera falange. Las flechas rojas ventral y dorsal indican el impacto sufrido por el dígito desde el suelo y el caballo respectivamente.

Complementariamente, Kainer (2002) esquematiza (Figura 5) otras fuerzas que afectan el casco luego del aterrizaje, incluido el efecto que ejercen los tendones flexor digital profundo y extensor digital común (conjuntamente con el extensor digital lateral y ramas del ligamento suspensorio) sobre las estructuras del casco.

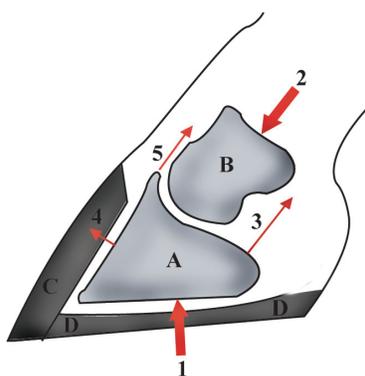


Figura 5. Este esquema muestra una modificación del diagrama de las fuerzas que actúan sobre el casco equino y la tercera falange (Kainer R.A., 2002, in Stashak T.S., Adams's Lameness in Horses, Fifth Edition, 2002, Lippincot, Williams & Wilkins, Philadelphia, Fig. 1.21, p. 23), donde: A) Tercera falange, B) Segunda falange, 1) Impacto causado por el suelo contra el casco durante el aterrizaje, 2) Impacto ejercido por el peso del caballo, jinete y aperos sobre las estructuras del dígito. Incrementos en la velocidad del equino y desbalance del jinete producen aumentos en este impacto, 3) Tracción del Tendón Flexor Digital Profundo, 4) Las láminas sensibles ancladas a las láminas córneas producen una fuerza de contraposición a la tracción proximal del tendón flexor digital profundo, 5) Tracción ejercida por el tendón extensor digital común, sumado al extensor digital lateral y ramas del ligamento suspensorio.

Cada vez que el caballo camina, el impacto del casco contra el suelo también determina el "Bombeo Digital" responsable del "Retorno Venoso," pues los movimientos ocurridos entre la cápsula córnea y la tercera falange (Davies et al., 2007b), junto con los propios de la ranilla, el colchón digital, los cartílagos colaterales y las láminas dérmicas afectan directamente el flujo sanguíneo al generar aumentos de presión directamente proporcionales a la velocidad del equino. En equinos que viven a temperaturas bajo cero, la "Termorregulación" es determinada por una micro-circulación sanguínea protectora. Cuando el casco se enfría a temperaturas muy bajas, entonces la "circulación lenta" con funciones nutritivas pasa a una "circulación rápida" que calienta las estructuras (Pollit, 1995), esto debido a la apertura refleja de las anastomosis arterio-venosas existentes en la micro-circulación dérmica del casco, por lo cual, se dice que los cascos crecen menos a bajas temperaturas, en relación con el verano. El mecanismo antideslizante depende de la forma cóncava que tiene la suela, la cual permite, al casco, adherirse al suelo cuando es presionado hacia abajo; de la ranilla en forma de cuña con un surco central y dos surcos laterales que funciona como el tacón de un zapato, ayuda a que el caballo no resbale cuando frena o hace giros violentos, lo que mantiene su balance. El crecimiento de la pared y suela del casco (Kainer, 2002; Kaneps et al., 2004) ocurre hacia distal a partir del corion respectivo (ver Figura 3). El "recorte balanceado" y el "herraje fisiológico" son los dos conceptos más importantes encontrados en la literatura (Moyer et al., 1975; Hickman, 1977; Moyer, 1980; Butler, 1986; Butler, 1994; Curtis, 1999; Curtis, 2002; Stashak et al., 2002; Kaneps et al., 2004; Curtis, 2006; Furst & Lischer, 2006; Floyd et al., 2007; Foor, 2007), por lo cual, su asimilación, por nuestros lectores, consiste en el objetivo principal de este artículo.

Recorte balanceado del casco

El recorte balanceado del casco implica un fenómeno tridimensional, (ver Figuras 6 a 9) que se refiere a "mantener idealmente un peso igual en todas las estructuras anatómicas ubicadas alrededor del centro de gravedad del casco", el cual debe ser, idealmente, similar al de la extremidad. Para lograr este objetivo, se debe mantener dicho balance (Hickman, 1977; Curtis, 1999; Curtis, 2002; Stashak et al., 2002; Trotter, 2004; Curtis, 2006; Foor, 2007) en la suela y en la pared del casco, (partes lateral, frontal y caudal) tal como se explica en las Figuras 6 a 10. Este concepto incorpora la manera en que el herrero afecta al caballo (Curtis, 2002), tanto parado ("balance estático") como en movimiento ("balance dinámico").

El "Balance Frontal o Medio-lateral" (Figura 6) se refiere a la relación entre la pared medial y la pared lateral del casco.



Figura 6. Se dice que el casco tiene balance medio-lateral o frontal cuando una línea imaginaria horizontal, ubicada sobre la banda coronaria, es paralela a la superficie del suelo e intersecta (formando ángulos de 90°) en forma perpendicular con otra línea imaginaria vertical que debe pasar por el centro de la caña y del casco. El cuarto de la pared lateral tiene una mayor inclinación que el cuarto medial (más parado). En la foto de la derecha se observa el paralelismo existente entre línea roja y plantilla amarilla.

El “Balance Caudal” se aprecia cuando se mira al caballo por detrás (vista póstero-anterior), en la cual, idealmente, los bulbos de ambos talones tienen la misma altura (Figura 7) y existe una ranilla grande que contacta el suelo.



Figura 7. La vista postero-anterior del casco muestra el balance caudal, con el correcto contacto entre la ranilla y el suelo. Ambos talones tienen la misma altura (indicado por la línea roja dorsal al casco). Es de crucial importancia mantener este balance en razas equinas como Inglés de Carreras (Thoroughbred) o algunos Warmblood europeos que tienen talones muy cortos.

El “Balance o nivel de la suela”, conocido también como “Balance solar”, (Figura 8) se refiere al balance en el recorte de la suela y del borde distal de la pared del casco. La suela debe mantener su concavidad y no ser recortada excesivamente pues cuando se adelgaza pierde su capacidad para proteger estructuras blandas subsolares.

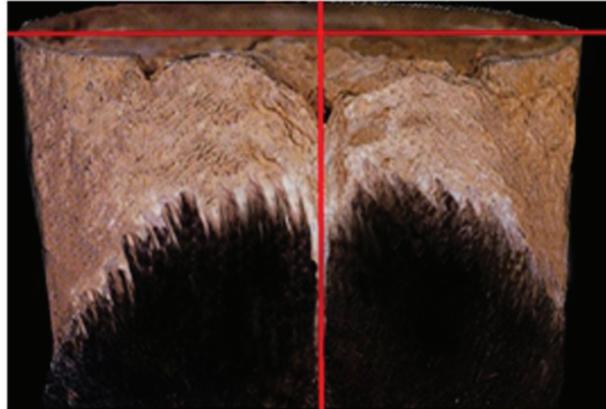


Figura 8. El balance de la suela, indicado por la línea roja horizontal, muestra la punta de la pared, los cuartos de la pared, el área de los talones y las barras de la pared del casco recortados y/o limados al mismo alto que la ranilla (candado). Si se dibuja otra línea imaginaria vertical, ubicada a lo largo de la extremidad, pasando por el centro de la caña (metacarpo o metatarso III), la cuartilla (falanges I-II) y en medio de los talones, esta línea debe formar una cruz con la línea roja horizontal, la cual determina la formación de dos ángulos de 90° en el punto de intersección entre ambas líneas. Si la línea roja horizontal se encuentra inclinada hacia cualesquiera de los lados, esto implica que el casco está desbalanceado.

El "Balance lateral", conocido también como "Balance dorsal-palmar o dorsal-plantar", se refiere a la relación existente entre el ángulo de la cuartilla (falanges I más II) y el ángulo de la pared dorsal del casco (Figura 9). Si la pared del casco tiene distorsiones, entonces, se usa una radiografía latero-medial de la pared dorsal de la tercera falange como referencia. El ángulo del casco se considera correcto cuando su pared dorsal y la cuartilla están alineadas (Stashak et al., 2002; Schramme, 2007). Como cada caballo tiene su ángulo de cuartilla ideal, entonces, la meta del recorte es alinear la pared dorsal del casco con el ángulo de la cuartilla, debiendo ser este "eje cuartilla-casco," idealmente, una línea continua. Cualquier desviación de este eje produce patologías en la extremidad respectiva. Así, un casco largo con talones bajos produce excesivo estrés a los tendones flexores; puede causar osteoartritis, pues aumenta el contacto craneal de las articulaciones del dígito o generar fuerzas que separan los túbulos de la pared del casco al causar reventaduras ("cracks").



Figura 9. La fotografía muestra el "Balance Lateral" ("dorso-palmar" en manos o "dorso-plantar" en patas), en la cual se aprecia cómo las líneas rojas paralelas al casco continúan paralelas al eje de la cuartilla. En resumen, las líneas rojas indican la dirección del eje "cuartilla-casco" correcto, el cual influye en el alineamiento normal de los túbulos de la pared del casco.

La diferencia entre la presión (peso) que pone a la lima, un herrero izquierdo (“zurdo”) versus uno derecho, (Figura 10) podría producir más desgaste en la pared de un lado que en el opuesto (Moyer, 1975; Johnson, 1982; Stashak, 2002; M. Estrada, datos no publicados), lo cual, repetido a lo largo de varios ciclos de herraje, se traduce en desbalances de la cápsula del casco, por lo que el herrero debe ser educado respecto a la importancia del recorte y limado balanceados.



Figura 10. Las fotografías muestran que, según el ángulo y presión que el herrero ponga sobre la lima, se obtiene un lado (medial o lateral) del casco más largo que el lado opuesto.

Un casco mal recortado no solamente altera su forma sino también su posición respecto a la extremidad; lo cual, a su vez, influencia la acción de dicho miembro (Hickman, 1977). Algunos herreros revisan su trabajo midiendo con una regla la distancia entre la corona y el suelo, además del ancho del casco. Inclusive unos pocos profesionales usan un compás para revisar el ángulo del casco, pero la mayoría depende de su vista y experiencia para verificar la calidad del trabajo.

Herraje fisiológico

El propósito principal del herraje es proteger el casco del desgaste que producen las superficies abrasivas sobre las que deambula el caballo. El término “herraje fisiológico” (Hickman, 1977; Butler, 1986; Curtis, 2002; Stashak et al., 2002) se refiere a la aplicación, durante el herraje, de los conocimientos existentes sobre Anatomía y Fisiología del casco equino, lo cual permite preservar su función normal y prevenir algunos efectos nocivos del herraje.

Las “Reglas de Oro para el Herraje Fisiológico” incluyen: (I) La pared del casco se debe reducir en las mismas proporciones en que se desgasta por causa de la fricción natural ejercida por el suelo sobre el casco sin herrar. El balance lateral (ver Figura 9), al mantener el eje “cuartilla-casco” y cortando la pared del mismo alto que la ranilla más el balance solar (ver Figura 8), al

promover el contacto de la ranilla con el suelo, dan una buena indicación de cuánto recortar. (II) El borde externo de la herradura debe ser igual que el contorno de la pared del casco, pues si la pared es limada, para ajustarla al tamaño de la herradura, entonces se elimina perioplo y debilita la pared. (III) El perioplo se debe limar, idealmente, únicamente hacia abajo (distal) de la "línea de clavado," de lo contrario, se favorece la deshidratación del casco y la consecuente aparición de reventaduras. (IV) La suela se debe recortar (adelgazar) lo menos posible para que proteja las estructuras internas del casco. (V) No se deben cortar las barras, pues estas son parte importante de la pared, en lo que respecta al soporte y mecanismo anti-impacto. (VI) La ranilla (candado) no se debe recortar, siempre debe tener contacto con el suelo para funcionar adecuadamente. (VII) La herradura debe ser totalmente nivelada (sin espacios entre metal y casco) apoyándose solamente sobre la pared y las barras, nunca sobre la suela o ranilla. (VIII) La línea blanca es "la frontera por respetar" con el clavado de la herradura. Los clavos se deben poner en la pared (Figura 11) y no hacia adentro de la línea blanca porque tocan estructuras sensibles e inoculan bacterias causantes de infección a dichos tejidos.

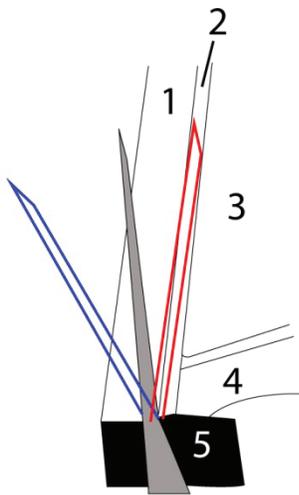


Figura 11. Este dibujo muestra cómo debe posicionarse el clavo, siempre con su lado recto hacia el lado externo de la herradura, lo cual asegura que la punta salga hacia el exterior. Donde: 1) Pared del casco, 2) Línea blanca, 3) Hueso de la tercera falange, 4) Suela y 5) Herradura. El clavo de color gris muestra la posición correcta y emerge de la pared, aproximadamente, a un tercio de su longitud, lo cual da un agarre seguro. El clavo de color rojo está incorrectamente posicionado, dado que toca estructuras sensibles. El clavo de color azul da muy poco agarre y la herradura se suelta rápido al romperse la pared.

(IX) La herradura debe pegarse al casco con el menor número posible de clavos porque dañan la pared ("3 clavos son mejor que 4"), cosa que empeora conforme se clava hacia caudal del casco donde la pared es más delgada; además, el cuarto clavo podría limitar la expansión normal de los talones. En la "línea de clavado", los clavos puestos en la punta o uña, donde la pared es más gruesa, deben salir un poco más arriba (proximal) mientras los otros clavos deben descender paulatinamente hacia los cuartos, saliendo cada vez más abajo que los anteriores, lo cual forma una "línea de clavado" inclinada (Figura 12). Lo anterior, porque al ser la pared más delgada hacia los talones se podría pasar la línea blanca y tocar tejido sensible si se dirige el clavo hacia una salida alta cuando se introduce el clavo más caudal.

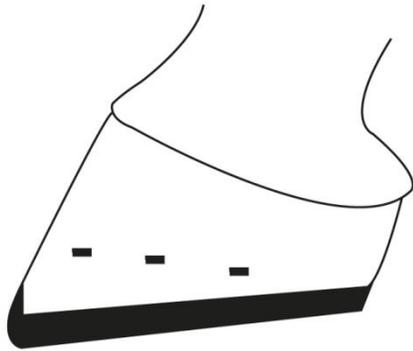


Figura 12. El dibujo muestra la "línea de clavado" correcta que se inicia más alto en la punta (uña) y desciende hacia caudal en la pared del casco.

(X) En caballos con pared de casco muy delgada o en potros jóvenes con los cuales se comete el maltrato de herrarlos (Ej. para efecto de algunas exposiciones), se deben usar clavos de tamaño más pequeño para evitar separación de los túbulos de la pared y la consecuente reventadura. En otras palabras, los clavos usados en un percherón y un caballo miniatura deben tener diferente tamaño.

Se muestra abajo (Figura 13) un resumen de algunos de los errores de herraje más comunes.

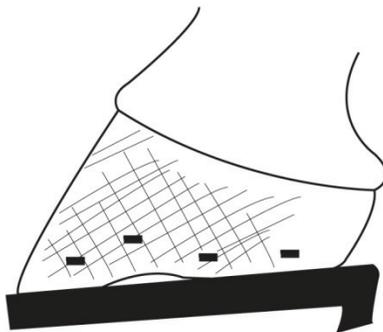


Figura 13. El dibujo esquematiza cómo el perioplo fue limado muy proximalmente; la presencia de espacios indeseables entre la herradura y la pared del casco; una línea de clavado incorrecta con un cuarto clavo puesto muy caudal; la herradura es muy larga y gruesa para este casco en particular, además de tener un tacón innecesario en la mayoría de los casos.

CONCLUSIONES

A pesar de que el recorte y el herraje del casco equino son prácticas centenarias e indispensables en el manejo equino, su aplicación inadecuada puede tener repercusiones en la salud ortopédica de los animales.

El autor considera que, en este momento del siglo XXI, es necesario organizar en Costa Rica, una Escuela de Herreros y fortalecer los Programas de Educación Continua con el personal involucrado (herreros, entrenadores, montadores, propietarios, veterinarios) impartiendo frecuentemente cursos cortos de actualización; todo con la meta de prevenir problemas en el casco del caballo y tener, así, atletas equinos que se desempeñan más eficientemente en el deporte de nuestra preferencia. En este contexto, es necesario matricular, en los temas de herraje y podología, a entidades gremiales o educativas costarricenses tales como el Colegio de Médicos Veterinarios, Colegio de Ingenieros Agrónomos, universidades públicas involucradas con la enseñanza e investigación de las Ciencias Pecuarias (UNA, UCR, UTN-ECAG, ITCR), INA, asociaciones de criadores caballares, clubes hípicas y otras entidades que podrían relacionarse con el asunto.

Pero sobre todo, es necesario insistir, con los Herreros, Entrenadores y Proprietarios de caballos, sobre la importancia del recorte balanceado como el instrumento más barato y eficiente para prevenir problemas ortopédicos causados por el apoyo asimétrico del casco contra el suelo.

REFERENCIAS

- Adams, O.R. 1974. Lameness in Horses. 3rd. ed. Lea & Febiger, Philadelphia.
- Back, W., M. H. I. van Schie, J. N. Pol. 2006. Synthetic shoes attenuate hoof impact in the trotting warmblood horse. *Eq. and Comp. Exercise Physiol.* 3:143-151.
- Bertram, J. E. A., J. M. Gosline. 1987. Functional design of horse hoof keratine: The modulation of mechanical properties through hydration effects. *J. Exp. Biol.* 130:121-136.
- Bowker, R. M., K. K. Van Wulfen, S. E. Springer. 1998. Functional anatomy of the cartilage of the distal phalanx and digital cushion in the equine foot and a hemodynamic flow hypothesis of energy dissipation. *Am. J. Vet. Res.* 59:961-968.
- Bradley, O. C. 1920. The topographic anatomy of the limbs of the horse. W. Green & Son Limited, Edinburgh. p.78-95.
- Butler, K. D. 1986. The prevention of lameness by physiologically-sound shoeing. *Proc. Am. Assoc. Equine Pract.* 32:465-67.
- Butler, K. D. 1994. What every practitioner should know about hoof balance. *Proc. Am. Assoc. Equine Pract.* 40:133-135.
- Clayton, H. M., P. F. Flood, D. A. Rosenstein. 2007. Anatomía clínica del caballo. Elsevier, Amsterdam. p. 41, 53, 56, 58, 59-64.
- Curtis, S. 1999. Farriery-Foal to Racehorse. R & W Publications (Newmarket) Ltd., U.K.

- Curtis, S. 2002. Corrective farriery a textbook of remedial horse shoeing. Vol I.R & W Publications (Newmarket) Ltd., U.K.
- Curtis, S. 2006. Corrective farriery a textbook of remedial horse shoeing. Vol II.R & W Publications (Newmarket) Ltd., U.K.
- Davies, H. M. S., C. J. Philip, J. S. Merritt. 2007a. Functional Anatomy of the Equine Digit: Determining Function from Structure. p. 25-41. *In* A.E. Floyd & R.A. Mannsman, (eds.). Equine Podiatry. Saunders Elsevier, St. Louis.
- Davies, H. M. S., J. S. Merritt, J. J. Thomason. 2007b. Biomechanics of the Equine Foot. p. 42-56. *In* A.E. Floyd & R. A. Mannsman (eds.). Equine Podiatry. Saunders Elsevier, St. Louis.
- Davies, H. M. S., C. Philip. 2007c. Gross Anatomy of the Equine Digit.p.1-24. *In* A. E. Floyd & R. A. Mannsman (eds.). Equine Podiatry. Saunders Elsevier, St. Louis.
- Floyd, A.E. & R.A. Mannsman. 2007. Equine Podiatry. Saunders Elsevier, St. Louis. p.237-239.
- Foor, D. 2007. Balancing and Shoeing the Equine Foot. p. 379-392. *In* A.E. Floyd & R.A. Mannsman (eds.). Equine Podiatry. Saunders Elsevier, St. Louis.
- Furst, A. E., C. J. Lischer. 2006. Foot. p. 1184-1217. *In* J.A. Auer & J.A. Stick, (eds.). Equine Surgery. 3rd.ed. Saunders Elsevier, St. Louis.
- Getty, R. 1975. Sisson & Grossmann's The Anatomy of the Domestic Animals. Vol I. 5th.ed. W.B.Saunders, Philadelphia. p. 249, 229-735.
- Hickman, J. 1977. Farriery a complete illustrated guide. J.A. Allen, London. p. 31-56, 57-68, 69.
- Johnson, J. H. 1982. The Foot. p.1044. *In* R.A. Mansmann & E.S. McAllister (eds.). Equine Medicine and Surgery. 3rd.ed. American Veterinary Publications, Santa Bárbara, CA.
- Kainer, R. A. 2002. Functional Anatomy of Equine Locomotor Organs. p.1-23. *In* T.S. Stashak (ed.). Adam's Lameness in Horses. 5th ed. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia.
- Kaneps, A. J., T. A. Turner. 2004. Diseases of the foot. p. 260-261. *In* K.W. Hinchcliff, A.J. Kaneps, R.J. Geor, (eds.). Equine Sports Medicine and Surgery, Saunders, Edinburg.
- Laffose, E. G. 1760. Nueva práctica de herrar los caballos de montar, y de coche. Impresor Joaquín Ibarra, Madrid.
- Landeau, L. J., D. J. Barnet, S. C. Batterman. 1983. Mechanical properties of equine hooves. *Am .J. Vet. Res.* 44: 100-102.

- Leach, D. 1983. Biomechanical considerations in raising and lowering the heel. *Proc. Am. Assoc. Equine Pract.* 29: 333-342.
- Mansmann, R. A., K. E. von Orde. 2007. Importance of a team approach to equine podiatry, p.432-442. *In* A. E. Floyd & R.A. Mannsman, (eds.). *Equine Podiatry*. Saunders Elsevier, St. Louis.
- Moyer, W., J. P. Anderson. 1975. Sheared Heels: Diagnosis and Treatment. *J.Am.Vet.Med. Ass.*166: 53-55.
- Moyer, W. 1980. Corrective shoeing. *Vet. Clin. N. Am.: Large Animal Practice.* (2)1: 3-24.
- Pires, A. 1949. *Tratado de las Enfermedades del Pie del Caballo*. Editorial Guillermo Kraft Limitada, Buenos Aires.
- Pollit, C. C. 1995. Problem feet. p. 8-43, 44, 72. *In* Pollit C.C. (ed.). *Color Atlas of the Horse's Foot*. Mosby-Wolfe, London.
- Ramsey, G. D., P. J. Hunter, M. P. Nash. 2013. The influence of loading conditions on equine hoof capsule deflections and stored energy assessed by finite element analysis. *Biosystems Engineering.* 115: 283-290.
- Redden, R. F. 1990. White Line Disease. *Equine Pract.*12: 14-18.
- Redden, R. F. 1993. The use of venograms as a diagnostic tool. *Proceedings 7th.Bluegrass Laminitis Symposium*, Slack, Thorofare, New Jersey.
- Roepstorff, L., C. Johnson, S. Drevemo. 2001. In vivo and in vitro expansion in relation to shoeing and frog pressure. *Eq. Vet. J. Supplement.* 33: 54-57.
- Rooney, J. R. 2007. Functional Anatomy of the Foot. p. 57-73. *In* A.E. Floyd & R.A. Mannsman, (eds.). *Equine Podiatry*. Saunders Elsevier, St. Louis.
- Schramme, M. C. 2007. Radiography and Radiology of the Foot.p.146-149. *In* A.E. Floyd & R.A. Mannsman, (eds.). *Equine Podiatry*. Saunders Elsevier, St.Louis.
- Stashak, T. S., C. Hill, R. Klimesh, G. Ovnicsek. 2002. Trimming and Shoeing for Balance and Soundness. p.1081-1144. *In* T. S. Stashak (ed.). *Adam's Lameness in Horses*. 5^{ed}. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia.
- Trotter, G. W. 2004. Hoof balance in equine lameness. *J. Eq. Vet. Sci.* 24: 494-495.
- Turner, T. A., Stork, C. 1988. Hoof abnormalities and their relation to lameness. 34th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners. p.293-297.

Willemen, M. A., McGuigan, M. P., van Den Bogert, A.J. 1999. In vitro transmission and attenuation of impact vibrations in the distal forelimb. *Equine Vet. J. Supplement. 30*: 245-248.

Wilson, A. M., M. P. McGuigan, A. Su, A. J. van Den Bogert. 2001. Horses damp the spring in their step. *Nature. 414*: 895-899.

