

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**  
**DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL**



Simetría y Balance en Cascos de los Caballos

Por:

**CARLOS ARMANDO LÓPEZ MONTES DE OCA**

MONOGRAFÍA

**Presentada como requisito parcial**

**para obtener el título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTENISTA**

Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre 2019

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

Simetría y Balance en Cascos de los Caballos

Por:

**CARLOS ARMANDO LÓPEZ MONTES DE OCA**

MONOGRAFÍA

**QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

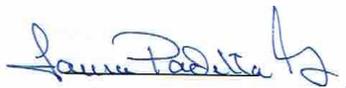
**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

Aprobada por:



M.C. Pedro Carrillo López

Asesor Principal



Dra. Laura E. Padilla González.

Coasesor



MC. Enrique Esquivel Gutiérrez

Coasesor



Dr. José Dueñez Alanís

Coordinador de la División de Ciencia Animal



Saltillo, Coahuila, México. Diciembre 2019

## **DEDICATORIAS**

### **A mi madre**

Con mucho amor para mi gran señora Dora Lilia Montes De Oca Rodríguez, gracias por todo apoyo incondicional en todos los sentidos y por tanta confianza en mí, estos esfuerzos son dedicados para ustedes padres míos, ahora si podemos decir que lo logramos.

### **A mi padre**

Con mucho cariño para mi señorón Armando López Alvarado, gracias por formarme un hombre de bien con todos esos consejos y regaños, gracias a ambos por darme la más grata de las herencias. Además, este trabajo lo hice inspirado en nuestro trabajo de día a día y sé que nos servirá de mucho.

### **A mi hermana**

Con mucho amor y cariño Paola Guadalupe López Montes De Oca, gracias por tanto apoyo al hacerme enojar y a la vez levantarme el ánimo con tanta broma, es muy alentador hablar contigo.

### **A mi abuela**

Con mucho cariño para mi segunda madre Hilaria Guadalupe Montes De Oca Rodríguez, gracias por cuidarme tanto, y estar siempre y en todo momento pendiente de mí.

### **A mis abuelos**

Con mucho amor y respeto a mis segundos padres Tomas López Arana y Rosenda Alvarado Reyes, gracias por ese apoyo incondicional en todos los sentidos, por guiarnos siempre por el buen camino a toda la familia.

### **A mi familia**

A toda mi familia López y familia Montes De Oca, todo este esfuerzo fue dedicado para todos ustedes, gracias por todo el apoyo desde mis tíos y tías hasta los más pequeños de mis primos.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi **ALMA TERRA MATER**, por abrirme las puertas, y darme la oportunidad formar parte de esta gran institución de la gran historia y prestigio que se ha ganado día a día, además de brindarme tantas enseñanzas y aprendizajes, ahora me corresponde ir allá afuera y poner muy en alto su nombre.

### **MC. Pedro Carillo López**

Por todo el conocimiento que me impartió durante la elaboración de este documento, por su colaboración en la revisión, recomendaciones y por la facilidad brindada al compartir la pasión por los caballos. Además, por la amistad aprendizajes ofrecidos en clase.

### **Dra. Laura E. Padilla González.**

Por ser una persona de mucha disposición, por su dedicación y empeño que nos pone a cada alumno que nos acercamos a usted. Por los excelente aprendizajes y conocimientos compartidos en las aulas, gracias profesora.

### **MC. Enrique Esquivel Gutiérrez**

Por ser un profesor de mucho apoyo y disposición para lograr realizar este documento, por todos los conocimientos compartidos en las clases y por la amistad brindada.

### **A los Profesores**

Gracias a todos los profesores desde los más estrictos hasta los más accesibles, todos me dejaron valiosos conocimientos en todos los sentidos, que sé me serán de mucha utilidad en la vida, gracias por todos profesores.

# TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS .....	III
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo general.....	2
1.1.1 Objetivos específicos.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
2.1 Origen y evolución del caballo .....	3
2.2 Anatomía.....	6
2.2.1 Región de la cabeza.....	6
2.2.2 Región del cuello.....	7
2.2.3 Región del tronco.....	7
2.2.4 Región de las extremidades .....	8
2.3 Aplomos .....	9
2.3.1 Criterios de evaluación.....	10
2.3.2 Aplomos de los miembros anteriores .....	11
2.3.2.1 De perfil de todo el miembro .....	11
2.3.2.2 De perfil y por regiones.....	12
2.3.2.3 De frente de todo el miembro .....	14
2.3.2.4 De frente por regiones.....	15
2.3.2.5 Anormalidades de aplomo combinadas .....	17
2.3.3 Aplomos de miembros posteriores .....	17
2.3.3.1 De perfil todo el miembro .....	18
2.3.3.2 Por detrás, de todo el miembro.....	19
2.3.3.3. Por detrás y por regiones.....	19
2.4 Anatomía del pie .....	20
2.4.1 Biomecánica.....	25
2.5 El casco.....	26
2.5.1 Anatomía y fisiología del casco .....	26
2.5.1.1 Vista desde abajo.....	26
2.5.1.2 Vista de perfil y por detrás .....	28
2.5.1.3 Estructuras internas.....	29

2.6 Simetrías .....	31
2.7 Balance.....	34
2.7.1 Aspecto ventral (balance Y) .....	35
2.7.2 Aspecto lateral (balance Z) .....	37
2.7.3 Aspecto dorsal (balance X) .....	39
2.7.4 Balance F.....	41
2.7.4.1 Causas y consecuencias de un desequilibrio .....	43
2.7.4.2 Corrección y estabilización de cascos desviados.....	44
2.8 Sustentos.....	44
2.8.1 Sustentos del casco con relación a tipos de suelo .....	45
2.9 Desplazamientos .....	46
2.9.1 Aires de desplazamientos del caballo .....	46
2.9.1.1 Clasificación de aires de los movimientos del caballo.....	47
2.9.1.2 Locomoción de las extremidades del caballo.....	48
2.9.2 La física aplicada al desvase y herrado del caballo .....	49
2.9.2.1 Principios y leyes de la dinámica con relación al desplazamiento.....	51
2.9.3 Relación entre aplomos, simetrías, balance, sustentos y desplazamiento de las extremidades del caballo.....	52
2.10 Herrajes.....	53
2.10.1 Tipos de herrajes .....	53
2.10.2 Proceso de colocación de herraduras en los miembros de los caballos.....	55
2.10.3 Reglas para un correcto herraje .....	60
2.10.4 Herraduras .....	61
2.10.4.1 Tipos de herraduras.....	62
2.10.4.2 Partes de la herradura.....	62
III.    CONCLUSIÓN.....	66
IV.    LITERATURA CITADA.....	67

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Aplomos vista de perfil .....	14
<b>Figura 2</b> Aplomos vista de frente .....	17
<b>Figura 3</b> Anatomía del pie .....	21
<b>Figura 4</b> Anatomía básica de un dígito en el caballo .....	24
<b>Figura 5</b> Partes del casco .....	28
<b>Figura 6</b> Simetrías del casco .....	33
<b>Figura 7</b> Balance X, Y, Z .....	35
<b>Figura 8</b> Demarcado del casco .....	36
<b>Figura 9</b> Eje de cuartilla quebrado hacia atrás .....	38
<b>Figura 10</b> Eje cuartilla casco con una buena alineación .....	38
<b>Figura 11</b> Aspecto dorsal del casco con un desequilibrio hacia un lado .....	39
<b>Figura 12</b> Casco bien distribuido en su eje axial. ....	40
<b>Figura 13</b> Distribución triangular de las presiones y contrapresiones .....	41
<b>Figura 14</b> Flexión vertical .....	42
<b>Figura 15</b> Etapas de marcha del caballo. ....	47
<b>Figura 16</b> Cascos con diferentes gradientes de angulación en el eje casco- cuartilla. .....	48
<b>Figura 17</b> Intervención del ángulo del casco en el arco de vuelo. ....	50
<b>Figura 18</b> Vuelo del casco, tratándose de un caballo con frecuencia de tranco baja y amplitud de tranco alta. ....	50
<b>Figura 19</b> Herraje Ortopédico. ....	54
<b>Figura 20</b> Tabla de niveles de recorte .....	57
<b>Figura 21</b> Partes de la herradura .....	65

## I. INTRODUCCIÓN

La domesticación del equino surgió principalmente de la necesidad del hombre de contar con un medio para transportarse, una fuerza adicional de trabajo, como un componente de guerra y deporte.

Desde antes de las civilizaciones griega y romana, el estado de los cascos del caballo fue motivo de preocupación, y es probable que la profesión de médico veterinario zootecnista deba su existencia a este hecho, puesto que la principal ocupación de quienes la fundaron era el cuidado de los cascos (Sisson y Grossman, 1990).

Distintos autores y criadores manejan algunas frases relacionadas con la importancia de los cascos en el caballo, una de ellas es; “el pie del caballo tiene tanta importancia como el cerebro en el hombre: sin pie no hay caballo, sin cerebro no hay hombre”, esto hace referencia que sea cual sea su uso del caballo, los pies forman parte básica en la actividad a la que se destine.

Si los pies no están bien aplomados todo el caballo queda funcionalmente desequilibrado y las posibilidades de una actividad optima se ven mermadas (Williams y Deacon, 2008), es importante procurar la salud y bienestar de los equinos para evitar la aparición de patologías ya que afectan su calidad de vida y repercuten a nivel económico. Por lo tanto, su valor está determinado fundamentalmente por el estado de sus miembros y pies, por esto, a pesar de tener una buena conformación en otras zonas, si existiera algún trastorno a nivel del pie, el caballo no sería de mucha utilidad (Adams, 1974).

## **1.1 Objetivo general**

Ofrecer al lector información básica referente a la importancia que tiene el cuidado de los pies del caballo, mediante la correcta simetría y balance de cada una de sus extremidades.

### **1.1.1 Objetivos específicos**

Dar a conocer la información básica necesaria que nos permita determinar una adecuada simetría y balance en los cascos de los caballos.

Analizar la relación de la simetría y balance de los cascos con el sustento y distribución del peso de los caballos, así como con los aplomos y sus desplazamientos.

Dar a conocer la importancia de la simetría y el balance de los cascos en el herrado.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Origen y evolución del caballo

El origen del caballo se le conoce como *Eohippus*, se cree que vivió hace aproximadamente 60 millones de años y fue originario de Norteamérica, medía unos 30 centímetros de altura, con almohadillas en las patas (como poseen en las patas los perros). Sus primeros ancestros conocidos de acuerdo a los fósiles encontrados en Norteamérica, eran unos cuadrúpedos pequeños, del tamaño de un zorro; los cuales se conocían como “caballos primitivos” u *Eohippus*, un nombre derivado de la era geológica del eoceno y del griego *hippus*, que significa caballos. Estos caballitos primitivos tenían tres dedos en las patas posteriores y cuatro en las inferiores, con una almohadilla suave en la planta del pie, con unas terminaciones callosas duras a modo de uñas precursoras de los cascos (Ballereau, 2003).

En un principio fue de talla pequeña y de aspecto de un perro; vivía en los bosques alimentándose de hojas. Su dorso presentaba una línea arqueada, deslizándose hacia abajo hasta desembocar en una cola que arrancaba a una altura inferior a los hombros. Tenía los dientes pequeños y afilados con un remoto parecido a la del caballo actual (Russel, 2003).

Evolucionó en el continente americano y se expandió hacia el este y el oeste, a través de las conexiones terrestres existentes en ese entonces América, Europa y Asia, desapareciendo hace entre 35 y 40 millones de años (Gordon *et al.*, 1999).

Las causas de la súbita desaparición del caballo de tierras americanas se cree que obedece a: enfermedades contagiosas o debido algún parásito fatal, cambios

climatológicos severos, competencia entre especies y a la imposibilidad de adaptación (Sáenz, 2008).

La siguiente etapa significativa fue el **Mesohippus**, una criatura del tamaño de una oveja que apareció en la era del Oligoceno, aproximadamente entre 26 y 40 millones de años; el cual retenía del **Eohippus** la blanda almohadilla de la planta de los pies, pero a diferencia del otro, este contaba con tres dedos de cada uno de los cuatro miembros. El dedo central era el más grande que los dedos laterales, indicando la mayor parte del peso lo que indicaba que los suelos de los bosques pantanosos eran más duros (Gordon *et al.*, 1999).

El clima y el entorno natural de estos animales fue cambiando a lo largo de los 15 millones de años siguientes, de modo que la siguiente era geológica durante la era del Mioceno (hace aproximadamente entre 26 y 10 millones de años), el clima ya no era tan húmedo y poco a poco se fue haciendo más seco; por consiguiente los bosques pantanosos se fueron abriendo dando paso a grandes zonas de pastos donde los caballos podían desplazarse con mayor rapidez y a mayores distancias, desarrollando extremidades más largas (Ballereau, 2003). En la primera parte del periodo del Mioceno el **Mesohippus** fue reemplazado por el **Miohippus**, que era una especie de mayor tamaño, con las patas más largas, siendo también tridáctilas, con los ojos separados y tenía la corona dentaria adaptada a la búsqueda de alimentos (Russell, 2005).

Con posterioridad, el **Merychippus**, último caballo con tres dedos en sus miembros anteriores, con avanzada atrofia de los dedos laterales, este último, se alimentaba de hierbas blandas por su avanzada transformación dentaria y mostraba mayor largo de la cabeza pareciendo cada vez más al caballo actual (Gil, 2013).

La siguiente y última rama evolutiva, dando lugar al **Pliohippus**, que fue de las primeras especies que tuvieron los cascos formados, los dedos habían desaparecido (Ballereau, 2003). Existió hace 2.5 millones de años aproximadamente y presentaba

importantes transformaciones en los molares, su cráneo aparece más largo en relación a los anteriores (Gil, 2003).

Entre 2.6 millones de años y un millón de años aparece el **EQUUS CABALLUS**, antecesor más cercano al caballo actual, que emigra del continente americano al asiático a través del estrecho de Bering y llega hasta el occidente de Europa (Gil, 2003).

Su evolución corresponde principalmente a cuatro tipos básicos, de los cuales descienden las razas existentes; el caballo del bosque de tipo sólido, con cabeza y cascos grandes; es muy probable que fuera el fundador de los caballos de sangre fría y de razas de tiro; el caballo de la meseta, de tipo más fino, descienden los pequeños y resistentes caballos mongoles semisalvajes; como recursos de las razas modernas mejor conocido como Przewalski (***Equus Ferus***) y el Tarpán (***Equus Gmelinî***).

El caballo de la estepa, de un tipo más ligero, originó las razas orientales, como el árabe y el barbo, los cuales son antecesores de la raza pura sangre (www.caballomania.com, 2002).

El caballo de la tundra era de tipo grande y pesado, proveniente de las regiones polares y parece ser el único descendiente; en la clasificación de los caballos post glaciares del viejo mundo que manejaron los primeros domesticadores no se habla de especies sino de varios tipos: El pony celta de Ewart, mejor conocido como pony atlántico; este caballo escandinavo habitó en el norte de Eurasia (Europa y Asia) y las razas modernas que más se le asemejan son el pony de los fiordos noruego y el caballo de tiro pesado Noriker (Araba y Crowell, 1994).

El caballo de Asia central, es un caballo que posee la semejanza del caballo portugués, pony caspiano antecesor del árabe y muchas razas de origen persa; donde la mayor parte de razas Europeas y de Asia provienen de los caballos primitivos como

el Przewalski y el Tarpán, pero cabe mencionar que el Przewalski ha sobrevivido hasta el día de hoy y el Tarpán se extinguió hace más de un siglo (Araba y Crowell, 1994).

## **2.2 Anatomía**

El caballo en su composición externa, se divide en cabeza, cuello, tronco y extremidades, estas son las cuatro regiones en las que se secciona el caballo para identificar sus partes de su anatomía externa.

Se estima que la armazón ósea que sostiene su masa muscular del caballo consta de 205 huesos, los cuales se distribuyen en 54 de la columna vertebral, 1 esternón, 34 a nivel de cráneo, incluido hueso del oído, 40 en los miembros torácicos, y 40 en los miembros pelvianos (Real, 2012).

### **2.2.1 Región de la cabeza**

La cabeza se encuentra en la parte craneal del animal, comenzando en la terminación del cuello, tiene forma de una pirámide cuadrangular con su base en la nuca, es la parte más expresiva del animal. Puede variar el perfil de la cabeza (reto, cóncavo y convexo) dependiendo de la edad y la raza, está proporcionada y en dirección con relación al cuerpo ya que de esto dependerá el centro de gravedad del animal, actuará como palanca en los movimientos del animal.

La gran cantidad de músculos que existe en la cabeza de los caballos intervienen en las gesticulaciones, y éstas junto con las orejas y los ojos de manera bastante aproximada indican temperamento, estado de ánimo y salud, y manifestaciones sexuales de estos; además la cabeza contribuye a poner de manifiesto la vigorosidad, la debilidad, y en general, la fisonomía propia del animal (Ravazzi, 1999).

En la región de la cabeza se localizan parte de los órganos del sistema nervioso central, así como los órganos de los sentidos, y se divide en región auricular, ocular, nasal, cuencas o saleros, sien, frente, ternilla y chaflán o puente de nariz, carrillos, boca, quijada y canal exterior o Inter mandibular (Ravazzi, 1999).

### **2.2.2 Región del cuello**

El cuello tiene dos bases, la más chica está unida con la cabeza y la más grande se une con el tronco, tiene un tipo de forma trapezoide, aunque esta forma puede variar por la raza del caballo y debido a eso el borde superior pueden ser rectos, cóncavos o convexos. Además, es el lugar donde está incrustada la crinera, y también dependerá la abundancia de crines por factores raciales.

El cuello interviene en la actividad del caballo y su dirección está íntimamente ligada con el equilibrio del resto corporal. Este no debe tener un ángulo menos de 90 grados en relación con su borde inferior y la cabeza; porque si no su peso se recarga sobre el tren posterior; lo que aligera el tren anterior al desviarse el centro de equilibrio hacia atrás, lo cual favorece los movimientos rápidos de los remos anteriores y el buen apoyo en los posteriores, características útiles en caballos rejoneadores. Por el contrario, si el cuello tiende a la horizontalidad, el centro de equilibrio se desvía hacia adelante y se aligeran los remos posteriores que son los del impulso; característico de caballos de carreras (Real, 2012).

La región del cuello está conformada por la nuca, crinera, crines, canal yugular, tablas del cuello, y la región de tráquea.

### **2.2.3 Región del tronco**

El tronco dependiendo de su constitución nos permite imaginar la actividad que puede desarrollar el animal, según la raza o el individuo la caja torácica puede presentar un gran desarrollo, así como también sus funciones respiratorias, por lo que

al presentar mayor volumen respiratorio se puede decir que el caballo será un buen corredor. Aunque existen caballos con gran desarrollo óseo y muscular, por lo que presentan una gran resistencia física y son aptos para trabajos de tiro o carga. (Real, 2012).

La región del tronco está conformada por el lomo, cruz, dorso, grupo, anca, maslo, cola, región perineal, cinchera, pecho, encuentro e ijares. Además, dentro de esta región en los machos se localiza el pene y los testículos, y en las hembras se localiza la vulva y las mamas.

#### **2.2.4 Región de las extremidades**

El caballo tiene 4 extremidades las cuales se dividen en anteriores y posteriores; las extremidades deben de estar bien desarrolladas, proporcionadas al cuerpo del animal, con altura y aplomos correctos, ya que tendrán la función de realizar los movimientos simultáneos que realiza el animal. Además, desde el punto de vista de muchos investigadores y criadores, estas regiones son las más importantes para un caballo.

##### **Miembros anteriores**

Estas extremidades son las que se consideran de sostén, por la mayor parte del peso corporal que se concentra en estas dos extremidades.

Estas extremidades se subdividen en espalda, hombro, brazo, codo, antebrazo, rodilla, caña, tendón, menudillo, cuartilla y casco.

##### **Miembros posteriores**

Son las que conforman el tren posterior, lo cual son de suma importancia ya que de ellos dependerá el movimiento equilibrado y armónico del caballo.

Estas extremidades se subdividen en muslo, babilla, pierna, corvejón, menudillo, caña, tendón, cuartilla y casco.

### **2.3 Aplomos**

Es la dirección adecuada que deben seguir los ejes oblicuos y perpendiculares de los miembros en relación con la línea horizontal del suelo, para el correcto desplazamiento y sustentación del animal (Losinno, 2009).

El cuerpo se sostiene e impulsa mediante las extremidades, las cuales tienen una dirección determinada "Aplomo", que corresponde a la dirección que sigue el eje de los miembros en relación con el plano medio del cuerpo y con el suelo (Toucedo, 1977), es decir es el curso que tienen los miembros bajo el tronco, considerados en el momento de parado y al momento del caminado. Se consideran correctos aquellos en los que en la posición estático postural, los diferentes rayos óseos se disponen de tal manera, que el sostén del cuerpo se realiza con el mínimo y el máximo de seguridad, permitiendo que los movimientos de progresión, retroceso y lateralidad se lleven a cabo en las condiciones más favorables (Olhagaray, 1984). Se puede hablar de aplomos normales cuando la dirección de los miembros, apreciada en sus diferentes regiones tanto por separado como en conjunto, no presentan ningún defecto, de modo que los miembros sostienen con el mínimo esfuerzo y con máxima solidez el cuerpo del animal y permiten su fácil y correcto desplazamiento (Real, 2000).

Si los aplomos de los miembros son "ideales", existe una alta probabilidad de que las dimensiones de los cascos sean adecuadas, que los pasos sean simétricos, que el desplazamiento de los miembros se realice paralelamente al plano medio del cuerpo y que el peso del cuerpo sea soportado equitativamente por los miembros, por el contrario, si son defectuosos estas características se ven alteradas (Balch *et al.*, 1995). Las anomalías respecto de los aplomos son desviaciones hacia los lados, hacia adelante o hacia atrás, en ciertas regiones o en conjunto, lo cual resta valor a la conformación y generalmente dificulta el desplazamiento del animal (Real, 2000), lo

que es un factor condicionante de fenómenos de adaptación a las circunstancias imperantes con el posible desarrollo de afecciones osteo - articulares de los miembros y del pie equino (Pires y Lightowler, 1989).

La existencia de aplomos anormales en un caballo puede predisponer a ese equino a un conjunto de alteraciones que se manifiestan con claudiciones originadas por irregularidades existentes en la estructura de su organismo, generará trastornos funcionales en los músculos, ligamentos y articulaciones (caballoscriollos.com, 2015).

Entre más grande sea la desviación, más graves y delicados serán los trastornos, y esto se verá reflejado en las presiones ejercidas y mal distribuidas en el pie equino, con el tiempo traerá marchas irregulares. Estos problemas deben ser tomados en cuenta por los herreros, con motivo de correcciones de estas desviaciones.

Reckmann (1999), realizó un estudio con el objetivo de tener un mayor conocimiento de la conformación y estado de las extremidades y pies del caballo fina sangre criollo chileno, determinando las principales alteraciones que los afectan. Para esto evaluó los aplomos, cascos, y herrajes a 319 ejemplares, entre 2 y 15 años de edad, donde los resultados que obtuvo de los aplomos, permitieron determinar que el 100% de los animales presento una alteración.

### **2.3.1 Criterios de evaluación**

Para llevar a cabo la valorización de los aplomos se requiere una línea de aplomado, así como los ángulos formados por las articulaciones de los miembros, los cuales se conocen como angulaciones. Las articulaciones funcionan como suspensiones porque amortiguan los impactos y permiten el trote normal. Se aconseja observar los aplomos de un caballo y permitir que se apoye debidamente sobre sus cuatro extremidades en una superficie horizontal y plana, pero de acuerdo con los hábitos naturales del animal (Real, 2000).

La evaluación debe realizarse:

1. Sobre un terreno firme y uniforme.
2. A una distancia aproximada de 3 metros del animal.
3. El caballo debe de estar:
  - a) En estación libre
  - b) En estación forzada
  - c) En movimiento. Al paso.
4. Conocer las líneas imaginarias de aplomos. Se trazan por medio de una plomada, también imaginaria que va desde un sitio superior ubicado en un punto preciso de la superficie del caballo denominado centro de suspensión, y se dirige a otro inferior(suelo) denominado centro de apoyo.

La evaluación se recomienda iniciar con los miembros anteriores y proseguir con los posteriores, así mismo primeramente comenzar con las observaciones en conjunto y luego por regiones.

### **2.3.2 Aplomos de los miembros anteriores**

Estos miembros soportan el 60 al 65% del peso del animal, por lo tanto, están más expuestos a lesiones y traumas que los posteriores, pues no solo deben soportar mayor peso del cuerpo que los posteriores, sino que también ayudan en la propulsión. Además, los miembros anteriores se unen a la caja torácica mediante la ayuda de músculos, ligamentos y tendones, y están sujetos a las alteraciones de los mismos, en cambio los miembros posteriores se unen a la cadera o pelvis mediante la articulación coxofemoral (caballoscriollos.com, 2015).

#### **2.3.2.1 De perfil de todo el miembro**

En este caso la línea de aplomo parte de la punta del hombro o articulación escapulo humeral hacia el suelo, a diez centímetros delante de la pinza del casco (figura 1) (Real, 2000).

### **Plantado de adelante**

Cuando la distancia entre el centro de apoyo (línea imaginaria) y el casco sean menores a cinco centímetros (Losinno, 2009), en este caso el centro de equilibrio se desvía y el paso será más corto; por lo tanto, el apoyo se realiza sobre los talones, lo cual ocasiona que los músculos flexores permanezcan tensos, y que se provoque la fatiga (Real, 2000).

### **Remetido de adelante**

Cuando las pinzas se alejan más de diez centímetros de las líneas de aplomo. Produce una impresión visual que el cuerpo se sitúa por delante de los miembros (Losinno, 2009), los miembros anteriores sostienen más peso, el caballo arrastra los cascos y puede tropezar con frecuencia (Real, 2000).

### **2.3.2.2 De perfil y por regiones**

La línea imaginaria del aplomo normal, comienza en la articulación del codo, cae y divide la rodilla el menudillo y la caña en dos partes iguales, hasta llegar a un punto por detrás de los talones.

### **Región de la rodilla**

#### **Bracicorto**

Es cuando la rodilla queda hacia delante de esta línea; tal defecto se presenta comúnmente en caballos viejos que han trabajado en suelos duros, en este caso, los músculos extensores realizan un esfuerzo mayor constante (Real, 2000), tienen mal andar, tropiezan, se fatigan rápidamente.

#### **Trascorvo**

Es cuando la rodilla queda por atrás de la línea de aplomo. Puede ser una desviación dorsal o palmar del carpo; cuando la desviación es palmar el paso es corto

y generalmente se lesiona la articulación del carpo (Losinno, 2009), en estos casos el caballo es torpe en sus movimientos y el trote suele ser incómodo para el jinete.

### **Región de la cuartilla**

El metacarpo o caña forma con la cuartilla un ángulo de  $140^\circ$  y la cuartilla con el suelo un ángulo de  $45 - 50^\circ$ .

### **Corto o parado de cuartillas**

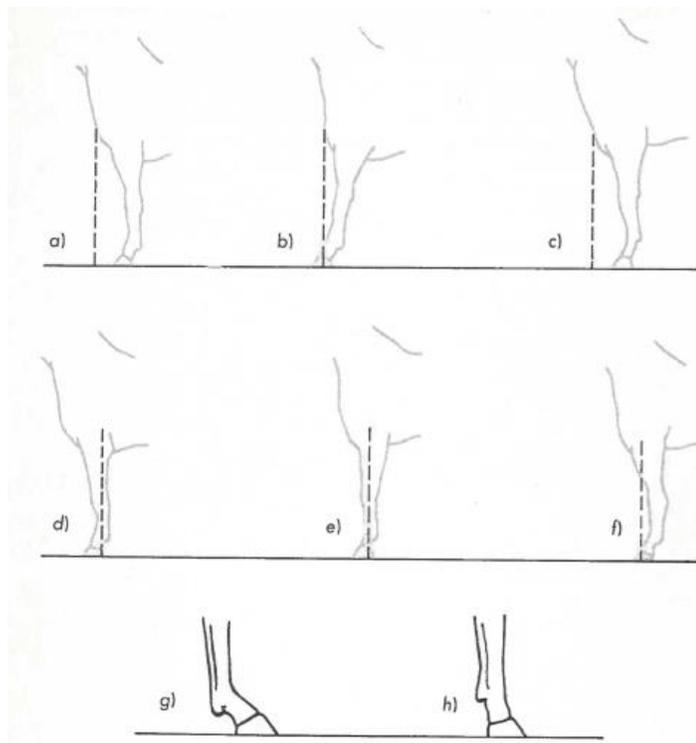
Esto está presente cuando la cuartilla forma con el suelo un ángulo aproximado a  $90^\circ$ . El casco suele ser topino y el menudillo queda adelante de la línea de aplomo. Debido a la poca flexibilidad del menudillo, el andar es duro y molesto y el animal puede tropezar (Real, 2000).

Este tipo de lesiones predispone a lesiones inflamatorias localizadas en la articulación del nudo y en la articulación entre la segunda y tercera falange, en los cuales el eje podal es mayor que el normal (caballoscriollos.com).

### **Largo o sentado de cuartilla**

Esto es cuando la cuartilla con el suelo forma un ángulo menor de los  $45^\circ$  y el menudillo queda atrás de la línea de aplomo. Según Real (2000), la consecuencia de esta anomalía es que el peso recae en el ligamento suspensor del menudillo y en los tendones flexores del pie. Aunque en este caso la acción de andar es suave y de oscilaciones profundas, el caballo se fatiga pronto.

Los animales largos y descendidos de cuartillas, presentan un ángulo normal o menor que lo normal, lo que predispone inflamaciones llamadas tendinitis y a otras lesiones localizadas en los tendones flexores, en los sesamoideos, y a inflamaciones y a otras lesiones de ligamento suspensorio (caballoscriollos.com).



**Figura 1** Aplomos vista de perfil

(a) conformación normal, (b) plantado de adelante, (c) remetido de adelante, (d) conformación normal vista de perfil por regiones, (e) bracicorto, (f) trascorvo, (g) corto o parado de cuartillas, (h) largo o sentado de cuartillas.

Fuente: Imagen del Libro Zootecnia Equina (Real, 2000).

### 2.3.2.3 De frente de todo el miembro

Para la evaluación de este aplomo se toma como base una línea vertical que comienza desde el centro del encuentro y desciende hacia el suelo dividiendo en dos partes simétricas el miembro (figura 2).

#### **Cerrados de adelante**

Esa anomalía sucede cuando los miembros quedan por dentro de la línea de aplomo. Este defecto disminuye la base de sustentación y por lo tanto el equilibrio; con este defecto el andar del caballo es lento e inseguro (Real, 2000).

En esta alteración puede verse que la distancia existente entre los encuentros es mayor a la que separa a los cascos, por lo tanto, el animal debe soportar mayor peso en la parte externa del pie, estando esta zona sometida a un mayor desgaste y esto se observa en el casco de un caballo sin herradura, pues posee un mayor grosor en el lado interno por falta de desgaste de este lado. La parte externa del pie como sufre mayor desgaste, se ve sujeto a mayores alteraciones como artrosis del nudo, sobrehuesos en las falanges (caballoscriollos.com).

Dentro de esta anormalidad, no debe confundirse un defecto de este tipo con aquellos animales cerrados del pecho.

### **Abierto de adelante**

Es cuando los miembros quedan fuera de la línea de aplomo. Estos animales soportan mayor peso sobre el lado interno del pie.

Los abiertos de adelante tienen pecho muy ancho, característico de las razas de tiro, tienen mayor sustentación y andar muy lento, estas anormalidades pueden ser unilaterales o bilaterales (Losinno, 2009).

### **2.3.2.4 De frente por regiones**

La línea de aplomo se toma como base del antebrazo, dividiendo al miembro en dos partes iguales.

### **Región de las rodillas o carpos**

#### **Cerrados de rodillas**

Este defecto es cuando las rodillas están dentro de la línea de aplomo. Se les denomina también como patizambos.

### **Abierto de rodillas**

Es cuando las rodillas están desviadas hacia afuera de la línea de aplomo. También se les conoce como zambos o huecos de rodillas.

### **Región de los nudos**

#### **Cerrado de menudillos**

Estos términos se utilizan cuando los menudillos quedan dentro la línea de aplomo.

Esto provoca que los miembros lleguen a rozarse y se produzcan contusiones y heridas; los tendones realizan mayor esfuerzo y llegan a distenderse; además, el andar es inseguro (Real, 2000).

#### **Abierto de menudillos**

Este defecto se presenta cuando los menudillos quedan fuera de la línea de aplomo y dentro de esta anomalía se pueden presentar otros defectos combinados conocidos como pie izquierdo y estevado.

#### **Pie izquierdo**

En este caso los nudos quedan fuera de la línea de aplomo, y van acompañados de una rotación hacia afuera del casco. Este defecto suele ser el más grave ya que los animales pueden tocarse al caminar.

#### **Estevados**

En este también los nudillos quedan fuera de la línea de aplomo, y los cascos tienden a rotar hacia adentro.

Es importante diferenciar; los estevados se desplazan describiendo un semicírculo, con convexidad externa. Los izquierdos describen una concavidad interna (Losinno, 2009).

### 2.3.2.5 Anormalidades de aplomo combinadas

Según Losinno (2009), es importante destacar la frecuente aparición de anomalías de aplomos combinadas; estas se pueden presentar tanto en los miembros posteriores y anteriores:

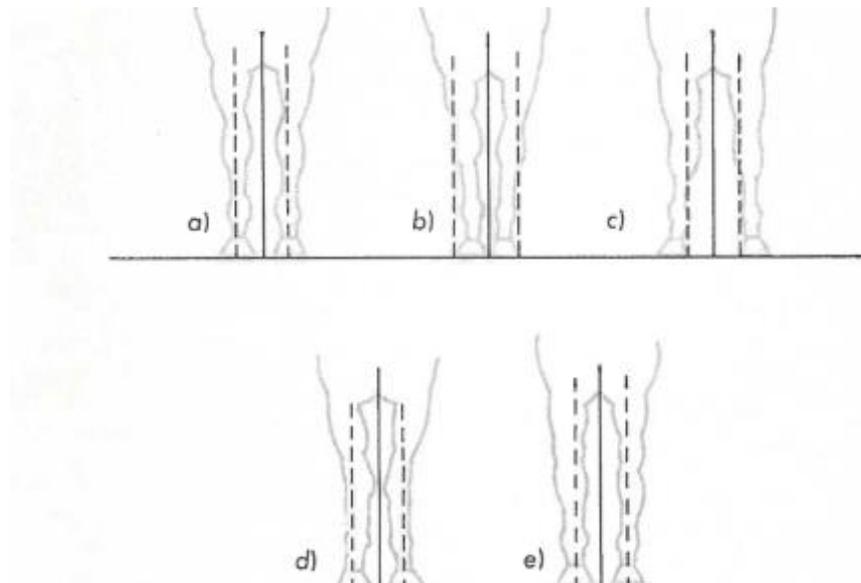
Bracicorto – Parado de nudos.

Hueco de rodillas – estevado.

Cerrado de rodillas – pie izquierdo.

Abierto de garrones – estevado.

Cerrados de garrones – pie izquierdo.



**Figura 2** Aplomos vista de frente

(a) conformación normal, (b) cerrado, (c) abierto, (d) cerrado de rodillas, (e) abierto de rodillas.

Fuente: Imagen del libro Zootecnia Equina (Real, 2000).

### 2.3.3 Aplomos de miembros posteriores

Los miembros posteriores debido a su importancia tanto en el trabajo, deporte o reproducción deben tener un aspecto de equilibrio entre la masa muscular y la ósea.

La musculatura de la grupa y la cara interna del muslo debe ser importante y las articulaciones como el tarso deben poseer una correcta angulación (ni demasiado derecha ni demasiado angulado) y a su vez dar la apariencia de fortaleza y salud (caballoscriollos.com).

Los miembros posteriores soportan un 40% del peso del animal, por lo tanto, las anomalías de los aplomos son menos graves y menos comunes.

### **2.3.3.1 De perfil todo el miembro**

Se trazan desde la punta de la nalga o tuberosidad isquiática hasta el suelo, rozando la punta del calcáneo (punta del garrón), tocando la cara posterior de la caña, y llegando al suelo 7 centímetros por detrás de los talones (Losinno, 2009).

Dentro de esta vista existe otra línea de aplomo que es utilizada para determinar las mismas anomalías que existen. Según Real (2000), la línea de referencia es la que parte de la articulación coxofemoral o punta de cadera, va hacia adelante del metatarso o caña y del menudillo, es paralela a éstos y al llegar al suelo divide en dos al casco.

#### **Remetido de atrás**

Es cuando los talones se alejan de la línea de aplomo más de 7 cm hacia adelante, perjudicando a los equinos con una base de apoyo menor y en casos extremos pueden los miembros posteriores alcanzar a los anteriores.

#### **Plantado de atrás**

Se les denomina así a los caballos que sus cascos están por detrás de la línea de aplomo, por lo general tienen movimientos lentos y esto si es buscado en caballos de tiro.

### **2.3.3.2 Por detrás, de todo el miembro**

La línea de aplomo se traza desde la punta de la nalga, pasa tocando el corvejón, hasta el suelo, dividiendo al miembro en dos partes iguales.

#### **Cerrado de atrás**

Es cuando los miembros quedan por dentro de la línea de aplomo, la distancia entre los cascos es menor que la distancia entre los muslos.

Esto indica estrechez en la grupa, miembros con músculos débiles y con poca fuerza que no resisten los ejercicios fuertes (Real, 2000).

#### **Abierto de atrás**

En este caso es cuando los miembros quedan fuera de la línea de aplomado.

Estos tienen mayor base de sustentación, pero los movimientos son lentos y cortos. Se suelen buscar en yeguas por presentar una pelvis más amplia. También es deseable en caballos de tiro ya que tienen muslos voluminosos y potentes (Losinno, 2009).

### **2.3.3.3. Por detrás y por regiones**

Para esto se toma la misma línea de aplomo como referencia es decir comienza de la punta de la nalga hasta llegar al suelo dividiendo al miembro anterior en dos partes iguales.

#### **Cerrado de corvejones**

A estos caballos se les denomina así cuando los corvejones quedan por adentro de la línea de aplomo, en algunos casos tienen a golpearse al estar en movimiento.

Esta alteración puede ir acompañada de pies izquierdos semejante a lo que sucede en el miembro anterior. También puede estar acompañada de otro defecto del aplomo, siendo esta alteración conocida como abierta de garrones, en la cual los tarsos están más separados que lo normal (Losinno, 2009).

### **Abierto de corvejones**

Es cuando los corvejones quedan por afuera de la línea de referencia. Lo cual propicia una mayor presión sobre la parte externa de la articulación del corvejón; el paso del caballo es irregular y la potencia del impulso disminuye. Este defecto suele ir acompañado del defecto conocido como estevado (Real, 2000).

## **2.4 Anatomía del pie**

El casco, junto con la parte inferior del miembro que incluye la cuartilla, se conoce como el dedo del equino. Los huesos del dedo equino comienzan con el hueso largo de la cuartilla (primera falange o falange proximal), que se articula con la caña (tercer metacarpiano) y los sesamoideos proximales en las articulaciones del menudillo. El hueso corto de la cuartilla (segunda falange) se articula en la parte superior con la primera falange y en la parte inferior con la tercera falange o tejuelo (figura 3). El tejuelo (falange distal) se encuentra totalmente integrado en el estuche córneo (figura 3) (Williams y Deacon, 1999).

Otro hueso viene a completar los que se componen el dedo equino y éste es el relativamente pequeño, pero, en términos de equilibrio del pie y movimiento equino, de vital importancia: el hueso navicular, llamado también sesamoideo distal (Williams y Deacon, 1999).



**Figura 3** Anatomía del pie

Fuente: Imagen del libro “Sin pie no hay caballo”, (Williams y Deacon, 1999).

Un ligamento interconecta dos huesos adyacentes. A diferencia de los tendones, que conectan músculos con hueso. Pero los ligamentos tienen una estructura de banda fibrosa resistente parecida a los tendones. Al unir a los miembros óseos de una articulación los ligamentos refuerzan a la capsula y contribuyen a la estabilidad en general. No tienen fibras contráctiles como los músculos y por eso tampoco gastan energía al ejercer su función (Lenk, 2014).

Todos los huesos de la parte inferior de las extremidades se mantienen unidos por una compleja serie de ligamentos (Williams y Deacon, 1999). Los ligamentos articulares son bandas de soporte de tejido conectivo fortísimo. Estas bandas son flexibles pero muy resistentes. Su función es fortalecer las articulaciones, manteniendo los huesos juntos en la posición correcta. Los ligamentos articulares se encuentran en todo tipo de articulación. En la cara posterior de la articulación del menudillo hay un ligamento anular extremadamente fuerte (Nassau, 2008).

Cuando existen dos o más huesos es considerada como articulación. El sistema esquelético está compuesto de un número de diferentes tipos de articulaciones sinoviales. Estas incluyen rótulas en las que el extremo redondeado de los huesos se inscribe en la curva hueco de la oposición hueso, tales como la cadera y el hombro o articulaciones y ligamentos están dispuestos para permitir el movimiento en una dirección solamente, tales como el codo; y otras, como el carpo (rodilla) y del tarso (corvejón), en la que las superficies planas se oponen una sobre la otra, lo que permite sólo una cantidad limitada de movimiento (López, 2017).

Existen una diferente serie de tendones que son continuación de los músculos y están formados por una trama de colágeno que da soporte a las fibras musculares contráctiles. Aparecen como cordones blancos de tejido conectivo que conectan musculo con un elemento esquelético distal (figura 4).

### **El tendón flexor digital superficial**

Esta se encuentra justo debajo de la piel en la parte posterior de la caña, su función principal consiste en flexionar la articulación del menudillo. El músculo al que está fijado, el músculo flexor superficial, comienza a nivel del codo y se une al tendón flexor superficial en la parte posterior de la rodilla. El tendón continúa bajo la piel en la parte posterior de la caña, y se adhiere a los huesos de la cuartilla. No sólo favorece la flexión de la articulación del menudillo cuando el músculo se contrae, sino que además sostiene la articulación del menudillo en su ángulo normal cuando el caballo tiene la extremidad apoyada ( <http://www.equisan.com>).

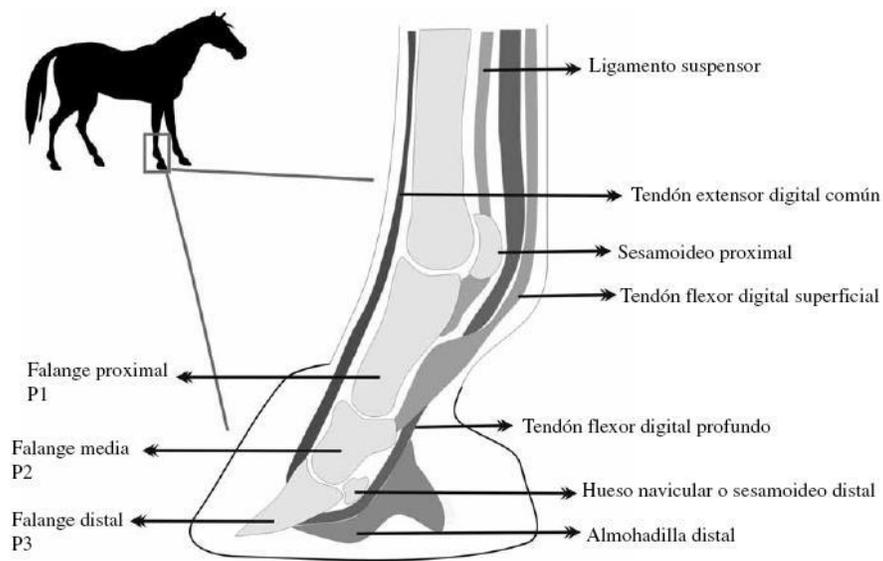
Carmona (2011), realizó un estudio sobre las lesiones de tendones y ligamentos que son frecuentes en caballos, donde descubrió que las estructuras más afectadas son el tendón digital flexor superficial y el ligamento suspensor. Analizó que las patologías clínicas son agudas y crónicas. Describió una serie de tratamientos donde estos incluyen la inyección de aspirados de médula ósea, factores de crecimiento recombinantes como el factor de crecimiento insulínico tipo I y plasma rico en plaquetas (también llamado concentrado autólogo de plaquetas), entre otros. Y como

resultado solo ha deducido que son prometedores estos novedosos tratamientos, y se requieren más investigaciones para demostrar que su uso clínico puede ser efectivo y seguro en caballos.

### **El tendón flexor digital profundo**

En la mayor parte de su recorrido está situado más profundo al flexor superficial. También tiene un músculo que comienza en el codo y se une al tendón en la parte posterior de la rodilla. Entre la rodilla y el menudillo, el tendón se encuentra entre el tendón flexor digital superficial y el ligamento suspensorio. Detrás de la articulación del menudillo, el tendón pasa por encima de la parte posterior de los huesos sesamoideos, y luego hacia abajo por la parte posterior de la cuartilla, entre las ramas del tendón flexor digital superficial. Este tendón se inserta a la tercera falange o tejuelo (el hueso contenido en el casco) en su parte posterior. Cuando el músculo se contrae se flexionan las articulaciones del dedo del caballo y el menudillo, (<http://www.equisan.com>).

El tendón flexor digital profundo y el tendón flexor digital superficial permiten la rotación del pie hacia atrás. El tendón flexor digital profundo se inserta en la superficie inferior del tejuelo y el tendón flexor digital superficial se inserta en la cara posterior y más alta de la corona, (Nassau, 2008).



**Figura 4** Anatomía básica de un dígito en el caballo

Fuente: Carmona, 2011.

### **El tendón extensor**

Permite la rotación del pie hacia adelante. Se inserta en los cartílagos colaterales del tejuelo, este tendón tiene dos ramas laterales que discurren desde el ligamento anular del menudillo, pasando por la cuartilla, hasta el rodete coronario, (Nassau, 2008).

### **El ligamento suspensor**

Esta es una parte del aparato de suspensión que incluye también dos huesos sesamoideos proximales y los ligamentos sesamoideos distales. El aparato suspensor sujeta el menudillo en su ángulo normal (Nassau, 2008).

El ligamento suspensor del menudillo aguanta la posición de hiper extensión y la protege contra hundirse demasiado al llegar los impactos al mismo tiempo el menudillo cumple su función de amortiguador (Lenk, 2014).

### 2.4.1 Biomecánica

Los ligamentos y tendones del caballo, son confecciones muy fuertes que pueden llegar a soportar grandes cargas y tensiones durante la estación y el movimiento.

El aparato elástico que forman se encarga principalmente de dar soporte al menudillo, prevenir el hiperextensión del carpo, amortiguar la energía del impacto y sostener completamente el peso corporal durante la propulsión (Dowling, 2000).

En el momento del apoyo del miembro en el suelo entra en acción el ligamento suspensor del menudillo y el tendón del músculo flexor digital superficial, dejando de actuar el tendón del músculo flexor digital profundo y el del extensor digital común. Al finalizar el apoyo e iniciar el movimiento de elevación del miembro dejan de actuar el suspensor del menudillo y flexor digital superficial, entrando en acción el extensor anterior y el flexor profundo.

Los tendones y ligamentos de caballos jóvenes se adaptan a las diferentes cargas producidas en su desarrollo (Smith y Schramme, 2003). Sin embargo, a medida que estos alcanzan la madurez esquelética (5 años) (Dahlgren 2002), muchos de ellos son propensos a acumular micro lesiones a causa de la fatiga constante producida en su actividad atlética (Pool y Meagher 1990, Patterson y Kane 1998).

Los tendones son altamente, fuertes, flexibles y elásticos, y al igual que los ligamentos, exhiben características de deformación no lineares frente a la carga. Esto se traduce a que pequeños incrementos en la carga pueden producir gran extensión del tendón, hasta un límite o punto crítico. Después de cada incremento en la carga, se genera un cambio similar en la extensión. Si la carga cesa en ese punto, la estructura vuelve a su estado normal y elimina la energía en forma de calor. Si la carga continúa después del punto crítico, se produce el fenómeno llamado deformación

plástica y finalmente el tendón o ligamento fallan y se rompen (Goodship 1994, Dowling 2000, Smith y Schramme 2003).

## **2.5 El casco**

Como es bien conocida la frase “sin pie no hay caballo”, queda a manifiesto que es de suma importancia tener en buen estado de salud el casco, para poder tener un caballo en plenas condiciones.

El casco del caballo es un arte de ingeniería, tiene una gran cantidad de estructuras que entre sí operan en un determinado equilibrio, para formar una capsula que es capaz de soportar grandes cargas y presiones, además de proteger las estructuras delicadas que lo forman y ayudando a la propulsión del animal.

### **2.5.1 Anatomía y fisiología del casco**

Es indispensable conocer la anatomía y fisiología del casco para tener los cuidados apropiados de las estructuras que lo conforman, además para poder resolver los problemas que se presenten.

#### **2.5.1.1 Vista desde abajo**

##### **Suela**

La suela es el área dentro de la línea blanca, a excepción de las barras y la ranilla. Las funciones de la suela es proporcionar apoyo y proteger las estructuras internas más sensibles.

##### **Línea blanca**

Está pegada a la pared interior blanca del casco. Su función es unir la suela a la pared interior del casco y sellar el borde del tejuelo para protegerlo de la inflamación bacteriana.

### **Capa interna de la tapa o muralla**

La pared interna es generalmente blanca, tiene un contenido de humedad mayor que permite a la pared interior expandirse de lo que se mueve la capa externa, además garantiza que las estructuras internas del casco sufran menos choque.

### **Barra o candado**

La barra se extiende a lo largo del lado de la ranilla, terminando aproximadamente a la mitad. Su función es controlar el movimiento de la parte posterior del casco, ayudando a dar resistencia a la zona del talón.

### **Talón**

Este se encuentra en el ángulo de la barra. Y su función se desempeña en recibir el primer impacto inicial de la zancada del caballo, además permite dispersar el exceso de golpes con facilidad. Es importante mantenerla correctamente equilibrada ya que juega un papel importante en el equilibrio del peso del caballo.

El podólogo Germán Martínez (2018), menciona que la hiperflexibilidad del pie y/o síndrome de talones desgarrados no existe. Esto es una infección profunda de la laguna central de la ranilla, que puede cursar sea o purulenta. Si la grieta pasa de la línea de pelo y se puede meter el limpia cascos entre los bulbos el caballo la tiene y no es normal.

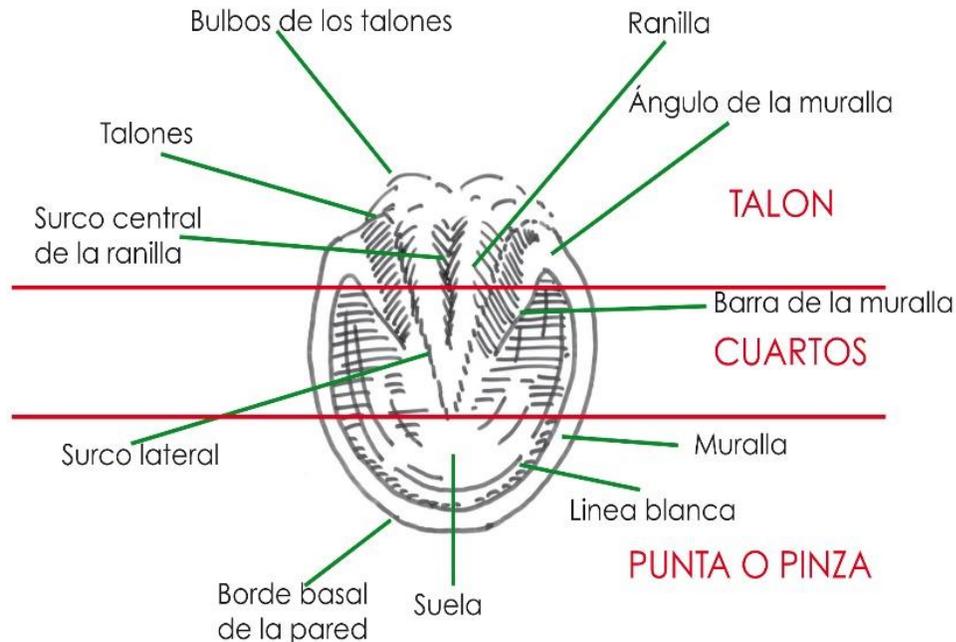
### **Ranilla**

Es una de las estructuras más importantes, es amplia e integrada por material grueso, tipo cuero. Permite el movimiento independiente en los talones. Protege las estructuras sensibles contenidas en el casco, y absorbiendo el choque.

### **Laguna lateral**

Es la ranura que corre a lo largo de cada lado de la ranilla. Está formada por la pared de la barra y la barra, la pared interior comprende la pared de la ranilla.

Comúnmente el casco se divide en partes, según Lungwits (1913), en el casco la circunferencia de la muralla se divide en cinco partes iguales, las cuales son: una pinza, dos cuartos y dos talones (figura 5).



**Figura 5** Partes del casco

Fuente: [www.bchooves.com](http://www.bchooves.com)

### 2.5.1.2 Vista de perfil y por detrás

#### Capa externa de la tapa o muralla

Está pigmentada y contiene una mayor proporción de túbulos, estos crecen hacia abajo desde la banda coronaria en una configuración en espiral. La función principal es almacenar y liberar energía durante las diferentes fases de la zancada y salida de la humedad.

Según Nassau (2008), la muralla es una entidad cerrada que no absorbe aceites, lubricantes de casco de ninguna otra sustancia que no sea agua. El porcentaje de agua y lípidos ejerce una gran influencia sobre la elasticidad del tejido córneo. Un

porcentaje elevado de agua y lípidos hace que el casco sea elástico y pueda absorber las fuerzas de choque.

### **Banda coronaria**

Se encuentra en la parte superior de la pared del casco. Tiene dos funciones importantes, produce los túbulos de la pared del casco, y actúa como una banda de apoyo para dar fuerza a las estructuras internas que distorsionan el casco durante la zancada.

### **Perioplo**

Es una cubierta protectora para la zona de pared del casco recién formado justo debajo de la banda coronaria. Ayuda a prevenir golpes sobre la banda coronaria debidos al choque que se transfiere hacia arriba a través de la pared del casco durante la fase de carga de paso.

## **2.5.1.3 Estructuras internas**

### **Tejuelo**

Constituye la tercera falange del dedo del caballo. Proporciona fuerza y estabilidad a la extremidad y actúa como un marco para sostener otras estructuras en su posición.

### **Hueso sesamoideo distal**

Es también conocido como hueso navicular. Se sienta justo dentro de la parte posterior de la falange media y el tendón flexor digital profundo.

Según López (2013), podólogo equino originario de Costa Rica. Existe una enfermedad que afecta a este hueso, y es comúnmente llamado síndrome del hueso navicular y es una de las causas más comunes de claudiciones o renquera en los caballos, se caracteriza por presentar dolor en la región del casco, justamente en el área circundante a la ranilla, (aproximadamente 1,5 centímetros detrás del ápice). El

talón es la región más dolorosa, se hace evidente un desgaste excesivo en la pinza del casco. El caballo tiene a menudo una pisada corta y rígida y muchas veces lleva a creer que la cojera está surgiendo desde el hombro.

### **Almohadilla digital**

Se encuentra justo detrás del tejuelo y por encima de la parte sensible de la ranilla. Funciona en la absorción de choque mediante el bombeo de sangre a través de plexos venosos. La forma y calidad de la almohadilla digital influirá en el ángulo del tejuelo.

### **Vasos sanguíneos**

Por dentro y alrededor del tejuelo hay una densa red de pequeños vasos sanguíneos. La sangre es bombeada al interior del casco mediante dos arterias y proporciona todo tipo de sustancias para el mismo, como nutrientes y materiales para su estructura. En cuanto la sangre descarga dichas sustancias es drenada por las venas (Nassau, 2008).

### **Nervios**

El casco tiene numerosos nervios que se dividen en muchas ramas desde el menudillo. Dentro del casco se dividen aún más, llegando a la lámina. Son órganos microscópicos que se encargan del tacto y de la sensación dolorosa. El casco es, por lo tanto, un órgano, muy sensible al tato (Nassau, 2008).

### **Corion**

El corion es una estructura vascular que fabrica uno de los elementos exteriores del casco. Según Nassau (2008), cuando la epidermis cambia en la sutura coronaria, el nombre también cambia: la piel pasa a ser el corión del casco, el corión cubre todo el casco. El nombre indica casi exactamente dónde está el corión del casco: corión coronario, corión de la muralla, corión de la ranilla, corión de la palma, corión de las barras o candados. Todo el corión del casco produce tejido córneo.

## 2.6 Simetrías

El casco debe de estar adaptado al caballo, esto quiere decir que cada caballo tiene su pie ideal, esto se va deber a factores que influyen en la conformación del caballo y los diferentes hábitos de vida a los que se somete el caballo.

No todos los cascos son iguales, algunas veces varían en forma y tamaño, esto depende de la genética del animal o cualquier afección que pueda tener con condiciones de vida que hayan sido sometidos.

La forma del pie posterior tiende a ser ovalada y pequeña. La del anterior tiende a ser redondeada y ligeramente más grande. Estas formas también varían de acuerdo a cada animal y al medio donde viven (Anz, 2007).

Al momento de herrar o desvasar un casco se debe tener en cuenta que no todos poseen las manos perfectamente redondas, ni las patas perfectamente ovaladas, por lo tanto, es necesario forjar la herradura de acuerdo a la forma del casco.

Antes de empezar a herrar, el herrador observa los aires del caballo, sus aplomos y sus pies. También es importante tener en cuenta que se debe observar al caballo en el entorno donde vive, con toda la información recogida, se prepara la herradura (Gabino, 2007).

El podólogo y herrero Daniel Anz en el mes de mayo de 2007, aportó una opinión sobre las simetrías y asimetrías al momento de herrar o desvasar, “En caballos con buena conformación, aplomos correctos y cascos sanos, trabajo mucho con la simetría porque es lo que me asegura la uniforme distribución de las fuerzas que convergen en el pie en todo el miembro, en cambio, cuando me encuentro con caballos que, por contar con una conformación deficiente y aplomos incorrectos, presentan cascos asimétricos, respeto la asimetría, para respetar, a su vez, los defectos del propio caballo. Pretender simetría en un pie que no es simétrico significa generar

palancas indebidas que pueden llegar a acentuar los defectos que provocaron tal asimetría, las correcciones se deben realizar respetando los tiempos de maduración de los huesos o cuando son sólo de cascos”.

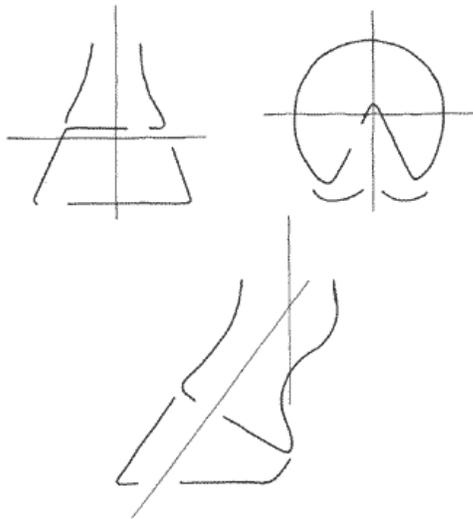
Calle (2008), relaciona una ley de la física (ley de la gravitación) con las simetrías del casco, la cual describe que todos los cuerpos en el universo se atraen mutuamente con una fuerza que es directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que separa sus centros. La fuerza de la gravedad es una cantidad vectorial, por lo que puede ser descrita y medida, es decir, que tiene dirección y magnitud. Aunque la fuerza de gravedad actúa sobre todos los puntos o segmentos del cuerpo, su punto de aplicación está representado por el centro de gravedad y este, es definido como el centro hipotético donde se concentra toda la masa de un cuerpo. Si el cuerpo es simétrico el centro de gravedad se localiza en el centro geométrico del mismo, en el caso contrario si el cuerpo es asimétrico, el centro de gravedad se encuentra distribuido en cualquier otro lado que no sea el centro del casco.

Las asimetrías son adaptaciones de los cascos que se deben a lesiones o deformaciones producidas en alguna parte del cuerpo del caballo. Según Gabino (2007), existen diferentes maneras de crearse una asimetría, en las cuales menciona que pueden llegar a darse por componentes hereditarios, diferentes condiciones de vida y hábitos que toma el mismo animal. Hace énfasis en la forma de alimentar con el heno en el piso a los caballos, y afirma que al tomar la posición “grand ecart” (una mano adelante y la otra atrasada), acentúa una asimetría de las cuatro extremidades y empeora el acortamiento muscular del costado incurvado.

En un pie desequilibrado hay zonas que soportan más presiones que otras desencadenando afecciones en los huesos, ligamentos y tendones. Cuando existe una asimetría por una mala desviación la simetría total o la distribución perfecta se obtiene luego de más de un herrado, siempre dependiendo del grado del problema.

Un pie correcto y perfecto para cada caballo debe de respetar todos sus ángulos y líneas, con relación a la conformación natural del propio caballo. Un pie es simétrico cuando el pie es visto de frente y de abajo, y este se puede dividir en dos partes iguales, así mismo la corona debe de estar paralela al piso (figura 6).

Al observar el casco de frente, una línea perpendicular al suelo debe dividir el miembro, incluido el casco en dos partes iguales (Calderón, 2012).



**Figura 6** Simetrías del casco.

Fuente: Imagen del artículo “El pie ideal que tanto se busca” (Anz, 2007).

En otro estudio realizado por Anz (2006), en el cual habla de la relación entre las simetrías y el herrado, destaca que durante una estabilización, donde esta consiste en herrar respetando las desviaciones del casco pero sin dejar que agrave esta desviación; la herradura difícilmente será simétrica por que la forma del casco no tiende a recuperar su simetría, y el herrador deberá tender a copiar la forma del pie cuando forje la herradura. El sobrante de la herradura puede ejercer una palanca negativa sobre la pared aumentando la presión en la misma. Por lo tanto, conservar la asimetría ayuda acompañar el defecto del caballo.

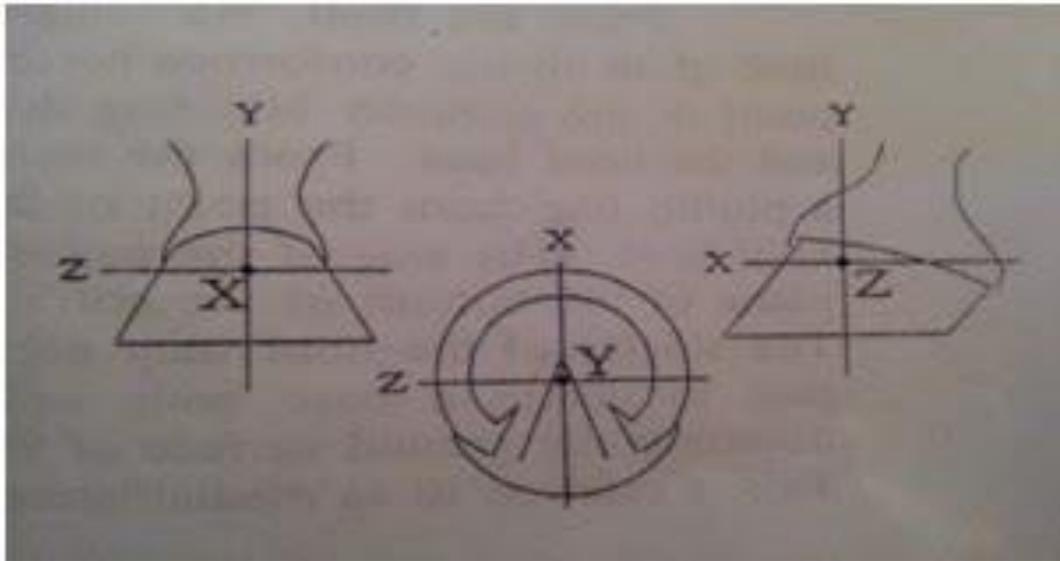
## 2.7 Balance

Al hablar del balance en el casco del equino, se refiere a la alineación correcta de las extremidades de los caballos con respecto a una línea imaginaria que sirve de guía. Calle (2008), menciona que al momento del desvase de un casco solamente se desvasara de donde le sobre, pero sin desequilibrar el casco, ni la pisada del caballo, es decir, se debe equilibrar el casco de acuerdo a la conformación del caballo.

El balance o equilibrio se mide a través de un centro o punto de gravedad, el centro de gravedad del caballo de pie está en un punto detrás y por encima del codo en el centro del cuerpo. Desde una vista lateral este punto se observa cerca del borde exterior de la curvatura de la octava costilla. Cada una de las extremidades tiene también un centro de gravedad (Calderón, 2012).

El pie equino gira alrededor de tres ejes, cuando se quiere equilibrar el casco del caballo se deben tener en cuenta estos tres ejes, dimensiones o aspectos. Los cuales son: aspecto dorsal o denominado balance X, aspecto lateral o denominado balance Z y aspecto ventral o denominado balance Y (figura 7), además existe un cuarto balance que está tomando auge por muchos podólogos y herreros al cual se le denomina Balance F.

Aunque todos son importantes, siempre se va a tener una prioridad, dicha prioridad es la manera en que el caballo ejecuta su pisada, por tal motivo, el aspecto o zona que reviste mayor impacto en el andar del caballo es el ventral, seguido en importancia el lateral luego el dorsal (Calle, 2008).



**Figura 7** Balance X, Y, Z

Fuente: Principles of horseshoeing. Doug Buttler

Curtis (2002), menciona que, para lograr el objetivo del balanceado, se debe mantener dicho balance en la suela y pared del casco, (partes lateral, frontal y caudal). Este concepto incorpora la manera en que el herrero afecta el caballo, tanto parado “balance estático” como en movimiento “balance dinámico”.

En un artículo de la revista de ciencias veterinarias, Manuel Estrada en el 2014, menciona 4 tipos de balances, los cuales denominó balance frontal o medio - lateral, balance caudal, balance a nivel de suela y balance lateral, los cuales son menos usados estos términos por podólogos y herreros. Más, sin embargo, existe relación y similitud con los antes mencionados ya que ambos coinciden que se deben realizar cuatro balances en el casco.

### **2.7.1 Aspecto ventral (balance Y)**

Comprende el balance visto desde arriba, tiene en cuenta las variaciones rotacionales que se producen girando el pie sobre su propio eje (Anz, 2006). En este balance se deben tener en cuenta puntos de referencia tales como: La línea blanca,

los talones, las lumbres, el vértice y el surco central de la ranilla, y además considerar el espesor de la muralla.

El primer paso para balancear el aspecto ventral (balance Y), es el de demarcar la circunferencia del casco para determinar su forma, luego se toman puntos de referencia iniciando con una línea que divida el casco en dos partes con una orientación de anterior a posterior pasando por el medio del surco central de la ranilla, dividiendo el vértice de la ranilla en dos y llegando desde los bulbos o pulpejos hasta las lumbres o pinzas, posteriormente se trazan dos líneas transversales, una de las lumbres y que valla de hombro a hombro a nivel de la línea blanca, otra del talón y que atraviese la parte posterior de la ranilla; luego se une un extremo de la línea transversal de las lumbres con el extremo opuesto de la línea de los talones, lo que genera dos líneas adicionales que se cruzan, y por último se traza una línea transversal que vaya desde los extremos más anchos (cuartas partes) del casco y cruce las líneas anteriores; esto divide el casco en varios triángulos o cuadrantes (Calle, 2008).



**Figura 8** Demarcado del casco

Fuente: Imagen del artículo “equilibrio y balance en el casco” (Calle, 2008).

En la figura 8 se muestra cómo debe quedar el demarcado en el casco para obtener el balance, además se observan diferentes cascos donde la primera imagen señala cuadrantes irregulares, la segunda los cuadrantes son un poco más regulares y en la tercera imagen se presenta un casco bien balanceado y equilibrado quedando los cuadrantes regulares.

Dichos triángulos o cuadrantes serán irregulares en un casco desbalanceado, las líneas que se cruzan difícilmente tendrán un punto en común (centro), esto indica que el centro de gravedad del casco está desviado del centro donde se encuentra su balance.

Una vez que se ha tomado en cuenta la forma y el desequilibrio del casco se realiza el desvase y esto se realiza quitando el peso del lado donde tiene mayor masa. Ya que se realizó el desvase, se pretende que ya los cuadrantes y triángulos tengan una forma similar y las líneas pasen por un mismo punto de encuentro.

### **2.7.2 Aspecto lateral (balance Z)**

Comprende el balance visto de costado y tiene en cuenta las variaciones angulares que se producen en el eje cuartilla – casco (Anz, 2006).

Según Calle (2008), al equilibrar el aspecto lateral lo que se busca es que el eje cuartilla – casco sea lo más recto posible sin crear ángulos en la unión del casco con la piel (corona), este eje va desde el centro lateral del menudillo hasta la parte ventral del casco que contacta con la superficie de apoyo y en forma paralela a la pared dorsal de la cuartilla y del casco. Cuando el casco está desequilibrado (figura 9), el eje cuartilla casco forma un ángulo (hacia adelante o atrás) a nivel de la corona generando tensiones excesivas sobre los flexores (eje de cuartilla casco quebrado hacia atrás) o sobre la apófisis extensora de la tercera falange o sobre los extensores (eje de cuartilla casco quebrado hacia adelante).



**Figura 9** Eje de cuartilla quebrado hacia atrás

Fuente: Imagen del artículo “equilibrio y balance en el casco” (Calle, 2008).

Para lograr el equilibrio lateral (balance Z) teniendo en cuenta el equilibrio ventral y dorsal, se debe desvasar la parte del casco que este sobrando, ya sea pinzas o lumbres cuando el eje este quedando hacia atrás o en los talones cuando el eje de este quedando hacia adelante. El ángulo del casco se considera correcto cuando su pared dorsal y la cuartilla están alineados (figura 10) (Stashak *et al.*, 2002; Schramme, 2007).



**Figura 10** Eje cuartilla casco con una buena alineación

Fuente: Imagen del artículo “equilibrio y balance en el casco” (Calle, 2008).

El desvase se debe realizar manera isolateral, que se refiere a arreglar en el mismo momento o extremidades anteriores o extremidades posteriores, esto con el fin de no tener diferencias marcadas entre una extremidad y otra.

### 2.7.3 Aspecto dorsal (balance X)

Comprende el balance visto desde en frente y sus variaciones de longitud de las paredes lateral y medial del casco (Anz, 2006). Este balance depende tanto del aspecto ventral (balance Y) como del lateral (balance Z) y este se concluye una vez fijada la herradura.

Un casco desequilibrado desde el punto de vista del balance X, tendrá una mayor masa hacia un lado del casco con respecto a su eje central (figura 11) y por consecuencia se tendrá que el casco realice el vuelo hacia el lado donde se encuentra situada esta mayor masa.



**Figura 11** Aspecto dorsal del casco con un desequilibrio hacia un lado

Fuente: Imagen del artículo “equilibrio y balance en el casco” (Calle, 2008).

El podólogo Germán Martínez (2019), menciona que las herraduras bloquean la flexibilidad latero – medial, anulando la correcta absorción de energía producida en

el impacto, que se multiplica por tres. También bloquean la flexibilidad longitudinal (balance F) del casco, necesaria para proteger las articulaciones del pie (que solo se mueven en bisagra), impidiendo la absorción de las irregulares del terreno o en giros cerrados. Ambos bloqueos acaban produciendo y/o amplificando patologías como la artrosis y tendinitis, además de la deformación y atrofia del pie.

Para lograr el equilibrio dorsal se debe tomar primero el arreglo ventral del casco y tomar el espesor de la muralla o pared a nivel de los talones y cuartas partes y continuar con este mismo espesor del casco, una vez logrado el espesor deseado, se procede a arreglar la herradura de acuerdo a la forma que se obtuvo del casco y compensando la pequeña variación del mismo. Se fija la herradura y se escofina la pared dorsal del casco hasta donde el borde de la herradura lo permita (Calle, 2008).

Una vez realizado el balance el caso debe de quedar repartido en dos partes similares (dividido por un eje central) y no debe de verse torcido o desviado hacia el lado contrario al que estaba desequilibrado (figura 12).



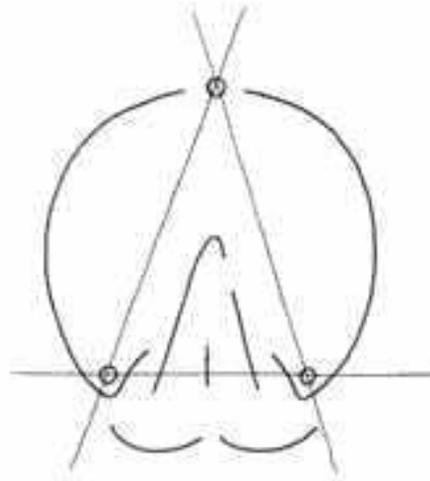
**Figura 12** Casco bien distribuido en su eje axial.

Fuente: Imagen del artículo “equilibrio y balance en el casco” (Calle, 2008).

## 2.7.4 Balance F

Como se mencionó anteriormente este nuevo balance a estado tomando auge con podólogos y herreros. Este balance es estudiado desde 1999 y denominado así por Daniel Anz podólogo y herrero alemán, el cual destaca que el balance F, es el nuevo balance que guarda directa relación con la flexibilidad vertical y con las desviaciones mediales y laterales de los cascos.

Esta flexibilidad vertical es el principal factor que tiene en cuenta durante el estudio del balance F; lo denominó balance F, por estar enteramente basado en la flexibilidad vertical y triangular que posee el casco por la uniforme distribución de presiones y contra presiones que convergen en el pie, con relación al centro de flexión de la pinza y los puntos de soporte en los dos talones, configurándose así el triángulo (figura 13).

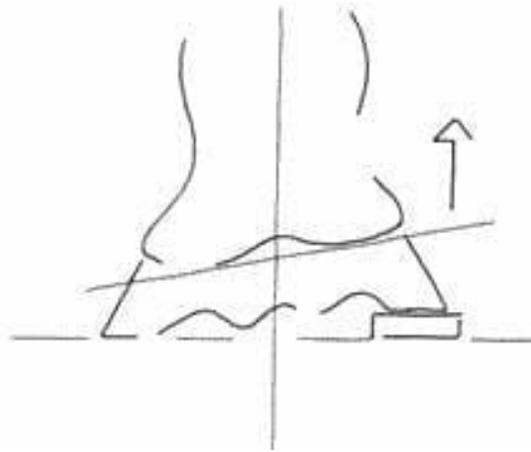


**Figura 13** Distribución triangular de las presiones y contrapresiones  
Fuente: Imagen del artículo "Un cuanto balance no considerado" (Anz, 2006).

Los dos movimientos flexibles de los que se basa el estudio son:

**El movimiento horizontal;** es aquel que se origina cuando el pie apoya en el piso, produciendo la expansión de su aparato fibroelástico hacia los laterales. La expansión no supera la distancia de 6 milímetros.

**El movimiento de flexión vertical;** tiene su origen cuando el pie, sin herradura, recibe presión en un solo talón, pudiendo sobre elevar el talón presionado hasta la altura de 20 milímetros o más (figura 14).



**Figura 14** Flexión vertical

Fuente: Imagen del artículo "Un cuanto balance no considerado" (Anz, 2006).

Al fijar la flexibilidad del casco con una herradura rígida, pueden ocurrir dos cosas:

**Fijar la flexibilidad en punto 0;** significa coincidencia entre la línea de aplomo y el centro del casco, se obtiene equilibrio de presiones entre ambos lados del pie. Se obtiene balance F.

**Fijar la flexibilidad en cualquier punto que no sea 0;** significa desequilibrio en el pie por no coincidir la línea de aplomo con el centro del casco. Se obtiene

desequilibrio de presiones entre ambos lados del pie. Un lado soporta más peso que el otro. Se altera el balance F.

La alteración del balance F provoca una deformación del casco por compensación de fuerzas y, consecuentemente, un desequilibrio corporal.

Se puede decir que un caballo se halla equilibrado en su totalidad cuando sus cuatro balances, X, Y, Z y F, se encuentra en armonía. El resultado es un caballo con equilibrio corporal. El balance parcial, que ocurre cuando alguno de los cuatro balances se encuentra en desequilibrio, solo genera puntos de reacción y compensación de fuerzas, por lo tanto, el caballo nunca puede disponer del total de su capacidad física y mental a la hora de responder a un trabajo.

#### **2.7.4.1 Causas y consecuencias de un desequilibrio**

Daniel Anz en el 2006 menciona que las causas de un desequilibrio pueden ser por:

- Desvasados incorrectos; un talón o un hombro más largo que otro.
- Deficiencias de aplomo; por ejemplo, un caballo izquierdo estevado.

Como reacción a estas causas el casco se torna asimétrico, notándose las siguientes consecuencias en el lado que soporta mayor presión:

- Pérdida de ángulo en una de las dos paredes.
- Una pared vertical más delgada.
- La corona y bulbo del talón más elevados en un lado.
- Posible cuarto o rotura longitudinal de pared.
- Desplazamiento de la ranilla en dirección opuesta.
- Menor superficie de la palma.

#### **2.7.4.2 Corrección y estabilización de cascos desviados**

En el mismo estudio Daniel Anz hizo una comparación sobre lo que se denomina **corrección** y la **estabilización** del balance y equilibrio, ya que cada término tiene diferentes aplicaciones dentro de las situaciones de aplomado de cada animal.

La corrección se realiza en desviaciones de cascos producidas por desvasados o por efecto de desgastes naturales de acción negativa. El objetivo es retornar el casco a su forma original, realizándose sólo hasta que el casco retome su simetría total, porque en tal caso no existe ningún problema de conformación ósea en el caballo que produzca la tendencia constante a la desviación. En cambio, la estabilización se utiliza para ayudar a los cascos a no incrementar su desviación que ha sido causada por un problema de conformación del caballo, utilizándose la estabilización sólo para que la desviación no se grave y para ayudar a conservar la línea de aplomo lo mejor posible.

Aclara también que al corregir o estabilizar los cascos, la edad del animal no influye, pudiéndose considerar el Balance F tanto en potrillos como en caballos adultos o de edad avanzada.

### **2.8 Sustentos**

El balance implica equilibrio y por consecuencia algo muy importante como el sustento correcto del pie del caballo. La presión ejercida por el peso del caballo se transmite a través de los huesos del miembro llegando hasta la tercera falange. El podólogo Calderón (2012), menciona que el pie del caballo actúa como un ecualizador que recibe toda la carga del peso en dimensiones o vectores de fuerza, ejercidas entre el caballo y el suelo.

El aplomo con relación al sustento del casco es la dirección que deben seguir los miembros considerados en su totalidad y en sus regiones en particular, para que el cuerpo sea soportado de manera más sólida y favorable en la ejecución de los

movimientos del animal. La igualdad de fuerzas o presión producida por el alineamiento esquelético y el apoyo permitirán una óptima circulación sanguínea y salud de los huesos del pie (Calderón, 2012).

### **2.8.1 Sustentos del casco con relación a tipos de suelo**

A pesar del aspecto duro de los cascos, son una de las partes que se consideran más delicadas del caballo, por tal motivo es necesario brindarles una especial atención. Para ello es de suma importancia tener en cuenta variables como el tipo de suelo donde vive el animal y donde desempeña algún tipo de trabajo.

En el artículo “El aparato amortiguador del pie del caballo” Sánchez (2017), menciona que las características del suelo tienen un efecto importante sobre el sustento y la deformación del casco.

#### **Suelo duro y liso**

En suelos duros como el cemento solo el borde de apoyo de la pared y ocasionalmente parte de la ranilla entran en contacto con el suelo. La presión y tracción sobre el estuche corneo son entonces máximas, así como las deformaciones de los cascos en particular en los talones.

#### **Suelo blando**

Las deformaciones de los talones disminuyen cuando el suelo se encuentra características de suelo blando.

#### **Terreno duro**

En terreno duro los cascos se deforman al paso y al trote, más en los anteriores que en los posteriores.

## **Suelo de arena profundo**

Se constata una mayor deformación de los cascos posteriores, debido a su papel preponderante en la propulsión del cuerpo. Gabino (2017), menciona que un suelo arenoso y las altas temperaturas desecan la ranilla, lo cual causará una ranilla enferma que, ya sea por putrefacción o endurecimiento no es capaz de soportar peso.

Cuando el pie está sano, se ensancha en el apoyo, sobre todo en sus posteriores, ya que todos los elementos que lo contribuyen son los principios flexibles y elásticos: almohadilla plantar, los cartílagos alares o complementarios, la ranilla, la pared; que en un casco sano es más delgada en cuartas partes y talones, su altura también disminuye hacia los talones, lo que contribuye a darle más elasticidad, ofreciendo menos resistencia (Sánchez, 2017).

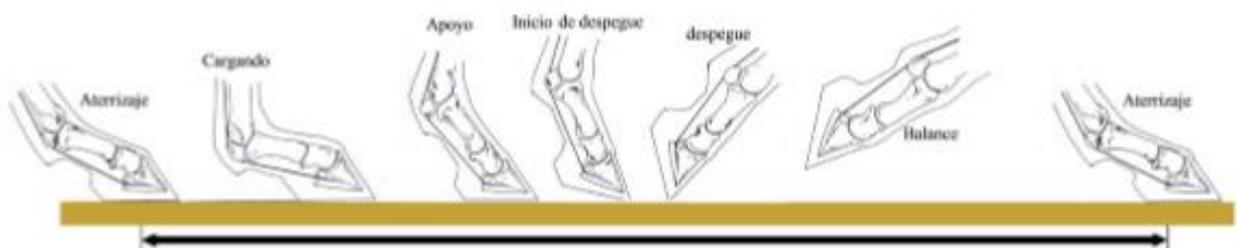
## **2.9 Desplazamientos**

### **2.9.1 Aires de desplazamientos del caballo**

Los aires, andares o marchas se designan al estilo particular de desplazamiento ya sea natural o adquirido, caracterizado por un movimiento rítmico de las extremidades del caballo.

Morales (2013), presentó en una tesis el análisis de la marcha de equinos mediante la aplicación de técnicas combinadas (acelerometría y fotografía secuencial). Donde en su hipótesis define una metodología que permita establecer las condiciones y procedimientos para obtener datos en forma experimental de la cinemática de la marcha de equinos, y con ellos generar información aplicable a la clínica veterinaria de equinos. Presentó los resultados de las variables espacio - temporales involucradas en la marcha del equino y las curvas basales del equino durante la marcha, así como la identificación de las **etapas de la marcha** (figura 15) en las cuales se clasificaron seis fases que hace el caballo en las extremidades para realizar cualquier aire las cuales son:

1. Fase de carga
2. Fase de apoyo
3. Fase de inicio de despegue
4. Fase de despegue
5. Fase de balance
6. Fase de aterrizaje



**Figura 15** Etapas de marcha del caballo.

Fuente: La marcha de equinos mediante la aplicación de técnicas combinadas (Morales, 2013).

### 2.9.1.1 Clasificación de aires de los movimientos del caballo

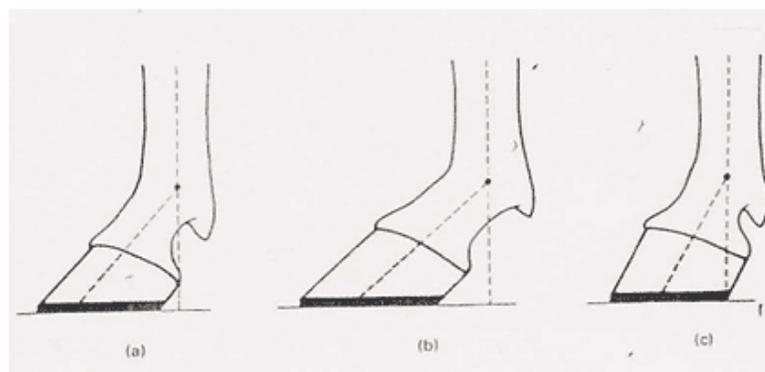
Además, los aires del caballo se clasifican de acuerdo a la sucesión de los movimientos de cada extremidad:

- a) **Aires laterales;** cuando se escucha un golpe de un solo lado, dentro de esta clasificación existen diferentes pasos tales como paso, paso medio, paso libre, paso largo, paso reunido, ambladura, andadura perfecta (Sáenz, 2015).
- b) **Aires diagonales;** este es cuando se escuchan golpes cruzados, los diferentes pasos que existen dentro de esta clasificación son trote, trote corto, trote medio, trote largo, trote reunido, galope, galope derecho e izquierdo, galope de trabajo, galope medio, galope largo y galope reunido (Sáenz, 2015).

### 2.9.1.2 Locomoción de las extremidades del caballo

Sánchez (2017), describe la secuencia de hechos que suceden dentro de la extremidad durante la locomoción; cuando el pie se apoya, el descenso del menudillo origina la flexión de la articulación interfalángiana distal (segunda y tercera falanges), y un descenso de la segunda falange entre los cartílagos alares que van entonces a separarse bajo el efecto de cuña de la segunda falange. La segunda falange al descender va a ejercer una presión sobre la almohadilla plantar, presión que esta última ejercerá sobre la ranilla.

El andar del caballo ya sea por diagonales o por laterales, no lo determina el ángulo de los cascos, si no la genética que traiga el caballo. Todo se basa en la tergiversación normal de los cascos, que determina que la angulación del casco de la mayoría de los caballos se encuentra entre  $45^\circ$  y  $60^\circ$  y que la curva del vuelo del casco se acorta o se extiende de acuerdo a la mayor o menor angulación del mismo (figura 16). El fundamento de dicha afirmación es una explicación de cómo el vuelo del casco se da por el largo de la cuartilla y la angulación del menudillo, que determina a su vez el largo del casco y la angulación de la pared dorsal del casco aumentando o disminuyendo la cantidad de masa que fricciona con la superficie de rozamiento, por esta razón se da una mayor o menor ventaja mecánica (Calle, 2008).



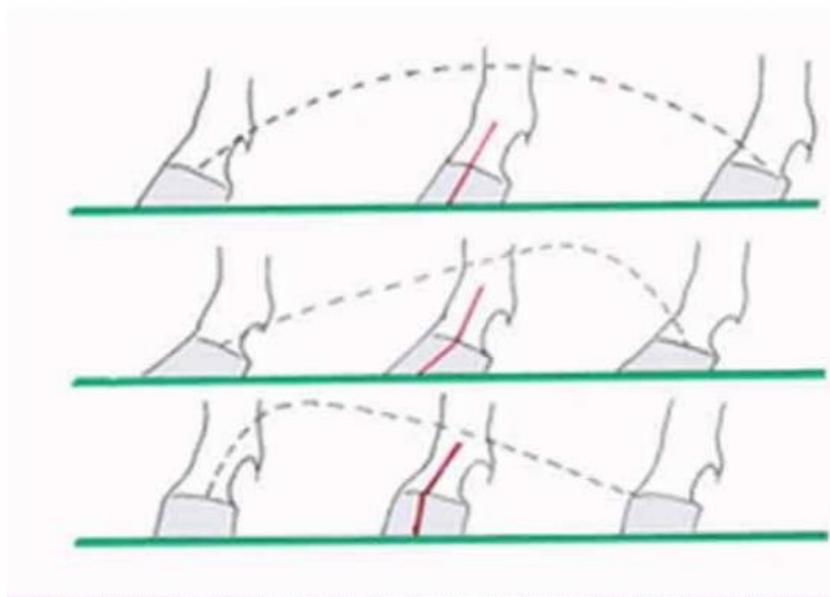
**Figura 16** Cascos con diferentes gradientes de angulación en el eje casco- cuartilla.

Fuente: Manual y técnicas de herraje de Hickman (1999).

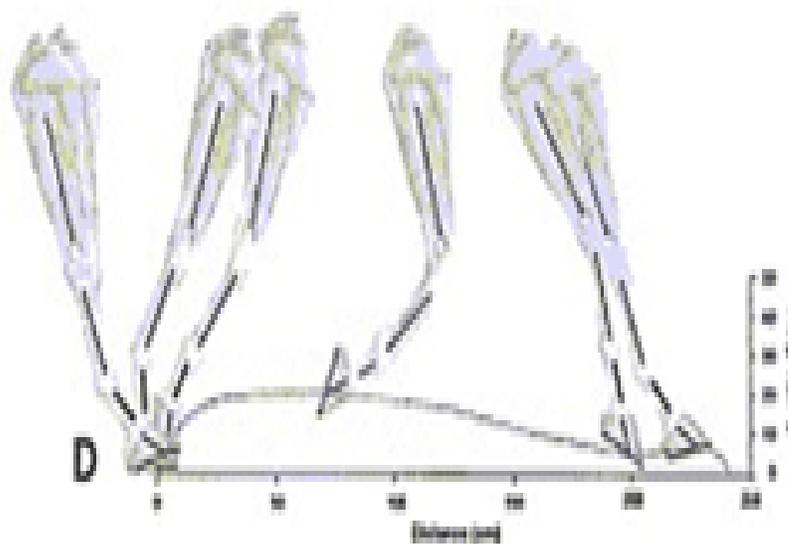
Barrey (2014), publicó un análisis de la marcha para monitorear el rendimiento de los caballos en la doma, salto, enduro, trote y carrera sin obstáculos en el cual su objetivo era el de estudiar la cinética de un cuerpo en movimiento, dentro de esto se han estudiado los cambios relacionados con la velocidad en los parámetros de la zancada en diferentes razas y disciplinas. Para analizar la locomoción de un caballo, el acelerómetro se colocó lo más cerca posible del centro de gravedad del cuerpo. La parte caudal del esternón entre los músculos pectorales ascendentes izquierdos y derechos a nivel de la cincha. Los resultados más relevantes resultaron en la influencia del entrenamiento en variables locomotoras de los caballos de carreras donde la influencia del entrenamiento en trotadores americanos y en pura sangre. Luego de tres años de entrenamiento, se observaron los siguientes cambios en las zancadas del trote: el largo de la zancada y la duración de la zancada, en las carreras al galope, se halló un incremento en la duración y en el largo de zancada.

### **2.9.2 La física aplicada al desvase y herrado del caballo**

Calle (2008), publicó un estudio donde analiza la relación que existe entre el balance y el desplazamiento de las extremidades del caballo, donde este concluye que debe de tomarse en cuenta la física para la realización de desvases y herrados. Así mismo con su estudio analiza y complementa dos teorías donde la primera describe que el casco del caballo hace un arco de vuelo en forma de parábola uniforme o achatada hacia uno de sus extremos de acuerdo a la angulación del casco (figura 17), luego la segunda teoría más actualizada, dice que el vuelo del casco hace una parábola doble, con el arco amplio al principio y un achatamiento hacia el final del recorrido. Calle aporta que el vuelo del caballo depende de la modalidad atlética del caballo, de la frecuencia del tranco, amplitud del tranco (extensión de la pisada), de la conformación anatómica y de las angulaciones que forman las diferentes articulaciones entre sí.



**Figura 17** Intervención del ángulo del casco en el arco de vuelo.  
 Fuente: Evaluación del pie (Pereyra, 2013)



**Figura 18** Vuelo del casco, tratándose de un caballo con frecuencia de tranco baja y amplitud de tranco alta.  
 Fuente: Adaptados de O.K Balch, D. Butler and M.A. Coller, Balancing the Normal Foot.

Cuando un caballo se desplaza con una frecuencia de tranco baja a media y una amplitud de tranco alta, como los caballos de tiro, los de salto, los de polo y rejoneo (figura 18), el vuelo del casco es de una parábola doble amplia al inicio con un achatamiento al final del recorrido; en el casco de un caballo que se desplaza a una frecuencia de tranco muy alta súper alta y una amplitud de tranco corta, como es el casco del caballo de paso colombiano, el vuelo del caso es el de una parábola sencilla, ya sea uniforme o con alargamiento hacia arriba o hacia uno de sus extremos.

### **2.9.2.1 Principios y leyes de la dinámica con relación al desplazamiento.**

La relación existente entre la física y el desplazamiento es de fundamental importancia para tener en cuenta la reacción de cada elemento involucrado al realizar algún movimiento

#### **Primera ley de Newton**

Ley de la inercia. Un cuerpo u objeto permanece en estado de reposo o a una velocidad de movimientos constantes si no hay una fuerza neta que actué sobre el mismo. Cuando el caballo se encuentra en la estación sin realizar ningún tipo de movimiento, decimos que se encuentra en equilibrio y las fuerzas que actúan sobre él equivalen a cero. Por tal motivo, para determinar la conformación anatómica del caballo, debemos tratar al máximo de tenerlo en equilibrio natural, sin influjo de fuerzas u objetos externos que cambien dicha conformación.

#### **Segunda ley de Newton**

Principio de acción de fuerzas o ley de la aceleración. La ley postula que cuando una fuerza actúa sobre un cuerpo o masa se produce un movimiento o aceleración. En el caso del caballo, si el casco es más grande o más pesado (mayor cantidad de masa), este debe realizar un mayor esfuerzo para realizar una batida, y obtendrá, por consiguiente, una menor aceleración.

### **Tercera ley de Newton**

Principio o ley de acción-reacción. Esta ley establece que siempre que un cuerpo u objeto ejerce una fuerza o acción sobre otro, este genera una reacción igual y opuesta al primero; constituyéndose en fuerzas de reacción o de interacción en pares. Por consiguiente, tenemos que al tener el casco una mayor masa o peso, generará una mayor fuerza de atracción por parte de la tierra (fuerza de gravedad) lo que a su vez generará un mayor esfuerzo, por parte del caballo, para vencer la fuerza de la gravedad.

### **La ley de las palancas**

Dice que para que haya un balance en la fuerza resultante de la palanca, el producto de la fuerza (F) por el brazo de fuerza (BR) debe ser igual al producto de la resistencia (R) por el brazo de resistencia (BR). Si se incrementa la distancia del brazo de resistencia, entonces, necesariamente debemos disminuir la resistencia, aumentar la fuerza, o incrementar el brazo de fuerza, o en su defecto, una combinación de las tres para poder obtener el equilibrio de la ecuación. En el caso de la palanca formada por la cuartilla y el casco, donde la cuartilla tiene una distancia invariable (brazo de fuerza), al aumentar la distancia del casco (brazo de resistencia) ya sea por crecimiento exagerado del mismo o por la aplicación de una herradura gruesa y/o muy pesada, aumentamos al mismo tiempo la resistencia (masa o peso del casco), generando un aumento en la fuerza realizada por los extensores.

### **2.9.3 Relación entre aplomos, simetrías, balance, sustentos y desplazamiento de las extremidades del caballo**

El aplomo es la dirección que deben seguir los miembros considerando en su totalidad y en sus regiones en particular, para que el cuerpo sea soportado de manera más sólida y favorable en la ejecución de los movimientos del animal (Calderón, 2012).

Es bien establecido que la mayoría de las enfermedades del casco y las extremidades son causadas por cascos desbalanceados o desequilibrados, por el

contrario, si las extremidades se mantienen en equilibrio rara vez presentarán claudicaciones, además los cascos tendrán una simetría, y por consiguiente un sustento y desplazamiento más seguro.

Es de vital importancia relacionar todos los factores con la realización de algún trabajo en el casco, primeramente, es necesario recoger información, comenzando por tomar en cuenta sus aplomos, posteriormente su desplazamiento, y luego realizar la simetría y su balance mediante el recorte o escofinado, para así mediante el sustento verificar en conjunto todos los factores. Es importante mencionar que no siempre se tiene que seguir este orden, pero siempre es necesario relacionarlos y no dejar de tomar en cuenta ninguno, ya que todos van de mano para que el caballo quede en un correcto alineamiento, balance o equilibrio con relación con su cuerpo y el suelo.

## **2.10 Herraes**

La domesticación del caballo y su posterior utilización en la guerra, motivaron la creación de la herradura, naciendo así el arte de herrar, como una necesidad imperiosa de proteger la integridad del pie del caballo. El herrado de caballo se define como el arte de construir y aplicar la herradura apropiada a la situación imperante, con la finalidad de proteger al pie sin perturbar la función, antes bien mejorándola y a veces como ayuda terapéutica (Pires y Lightowler, 1989).

### **2.10.1 Tipos de herraes**

Existen tres tipos de herraje, los cuales tienen diferentes funciones y objetivos de acuerdo a la ocasión que se presente en los cascos de cada caballo y la actividad propiamente realizada.

#### **Herraes fisiológicos**

Los más abundantes y cuyo único fin es proteger a la muralla del desgaste, la palma y talones contra los accidentes del camino, así como controlar el movimiento

vertical de los talones (Gabino, 2018). Así mismo está destinado a darle mayor adherencia al pie en el suelo, favorecer la mecánica de los miembros en sus etapas de sostén e impulso para obtener mejores rendimientos, con menos riesgos y de acuerdo con la naturaleza del servicio (Pires y Lightowler, 1989).

### **Herrajes terapéuticos**

Aquellos en que es necesario modificar las condiciones mecánicas y fisiológicas del casco, mediante herraduras especiales y modificaciones realizadas a costa de la propia herradura (Gabino, 2018). Terapéuticamente las herraduras pueden usarse para cambiar andares y movimientos, para corregir la estructura y/o el crecimiento defectuoso de la muralla, por lo que debe describir una curva pareja y continua en toda su longitud sin que se produzcan “ángulos” o curvas abruptas al nivel de los cuartos y talones (Hickman,1988).

### **Herrajes ortopédicos**

Aquellos herrajes en que es necesario utilizar materiales más allá de la simple herradura y los clavos que sujetan al casco (Tapas, taloneras, siliconas, acrílicos, etc.) (Gabino, 2018). Estos herrajes ayudan al acomodo de estructuras internas dañadas (tejuelo, hueso navicular, ligamentos, etc.) siguiendo una serie de pasos para el proceso de recuperación (figura 19).



**Figura 19** Herraje Ortopédico.

Fuente: [www.FerrierGabino.com](http://www.FerrierGabino.com)

### **2.10.2 Proceso de colocación de herraduras en los miembros de los caballos**

Es importante conocer el estado ideal del casco, así como el herraje más adecuado. Para ello hay que tener en cuenta variables como el tipo de suelo en que vive el animal y el trabajo que realiza.

#### **Observación de las extremidades y empatía con el caballo**

Esto consiste en el acercamiento y conectividad con el caballo, que el animal sepa que no se le hará nada malo, y así poder obtener una confianza y una actitud positiva de él hacia nosotros.

Una vez realizado el acercamiento procedemos a la observación de las extremidades con las que se comenzará a trabajar, y sacar la información propia del pie. De esta manera vamos a poder respetar los factores propios de este, para que luego el caballo quede en un buen aplomado, balance y sustento óptimo.

#### **Descalzar**

Se refiere a la acción de retirar la herradura del miembro del caballo, en caso de que la tenga puesta o posea un herraje pasado, siendo esto lo ideal, ya que se tendría un casco protegido y sin cuarteaduras. El procedimiento se realiza de forma correcta tomando el miembro del caballo, luego toma la hachuela y el martillo de goma desdoblado los remaches para que al retirar la herradura no haya desgarres de pared del casco. Luego de haber desdoblado los remaches se procede a retirar la herradura tomando la tenaza extractora, desde los talones hacia la pinza y desde afuera hacia adentro, retirando clavo por clavo, disponiendo de estos en el lugar seguro y correcto para que no haya peligro de herir el caballo o nosotros mismos con estos en el suelo (Tobon, 2011).

## **Despalmado**

Este proceso consiste en retirar la suela sobrante del casco lo mismo que las barras teniendo en cuenta que no se puede sobrepasar en el desvase ni tampoco ser muy profundo, ya que podemos llegar a perjudicar las estructuras internas.

En la ranilla también se debe de realizar un corte considerado y de la misma manera no sobrepasar los límites, teniendo en cuenta que esta tiene varias funciones fundamentales en el pie. Tobon (2011), menciona que se debe recortar de forma correcta despejando los surcos entre las barras y la ranilla, también abriendo el surco central de esta y teniendo en cuenta que tiene forma triangular, mostrando un vértice en su parte frontal.

## **Recorte**

En el recorte es donde comienza lo más importante que se debe tomar en cuenta para los aspectos de balance y aplomado del caballo. De esta manera se debe tomar en cuenta un recorte tridimensional, 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 similar al de extremidad (Hickman, 1977; Curtis, 1999; Stashak *et al.*, 2002; Trotter, 2004; Curtis, 2006; Foor, 2007).

Este proceso se realiza con la tenaza y la escofina. Luego del despalmado se procede hacer el recorte del casco teniendo en cuenta que se retira solo la parte que sobra de este observando el punto donde se conecta la suela con la muralla para proceder a cortar. En el recorte es fundamental tomar en cuenta que hay una existencia de límite natural que se encuentra entre la suela funcional y el nivel 0, es decir este se ubica entre el pie propiamente dicho y aquello que ha crecido. Debido a que este límite se mueve (Flexibilidad longitudinal, balance F), es de vital importancia seguir dicho límite en el recorte. Según Anz (2018), el límite se ve manifiesto por un principal factor natural, la suela funcional, visible en el casco. Considerar este factor durante el recorte permite un resultado preciso, medible y reproducible en el tiempo.

Dentro de los niveles de recorte, recortar en 0, +1, +2, +3 según sea el caso del caballo, pero nunca en -1 porque se estará afectando la suela funcional y posiblemente estructuras internas (figura 20).



**Figura 20** Tabla de niveles de recorte

Fuente: [www.danielanz.com](http://www.danielanz.com) 2018

Luego del recorte se pule con la escofina haciéndolo en dirección desde adentro hacia afuera y de forma circular. Este proceso debe terminar con un casco lo más plano posible, ya que el casco debe quedar en contacto completamente con la herradura sin quedar espacios entre estos para que esto favorezca el tiempo de duración del herraje (Tobon, 2011).

Daniel Anz en enero del 2019 en su artículo “la herradura: una nueva forma de ver el pie del caballo obliga reevaluar su función” hace una comparación entre la forma tradicional y moderna del recorte del casco donde menciona que, tradicionalmente el recorte de casco y herrado (clavado de la herradura al casco) se unifican en un solo procedimiento, a tal punto que no se permiten espacios de luz entre el casco y la herradura recién clavada. Bajo esta técnica de herrado, no hay posibilidad de que el casco recupere sus formas y funciones. En cambio, la nueva escuela propone separar

el recorte del herrado. En este concepto, la herradura deja de ser una pieza fusionada al pie del caballo y pasa a ser un cuerpo que permite al casco relajarse sobre este. Cuando esto es permitido, el pie recupera la posibilidad de equilibrarse y liberarse de posibles presiones alojadas en la estructura de su casco.

El podólogo Juárez (2019), menciona que la principal causa de los cascos agrietados; en el cual resalta que no exactamente se debe a la resequedad, si no por el desbalance latero mediales que son causados por herrados deficientes, talones altos, herraduras muy chicas y principalmente por no respetar límites naturales al momento de recortar. Todo esto ocasiona que las presiones del casco al no estar balanceados, primero eleven la banda coronaria, después como la presión es tanta en casos más graves el casco se quiebra o truena para así liberar la presión de más ejercida en él, al abrirse este da una vía de entrada a suciedad y bacterias las cuales pueden ocasionar infecciones en el casco.

El éxito del herraje depende mucho del proceso del recorte ya que radica en que el equino quede correctamente aplomado, es decir que exista una simetría en cada uno de los miembros, tanto sus talones, hombros y cuartos de igual longitud con su semejante.

### **Adecuación de la herradura al casco**

Pensando en la salud a largo plazo del caballo, lo recomendable es recortar el casco en base a su propia información y luego colocar la herradura normalmente, como si fuera el suelo apoyado en el casco, y no fusionado a él (Anz, 2019).

En este proceso se deben elegir las dimensiones y características correctas de la herradura. Según Ensminger (1973), al elegir las herraduras para un determinado caballo, se den tener en cuenta los siguientes factores:

1. **Tamaño adecuado;** la herradura debe adecuarse al pie, no al casco a la herradura por medio de recortes

2. **Herradura delantera y trasera;** las delanteras son más circulares y anchas en los talones que las traseras.
  
3. **El caballo en especial;** considerando el peso, la forma y textura de sus cascos, y las características de sus miembros.

Luego de estar el casco bien aplomado y balanceado, se forma la herradura moldeándola hasta que quede exactamente con la forma con la cual se definió el casco, sin tener que cambiar la forma de este (Tobon, 2011).

Este proceso se puede llevar a cabo de dos maneras: en frío y en caliente (Tobon, 2011). El herrado frío tiene la ventaja de poder practicarse en cualquier lugar, pero el herrado caliente es más conveniente ya que el ajuste entre la muralla y la herradura es más sólido, exacto y uniforme a lo largo de toda la herradura, a pesar de esto, el herrado frío es el más utilizado en estos días (Pire y Lightowler, 1989). Si se dio la forma a la herradura en caliente, se puede aprovechar el calor para darle un toque a este y cauterizarlo ya que esto trae mayor precisión de contacto del casco con la herradura lo cual dará mayor durabilidad al herraje y quemaran los hongos que se encuentren en la zona de la muralla (Tobon, 2011).

### **Fijación de la herradura**

Se debe tener en cuenta que las claveras deben coincidir con la línea blanca del casco, los clavos son ubicados en las claveras con la marca hacia la parte interna del casco ya que estos tienen una pequeña guía en la punta la cual hace que el clavo se dirija hacia afuera y evite desgarres en las láminas internas del casco (Tobon, 2011). Luego de estar fijada la herradura al casco con los clavos, procederemos a asentarlos y remacharlos, luego con la escofina quitamos el exceso de muralla para quitar los bordes sobrantes y cortantes, y así quedar en un correcto terminado.

### 2.10.3 Reglas para un correcto herraje

En el artículo de Estrada (2014) “Fundamentos de podología equina: recorte balanceado y herraje fisiológico”, describió y denominó una serie de reglas que son fundamentales para poder llevar a cabo un herraje lo más correcto posible, para el buen funcionamiento de los caballos, las cuales son:

1. 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.
2. 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.
3. El perioplo se debe limar, idealmente, únicamente hacia abajo (distal) de la “línea del clavado”, de lo contrario, se favorece la deshidratación del casco y la consecuente aparición de aberturas.
4. La suela se debe de recortar lo menos posible para que proteja las estructuras internas del casco.
5. No se deben cortar las barras, pues estas son parte importante de la pared, en lo que respeta al soporte y mecanismo anti impacto.
6. La herradura debe de ser totalmente nivelada (sin espacios entre el metal y el casco) apoyándose solamente sobre la pared y las barras.
7. La línea blanca es la frontera por respetar con el clavado de la herradura. Los clavos se deben poner en la pared y no hacia adentro de la línea blanca por que

tocan estructuras sensibles e inoculan bacterias causantes de infección a dichos tejidos.

8. La herradura debe de pegarse al casco con el menos número de clavos por que dañan la pared (6 clavos son mejor que 8).
9. En la línea del clavado, los clavos puestos en punta o uña, donde la pared es más gruesa, deben salir un poco más arriba 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.
10. En caballos con pared de casco muy delgada o en potros jóvenes se debe de usar clavo de tamaño más pequeño para evitar separación de los túbulos de la pared y la consecuente reventadura.

Herrar un caballo no solo consiste en clavar la herradura en el casco, si no que significa aplomarla, ajustarla y darle la forma adecuada para dispensar el balance necesario. La herradura proporciona el balance perfecto o la desviación completa de las extremidades, y así como protege al equino también puede causar daños y enfermedades si se coloca de manera errónea.

#### **2.10.4 Herraduras**

En la actividad ecuestre existe una gran variedad de disciplinas y dentro de cada una de ellas requiere de un tipo de herradura especial. A su vez dentro de cada disciplina, existen varios modelos que se adaptan a diferentes terrenos.

#### 2.10.4.1 Tipos de herraduras

**La herradura de trabajo**, es aquella utilizada para caballos que desempeñan labores sobre terrenos abrasivos y su principal función es la de proteger el pie del desgaste. El material normalmente es hierro y se puede forjar en frío o en caliente.

**Las herraduras de deporte**, como lo es el de las carreras, cumplen la función de proteger al pie del desgaste y de ofrecer agarre al caballo, comúnmente las herraduras suelen ser de aluminio y algunas veces de hierro.

**Las herraduras para pisos de arena, césped o tierra**, cada modelo cuenta con diferentes accesorios que permiten mayor estabilidad y agarre dependiendo del terreno donde se corre.

**Las herraduras de polo**, se fabrican con un perfil de hierro apto para ofrecer buen agarre en la cancha de césped, además se les fabrica un solo taco, para que el caballo pueda realizar giros rápidos sobre sus posteriores sin afectar las articulaciones del miembro.

**Las herraduras terapéuticas**, son utilizadas para curar diferentes enfermedades del pie.

**Las herraduras ortopédicas**, son utilizadas para corregir deformidades del cuerpo y para agregar elementos faltantes cuando se trata de recuperar un aplomo o hacer caminar un caballo.

#### 2.10.4.2 Partes de la herradura

Tobon (2011), en un trabajo de análisis comparativo en herraduras de diferentes aceros, describe las partes de la herradura (figura 21), mencionando las siguientes.

**Pinza o dedo**

Parte delantera de la herradura.

**Hombros**

Parte de la herradura donde empiezan a ser ubicadas las claveras, se encuentran en las dos ramas desde donde termina la pinza o dedo.

**Cuartas partes**

Apartado de la herradura ubicada tres cuartas partes desde la pinza hacia los talones.

**Ramas**

Son dos, se unen en la pinza del casco y dependiendo del tamaño lleva un número de talla.

**Talones**

También reciben el nombre de talones, por la región que protegen, son los extremos de la herradura.

**Caras o tablas**

Se refiere a la superficie que se encuentra en contacto con el casco y a la superficie que está en contacto con el suelo.

**Bordes**

Existe un borde interno y un borde externo.

**Anchura**

Es la distancia que hay entre los bordes de la herradura. Una herradura puede ser ancha o angosta de tablas, esta anchura se modifica en las diferentes partes de la herradura para formar el semicírculo.

**Espesor**

Se refiere a la distancia que existe entre las dos caras o tablas.

**Asiento**

Es la cara que está en contacto con el casco del caballo.

**Claveras**

Son los agujeros por los que pasan los clavos, se llaman claveras carniceras cuando están más cerca del borde interno y claveras someras cuando están cerca del borde externo.

**Pestañas**

Son pequeñas láminas que sobresalen de la herradura y su función es fijarla, evitando que resbale de su posición correcta, se localizan en la lumbré o hacia los lados, a la altura de la unión entre el hombro y las cuartas partes. Una pestaña reemplaza a dos clavos y se emplea comúnmente en caballos destinados al salto.

**Garras o pestaña inversa**

Son aditamentos salientes que se utilizan para aumentar la tracción. Están situadas en la pinza, y principalmente se utiliza en caballos de carreras parejeras y en caballos de carreras de hipódromo.

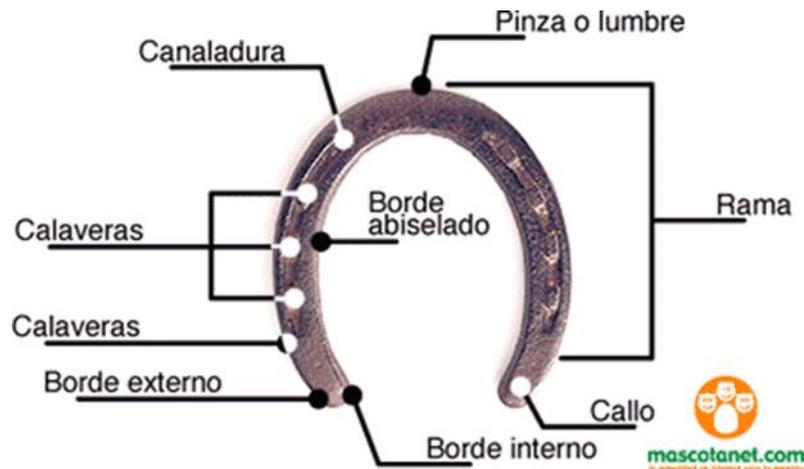
**Tacones o blocks**

Son aditamentos de las herraduras que se aplican para favorecer la elevación de los talones. Principalmente se utilizan en caballos de campo que viven en terrenos pedregosos y con pendientes.

**Ramplón**

Es una saliente aguda o repliegue que se localiza en los callos de la herradura para aumentar la tracción. Se utiliza principalmente en el callo externo de las patas de caballos de hipódromo, para mantenerlos en el riel. En época de lluvias se utilizan

en ambos callos para evitar que el caballo resbale, además que se pueden intercambiar como tornillo, principalmente se utiliza en las pistas de pasto en caballos de salto.



**Figura 21** Partes de la herradura

Fuente: [www.mascotanet.com/caballos/cuidados/04\\_herrajes\\_02.htm](http://www.mascotanet.com/caballos/cuidados/04_herrajes_02.htm)

Según Anz (2018), el tipo de material que se utiliza para la fabricación de cada herradura juega un papel importante. En orden de importancia, los materiales más empleados son el hierro, el aluminio, y el poliuretano, combinados, o no, con otros materiales. Lo que se busca es llegar a un material liviano y muy resistente al desgaste, así como también, a mantener la flexibilidad vertical natural que posee el casco. Dentro de los tipos de herraduras, se encuentran aquellas que se fijan con clavos, aquellas que se ven fijadas con pegamentos especiales o aquellas para uso esporádico que se asemejan a un calzado, donde el sistema de fijación es por medio de broches, cordones, o velcro. Las herraduras especiales entran en un rubro muy amplio y es el de la corrección y tratamiento de enfermedades del pie.

### **III. CONCLUSIÓN**

La simetría y el balance en los cascos equinos son de fundamental importancia, ya que tener una buena conformación tanto del pie, como de cada miembro y a la vez de todos en general, determinaran la forma, trayectoria, desgaste y sustento del pie, esto se reflejará en un caballo entregado de manera física y psicológica, capaz de realizar las actividades a las que se destine. Esto se conseguirá teniendo en cuenta la relación que existe entre los factores fundamentales (aplomos, desplazamiento, balance, simetría y sustento).

#### IV. LITERATURA CITADA

- Adams, O. R.** 1974. Lameness in horses. 3rd ed. Lea & Febiger. Philadelphia. USA.
- Anz, D.** 2006. Artículo. El balance F. Un cuarto balance no considerado. 14p.  
[www.danielanz.com](http://www.danielanz.com)
- Anz, D.** 2007. Artículo. El pie que tanto se busca. [www.danielanz.com](http://www.danielanz.com)
- Anz, D.** 2018. Artículo. La existencia de gran variedad de herraduras. Pp 2,3  
[www.danielanz.com](http://www.danielanz.com)
- Anz, D.** 2019. Artículo. La herradura una nueva forma de ver el pie del caballo obliga a reevaluar su función. Pp 1, 3 y 5. [www.danielanz.com](http://www.danielanz.com)
- Araba, B. D., Crowell, D.** 1994. Las relaciones de dominación y la agresión de los potros (Equus Caballus), E.U.A, Applied Animal Behaviour Science.
- Balch, O., White, K., Butler, S., Metcalf, S.** 1995. Hoof balance and lameness: Foot bruising and limb contad. Compend contin. Educ Pract Vet.
- Ballereau, J. F.** 2003. Larousse del caballo. México. Edit. Larousse del caballo 2003.
- Barrey, E.** 2014. Análisis de la marcha para monitorear el rendimiento de los caballos en la doma, salto, enduro, trote y carrera sin obstáculos. Francia 2014. Pp 2- 5.
- Calderón, S. J. A** 2012. Artículo. Balance en el dígito del equino. 10 p.

- Calle, T. E.** 2008. Equilibrio y balance del casco. Pp 1, 2 y 4. [Eki.es/blog](http://Eki.es/blog)
- Calle, T. E.** 2009. La física aplicada al herrado. Pp. 2- 5.
- Carmona J. U.** 2011. Tendinometria del tendón flexor digital superficial y del ligamento suspensorio de caballos, fisiopatologías y terapias regenerativas.
- Curtis, S.** 2002. Corretive Farrery a textbook of remedial horses shoeing. Vol. 11. R & w publication (newmarket).
- Curtis, S.** 2006. Corretive Farrery a textbook of remedial horses shoeing. Vol. 12. R & w publication (newmarket).
- Dahlgren, L. A.** 2002. Insulin – like growth factor 1, improves cellular and molecular aspectos of healing in a collageneese – induced model of flexor tendinitis.
- Dowling, B. A.** 2000. Superficial digital flexor, tendonitis en el caballo. Equine veterinary.
- Ensminger, M. E.** 1973. Producción equina. El ateneo Buenos Aires, Argentina.
- Estrada, M.** 2014. Fundamentos de podología equina: Recorte balanceado y herraje fisiológico. Revista De Ciencia Veterinaria, Universidad Nacional Costa Rica. Pp 41- 55.
- Foor, D.** 2007. Balancing and shoeing the equine foot. In A.E. Floyd & R.A Mannsman. Pp 379- 372.
- Gabino, F.** 2017. Articulo. Caballos asimétricos. [www.FerrierGabino.com](http://www.FerrierGabino.com)

- Gabino, F.** 2018. Artículo. Tipos y usos de herrajes. [www.FerrierGabino.com](http://www.FerrierGabino.com)
- Gil, A. G. S.** 2013. Sistema de producción equina. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Neiva Colombia.
- Goodship, A.** 1994. The pathobiology and repair of tendón and ligamento injury. Vet Clin North AM Equine.
- Gordon, M., Lyon, R., Montgomery, S., Waters, A.,** 1999. Guía completa de caballos, España, Edit. LIBSA, 1999.
- Hickman, J.** 1977. Farriery a complete illustrated guide. J. A. London. Pp 31- 69.
- Juárez, M.** 2019. Artículo. Cuartos en cascos. Zacatecas México.
- Lenk, S.** 2014. Artículo 3. Los tejidos y articulaciones del aparato locomotor del caballo y la anatomía de la suspensión del menudillo. España.
- López, C. C. E.** 2013. Síndrome del hueso navicular. Santa Ana. Costa Rica. 11p.
- López, C. C. E.** 2017. Sin casco no hay caballo. Santa Ana. Costa Rica.
- Losinno, L.** 2009. Guía de trabajos prácticos, aplomos del caballo. Pp 2- 6.
- Lungwitz,** 1913. Horseshoeing. Oregon University Press. Oregón USA.
- Morales, A.** 2013. Análisis de la marcha de equinos mediante la aplicación de técnicas combinadas (acelerometría – fotogrametría secuencial). Universidad Nacional Autónoma de México. 114 p.

- Nassau, V. R.** 2008. El casco del caballo. Estructura del casco. Rebajado y herrado, problemas del casco y soluciones. Editorial Hispan europea. S. A. 224 p.
- Olhagaray, N.** 1984. Semiología clínica de las cojeras y diagnóstico diferencial. 1ª ed. Edit. Agropecuaria Hemisferio Sur. Uruguay.
- Patterson, Kane J. C.** 1998. Exercise - related alterations in crimp morphology in the central regions of superficial flexor tendons of young thoroughbreds a controlled study. Equine Vet.
- Pereyra, E. C.** 2013. Evaluación del pie, 1a Parte.
- Pires, A., Lightowler. C. H.** 1989. Tratado de las enfermedades del pie del caballo. 2ª ed. Edit. Hemisferio Sur. Buenos Aires. Argentina. 33- 41 y 203- 208.
- Pool, R.D., Meagher,** 1990. Pathologic findings and pathogenesis of racetrack injuries. Vet Clin North AM Equine, Pract 6.
- Ravazzi, G.** 1999. Conocer el caballo. Editorial de venchi S. A. Barcelona, España.
- Real, V. C. O.** 1990. Zootecnia equina. 1ra edición, editorial Trillas, México, México.
- Real, V. C. O.** 2002. Zootecnia equina. 2da edición, editorial Trillas, México, México.
- Reckmann, P. O. A.** 1999. Evaluación de aplomos, cascos y herrajes en caballos fina sangre criollo chileno. Chile.
- Russel, A.** 2003. Caballos Barcelona, España. Edit. Editors S. A 2003.
- Sáenz, G. A. A.** 2008. Zootecnia equina. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 370p.

**Sánchez, M.** 2017. El aparato amortiguador del pie del caballo. 7p.  
[www.ociocaballo.com](http://www.ociocaballo.com)

**Schramme, M. C.** 2007. Radiography and radiology of the foot. In A. E. Floyd y R. A.  
Pp 57- 73.

**Sisson, S., Grossman, J. D.,** 1990. Anatomía de los animales domésticos. 5ª ed.,  
Salvat editores S.A. Mexico.

**Smith, R. y Schramme, M.** 2003. Tendón injury in the horse: current theories and  
therapies in pract. 25.

**Stashak, T. S., Hill, C., Klimesh, G., Ovnicek.** 2002. Trimming and shoeing for balance  
and soundness.

**Tobon, D.** 2011. Análisis comparativo de herraduras en acero 1016 y en acero de  
construcción A36 con sus variables en costos de transformación y durabilidad.  
Medellin 2011. 40 p.

**Toucedo, G. A.** 1977. El arte de herrar 1ª ed. Edit. Hemisferio Sur. Buenos Aires.  
Argentina.

**Trotter, G. W.** 2004. Hoof balance in equine lameness. J. Eq. Vet. Sci. Pp 494- 495.

**Williams, G., Deacon. M.** 1999. Sin pie no hay caballo. El aplomo de los pies: la clave  
para la salud y el rendimiento. Editorial Hispano Europea. S. A. 128 p.

**Páginas web:**

[www.caballomania.com](http://www.caballomania.com) (2002).

[www.caballoscriollos.com](http://www.caballoscriollos.com) (2015)

[www.danielanz.com](http://www.danielanz.com)

[www.edu.balance-f.com](http://www.edu.balance-f.com)

[www.eki-es/blog.com](http://www.eki-es/blog.com)

[www.emagister.com](http://www.emagister.com)

[www.equisan.com](http://www.equisan.com)

[www.FerrierGabino.com](http://www.FerrierGabino.com)

[www.jineteycaballo.blogspot.com](http://www.jineteycaballo.blogspot.com)

[www.masconet.com](http://www.masconet.com)

[www.ocicaballo.com](http://www.ocicaballo.com)

[www.revistas.una.ac.cr/index.php/veterinaria/index](http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/veterinaria/index)