

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
Y ZOOTECNIA

**ORIGEN, EVOLUCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LOS ÉQUIDOS: ESTUDIO DE
REVISIÓN.**

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

PRESENTA

MONSERRAT BARRERA RODRÍGUEZ

Asesores:

MVZ. Mariano Hernández Gil
MVZ. Alejandro Rodríguez Monterde

Ciudad Universitaria, D. F. México

2015



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mis papás, Guadalupe Rodríguez y Braulio Barrera a quienes amo profundamente, les dedico este trabajo por su esfuerzo y amor para que yo consiguiera mi sueño; por darme educación y haber tolerado cada uno de mis errores; por darme su cariño, confianza y paciencia, gracias a ellos he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Espero estén orgullosos de mí.

Con cariño y admiración a esa criatura, complemento y amigo del hombre y armoniosa definición de belleza, el caballo.

Para llevar a cabo este trabajo ha sido necesario el esfuerzo, la comprensión y el empeño de muchos. Es para mí un honor haber tenido la colaboración y el apoyo de cada uno de ellos.

En primer lugar quiero darle gracias a Dios por haberme dado fuerza, valor, paciencia y sabiduría para terminar esta etapa tan importante en mi vida.

A toda mi familia, que me ha enseñado a levantarme tras cada tropiezo y seguir adelante hasta alcanzar la meta.

A mi hermana Karina Barrera, una parte muy importante para mí, por su amor, apoyo y complicidad. Te amo hermana.

A mi abue M^a Elena Sánchez por su cariño.

A Iván Peña por transmitirme tanto cariño, alegría y apoyo en la recta final de esta tesis. Te quiero.

A Nala y Laika por su cariño incondicional y compañía, cómplices de alegrías y tristezas secretas.

A mi querida Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM por darme la oportunidad de forjar mi futuro.

A mis asesores de tesis, MVZ Mariano Hernández Gil, por la confianza depositada en mí para la compilación de este trabajo, por guiarme y compartir su conocimiento, pero sobre todo por su amistad y consejo. De igual forma agradezco al MVZ Alejandro Rodríguez Monterde por su excepcional colaboración y apoyo en este proceso. Sin ellos esta tesis no sería lo que es. Ha sido un privilegio trabajar bajo su dirección.

A cada uno de los integrantes del jurado, MVZ José Manuel Berruecos Villalobos, MVZ Eduardo Téllez Reyes, MVZ Santiago Aja Guardiola, MVZ Mariano Hernández Gil y MVZ Martha Beatriz Trejo Salas por su tiempo y valiosas aportaciones.

A mis amigos, que siempre se han interesado por mi trabajo y por mí, que me apoyaron en todo momento con palabras de aliento y afecto, que compartieron sueños y alegrías, gracias a todos por enseñarme el valor de la amistad y por ser parte importante de mi vida.

A mis grandes amigos, MVZ Adriana Hernández y Sr. Luis Aguilar por ayudarme como lo han hecho y por darme ánimos de conseguir lo que me propongo.

A todos ustedes, muchas gracias.

Con cariño Monse

*Hasta que no hayas amado a un animal, una parte de tu alma
permanecerá dormida.
Anatole France*

CONTENIDO

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
1. ORIGEN Y EVOLUCIÓN	5
1.1. FACTORES QUE CONDUJERON LA EVOLUCIÓN	10
1.2. PERIODOS Y ERAS	16
1.3. PRIMEROS ANCESTROS: RAMONEADORES.....	20
1.4. ANCESTROS INTERMEDIOS: TRANSICIÓN.....	25
2. ADAPTACIONES ESTRUCTURALES.....	37
2.1. ADAPTACIONES CRANEALES	37
2.1.1. PRINCIPALES CAMBIOS	37
2.1.2. ANATOMIA ACTUAL.....	42
2.1.3. FUNCIÓN	47
2.2. ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR.....	48
2.3. DIENTES	51
2.3.1. PRINCIPALES CAMBIOS.	51
2.3.2. ANATOMÍA ACTUAL.....	61
2.3.3. FUNCIÓN.	66
2.4. MASTICACIÓN	68
2.4.1. APARATO ESTOMATOGNÁTICO.....	68
2.5. ESQUELETO AXIAL.....	74
2.5.1. PRINCIPALES CAMBIOS.	74
2.5.2. ANATOMÍA ACTUAL.....	81
2.5.3. FUNCIÓN	95
2.6. ESQUELETO APENDICULAR.....	96
2.6.1. PRINCIPALES CAMBIOS.	96
2.6.2. ANATOMÍA ACTUAL.....	104
2.6.3. FUNCIÓN	127
2.6.4. APARATO ESTÁTICO PASIVO	130
2.7. SISTEMA DIGESTIVO.....	141

2.7.1.	PRINCIPALES CAMBIOS	141
2.7.2.	ANATOMÍA ACTUAL.....	143
2.7.3.	FUNCION.....	153
3.	CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	157
4.	DISTRIBUCION.....	167
4.1.	Caballos	172
4.1.1.	Líneas.....	172
4.1.2.	Prototipos	175
4.1.3.	Domesticación	178
4.1.4.	Razas	182
4.1.5.	Caballos salvajes.....	226
4.2.	Asnos	227
4.2.1.	Origen.....	227
4.2.2.	Burros domésticos.....	229
4.2.3.	Salvajes.....	231
4.3.	Híbridos.....	233
4.4.	Cebras	236
	CONCLUSIÓN.....	240
	REFERENCIAS.....	243

Tabla 1	Eras Geológicas	17
Tabla 2	Estimación de edad.....	67
Tabla 3	Músculos de la masticación	70
Tabla 4	Músculos cervicales del caballo.....	118
Tabla 5	Músculos del miembro torácico.....	120
Tabla 6	Músculos del miembro pelviano	124
Tabla 7	Estructuras y función del aparato digestivo equino.....	153
Tabla 8	Capacidad y medidas del tubo digestivo	155
Tabla 9	Nombre común y científico de las especies y subespecies de équidos.....	164
Tabla 10	Especies de Equus en peligro de extinción.....	166
Tabla 11	Diferencias entre mula y burdégano.....	236

Fig. 1 Filogenia de los équidos en los últimos 55 millones años.....	6
Fig. 2 Reconstrucción del esqueleto de <i>Hyracotherium</i>	7
Fig. 3 El cladograma evolutivo de la familia Equidae.....	15
Fig. 4 Relación Eras geológicas y Géneros evolutivos de la familia Equidae.....	19
Fig. 5 <i>Hyracotherium</i>	21
Fig. 6 <i>Orohippus</i>	22
Fig. 7 <i>Mesohippus</i>	24
Fig. 8 <i>Miohippus</i>	24
Fig. 9 <i>Kalobatippus</i>	25
Fig. 10 <i>Archaeohippus</i>	26
Fig. 11 <i>Hypohippus</i>	26
Fig. 12 <i>Megahippus</i>	27
Fig. 13 <i>Parahippus</i>	29
Fig. 14 <i>Merychippus</i>	31
Fig. 15 <i>Pliohippus</i>	32
Fig. 16 <i>Dinohippus</i>	33
Fig. 17 <i>Dinohippus mexicanus</i>	33
Fig. 18 <i>Equus</i>	34
Fig. 19 <i>Hippidion</i>	35
Fig. 20 Línea evolutiva de <i>Equus</i>	36
Fig. 21 Fosa preorbital dorsal.....	38
Fig. 22 Cráneo de équidos ramoneadores.....	39
Fig. 23 Cráneo de Chalicomorfo.....	40
Fig. 24 Cráneo de équidos pastoreadores.....	41
Fig. 25 Cambios en las proporciones.....	42
Fig. 26 Representación de los huesos del cráneo y de la mandíbula de caballo..	43
Fig. 27 Representación de la cara nugal del cráneo de caballo.....	44
Fig. 28 Articulación temporomandibular.....	50
Fig. 29 Dientes hipsodontos.....	51
Fig. 30 Molares superiores izquierdos de équidos condilartros y ramoneadores.	53
Fig. 31 Términos dentales.....	55
Fig. 32 Premolares y molares superiores de <i>Hyracotherium</i>	56
Fig. 33 Desgaste dental progresivo de molares inferiores.....	57
Fig. 34 Evolución de longevidad potencial.....	58
Fig. 35 <i>Hyracotherium tapirinum</i>	59
Fig. 36 Cúspides bucales de los molares.....	61
Fig. 37 Clasificación dental equina Triadan.....	63
Fig. 38 Dientes permanentes del caballo.....	64
Fig. 39 Premolares y molares expuestos de un caballo.....	66
Fig. 40 Ciclo masticatorio.....	69
Fig. 41 Músculos masticatorios.....	71

Fig. 42 Fases de apertura en la masticación	72
Fig. 43 Esqueleto fósil del pre-équido <i>Phenacodus</i>	74
Fig. 44 Esqueleto fósil de <i>Hyracotherium</i>	76
Fig. 45 Esqueletos fósiles de caballos ramoneadores.	77
Fig. 46 Esqueleto fósil de Chalicomorfo	79
Fig. 47 Estructuras de la vértebra.	82
Fig. 48 Vértebras cervicales.....	83
Fig. 49 Atlas y Axis.....	84
Fig. 50 Estructuras de vertebras torácicas	86
Fig. 51 Vértebra lumbar	87
Fig. 52 Hueso sacro	89
Fig. 53 Ligamentos de la columna vertebral del caballo	91
Fig. 54 Reconstrucción del miembro locomotor	97
Fig. 55 Huesos de la mano de <i>condilartro a Equus</i>	99
Fig. 56 Regiones en exterior y huesos del miembro torácico.....	105
Fig. 57 Carpo del caballo	107
Fig. 58 Regiones en exterior y huesos del miembro pelviano	108
Fig. 59 Tarso izquierdo del equino	111
Fig. 60 Estructuras internas del casco.	116
Fig. 61 Ligamentos digitales.....	117
Fig. 62 Ligamentos y tendones digitales del caballo	118
Fig. 63 Músculos cervicales del caballo.	120
Fig. 64 Músculos del miembro torácico del caballo.....	123
Fig. 65 Músculos del miembro pelviano del caballo	126
Fig. 66 Aparato estático pasivo del miembro torácico.....	132
Fig. 67 Aparato suspensor del caballo	134
Fig. 68 Aparato estático pasivo del miembro pelviano.	138
Fig. 69 Aparato recíproco.	140
Fig. 70 Proyección visceral de la cavidad abdominal izquierda	143
Fig. 71 Proyección visceral de la cavidad abdominal derecha	144
Fig. 72 Glándulas salivales del caballo.	146
Fig. 73 Estómago de caballo.....	148
Fig. 74 Tracto intestinal	150
Fig. 75 Eje de simetría del pie.....	160
Fig. 76 Distribución geográfica de los équidos.....	168
Fig. 77 Poni tipo I	173
Fig. 78 Poni tipo II	173
Fig. 79 Caballo tipo III	174
Fig. 80 Caballo tipo IV.....	174
Fig. 81 Prototipo Tarpán	176
Fig. 82 Prototipo Draft.....	176

Fig. 83 Prototipo Oriental	177
Fig. 84 Prototipo Warmblood.....	178
Fig. 85 Caballo de Przewalski.....	227
Fig. 86 Asno salvaje de Nubia.....	230
Fig. 87 Asno somalí	231
Fig. 88 Hemión.....	231
Fig. 89 Asno khur	232
Fig. 90 Onagro	233
Fig. 91 Mula	235
Fig. 92 Burdégano.....	235
Fig. 93 <i>Equus burchelli</i>	237
Fig. 94 <i>Equus grevyi</i>	238
Fig. 95 <i>Equus zebra</i>	239

RESUMEN

BARRERA RODRÍGUEZ MONSERRAT. Origen, evolución y distribución de los Équidos: Estudio de revisión. Asesores: MVZ Mariano Hernández Gil, MVZ Alejandro Rodríguez Monterde.

Con el fin de contribuir al conocimiento en torno al origen de los équidos, no sólo como familia, sino también como las razas que existen para realizar las tareas que les son impuestas por el hombre, se lleva a cabo el presente trabajo de revisión; con el cual, se busca compilar información científica y actualizada, que sea de utilidad a profesionales, técnicos, propietarios o cualquiera interesado en la familia de los équidos, entonces tener un conocimiento más profundo, desde un punto de vista evolutivo de sus características físicas y de su comportamiento, de tal forma que obtengan mejores resultados en el uso, manejo, salud y bienestar de los équidos, así como favorecer una relación humano- équido de calidad.

Dentro del texto se pueden encontrar aspectos que marcaron los cambios evolutivos que favorecieron el desarrollo de habilidades y aptitudes en los équidos, por las cuales hoy son tan apreciados, así como bases evolutivas que explican algunas de las características observadas en ellos.

Se describen, principalmente, estructuras anatómicas de los caballos y su función en el mantenimiento de los mismos, para conocer lo que es normal y sano y por lo tanto, poder reconocer anomalías que lo afecten.

Se seleccionó información científica de 1950 a la fecha en torno al origen, evolución, dispersión, anatomía actual y su funcionamiento en los équidos, adaptaciones estructurales del esqueleto axial y apendicular, aparato estomatognático y sistema digestivo, así como publicaciones sobre clasificación taxonómica de la familia Equidae, distribución y líneas, prototipos y razas de los caballos.

INTRODUCCIÓN.

El proceso evolutivo de los integrantes del género *Equus* ha sido utilizado como modelo por la secuencia con que pueden ordenarse los fósiles de sus ancestros descubiertos en Norte América.^{1, 2, 3, 4} El estudio de tal proceso es por sí mismo interesante, pero su mayor utilidad se aprecia cuando todas esas adaptaciones morfo-funcionales, motivadas por cambios en el ecosistema, se resaltan para explicar cómo los équidos han sido útiles al ser humano y porqué éste genera condiciones que ponen en riesgo el bienestar de aquellos.^{5, 6, 7}

La relación humano-équido tiene orígenes prehistóricos, probablemente suscitada por el tamaño de estos animales, la velocidad que pueden alcanzar en la locomoción, así como por el poder o capacidad mental y de interacción; características determinantes para la domesticación de algunas especies del género *Equus*, con fines primero de alimentación y después de transporte, en la guerra, trabajo, esparcimiento e incluso, soporte emocional. El valor otorgado a los équidos, principalmente a los caballos, les ha llevado a ser objeto principal de ciencias y artes, sobre todo por su contribución al desarrollo de civilizaciones; aunque con la revolución mecánica después de la Primera Guerra Mundial, el uso de los caballos declinó considerablemente, hasta que el interés por esta especie renació hacia el último tercio del Siglo XX, cuando los deportes ecuestres comenzaron a ser populares.^{8, 9, 10, 11}

Podría decirse que la naturaleza diseñó a los caballos para una gran cantidad de funciones zootécnicas. Inicialmente fueron utilizados como herramienta para el trabajo y de guerra, algunos por su velocidad, otros por su resistencia y otros por su potencia. Posteriormente, se comenzaron a utilizar para deportes con diferentes requerimientos de velocidad, resistencia, potencia, eficiencia, propiocepción, valor y estética, así como agudeza mental y sensorial.^{10, 12, 13, 14} Sin embargo, si las disciplinas ecuestres nacieron por las variadas habilidades entre uno y otro tipo de equino, o si las razas fueron creadas como resultado de una visión del ser humano respecto a lo que podría llegar a hacer con ellos, no es demostrable en todos los casos. Lo más palpable, es que las razas equinas surgen de cruzamientos entre individuos de cuatro prototipos distintos, a partir de la domesticación del caballo hace alrededor de 6000 años.¹⁵

Por descender de un ancestro común, todos los integrantes del género *Equus* mantienen características similares.^{6, 7} Sin embargo, puesto que al distribuirse por el mundo quedaron en regiones con características climáticas distintas, cada uno refinó sus sistemas corporales, evolucionando con ciertas diferencias que les ayudaron a adaptarse.^{6, 7, 16} La interacción de genes y medio ambiente a lo largo de esta transición, motivó en los équidos modificaciones morfo-funcionales que resaltan en el sistema nervioso central, el esqueleto axial y apendicular, el aparato de masticación y el tracto gastrointestinal, el aparato respiratorio, cardiovascular, urogenital y sistema endocrino.^{5, 7, 12, 19, 17, 20, 21, 22, 23, 24, 25}

Así, el proceso evolutivo de los équidos sugiere que efectivamente la naturaleza los ha moldeado para ser utilizados en la variedad de condiciones y actividades que suelen encontrarse. Sin embargo, su bienestar se ve comprometido cuando se pasan por alto las razones que, primero, les permitieron persistir como especie y, después, motivaron su domesticación.^{2, 6} El uso eficiente de los équidos está vinculado a características de estructura corporal y comportamiento para desempeñar favorablemente su función y facilitar una relación humano-équido óptima.^{6, 26} Con tales argumentos, resulta conveniente conocer la evolución y la trascendencia de sus cambios en el manejo médico y zootécnico de estas especies.

La teoría evolutiva explica la manera en que las estructuras y el comportamiento se relacionan con el medio ambiente, la trascendencia de estos cambios hacia la vida actual de los individuos y las ciencias que se han desarrollado para procurar su bienestar, como las que se incluyen en medicina veterinaria y zootecnia de équidos. El caballo doméstico sigue siendo un vehículo para sus genes de la época de pre-domesticación y por lo tanto se puede esperar que siga las mismas reglas a pesar de que el medio ambiente y las condiciones actuales difieran radicalmente de aquellas en las que se desarrolló originalmente.^{2, 27}

REVISIÓN DE LITERATURA

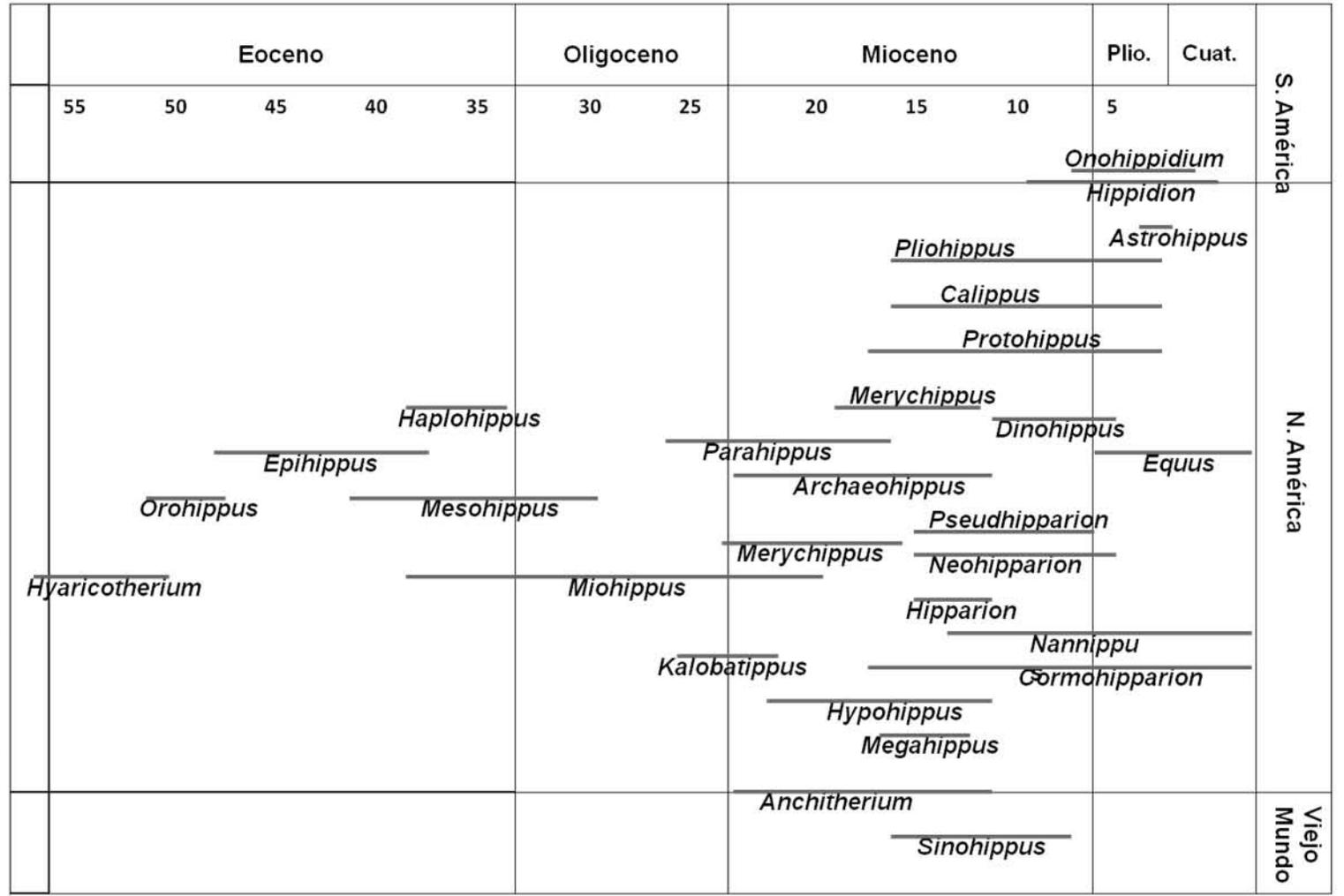
1. ORIGEN Y EVOLUCIÓN.

Mediante el descubrimiento de los restos fósiles es posible reconstruir la evolución de los équidos (Fig.1) que comenzó hace casi 60 millones de años (mda) con el *Hyracotherium* o *eohippus* (caballo del amanecer) (Fig. 2), como es referido en Europa y América, respectivamente. Poco a poco, en términos de conformación, los descendientes del *eohippus* crecieron en tamaño y modificaron su morfología. Los cambios continuaron transformando a un animal de pantano en una creatura capaz de sobrevivir en el bosque y finalmente a una adaptada a la pradera. Los dientes se hicieron más largos, fuertes y más rugosos adaptándose a los cambios graduales de pastoreo en pradera. Los huesos metacarpianos y metatarsianos se prolongaron; el dedo III también creció, se hizo fuerte y desarrolló un casco, mientras que los otros dedos (II y IV) fueron desapareciendo, quedando solo como vestigios. La transformación de longitud y la estructura de los miembros locomotores lo hizo veloz en las praderas, lo que permitió que el animal se alimentara cada vez más lejos del agua y tuviera una mayor seguridad en su lucha por sobrevivir. ^{26, 28, 29}

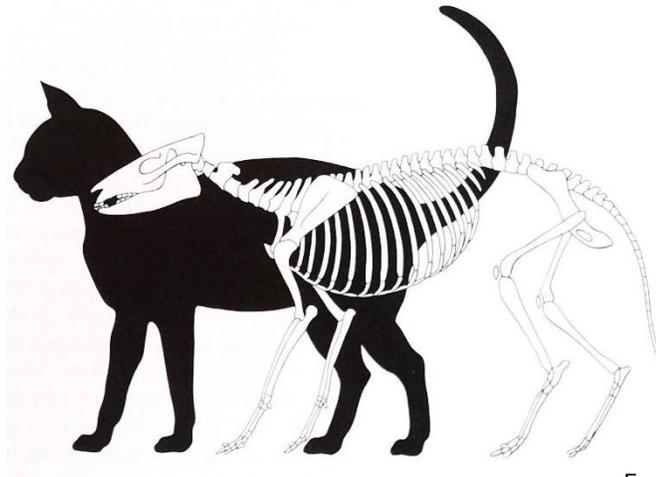
En general se cree que los caballos son originarios del Viejo Mundo, es decir, Asia, Europa y África, y fueron traídos a América por los españoles en el siglo XVI. Sin embargo, el registro fósil prehistórico de caballos y sus congéneres extintos indica que los équidos experimentaron la mayor parte de su historia evolutiva en América del Norte hace unos 55 mda (Eoceno temprano) hasta que se extinguieron hace unos 10,000 años al final de la última Edad de Hielo (Pleistoceno); algunos científicos creen que su extinción fue a causa de alguna enfermedad contagiosa o por un parásito letal. Otros piensan que se debió a cambios climáticos, competencia, y/o falta de adaptación. ^{5, 17, 28, 30}

Fig. 1 Filogenia de los équidos en los últimos 55 millones años.

Modificado de MacFadden, 2011



55 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5



Fuente: MacFadden, 1992

Fig. 2 Reconstrucción del esqueleto de Hyracotherium, el caballo fósil más pequeño conocido, a lado de la silueta de un gato doméstico de tamaño promedio.

Los primeros fósiles que se conocen del caballo son de hace 55 millones de años, Eoceno temprano, representados por el *Hyracotherium*, un mamífero pequeño que media de 20 a 50 cm de alzada, dependiendo de la región donde habitaba, se calcula pesaba 35kg, especializado como herbívoro, poseía un cráneo corto y bajo, dientes con coronas altas, cuello corto, miembros locomotores delgados con cuatro dedos en los torácicos y tres en los pelvianos, provistas de almohadillas y uñas. Estaba adaptado a desplazarse dentro de zonas pantanosas y boscosas, y alimentarse de hojas de arbustos bajos.^{5, 17, 18, 28}

La gran diversidad de especies de caballos fósiles halladas entre principios del Eoceno hasta el Pleistoceno-Holoceno, muestran claramente las diferencias suscitadas a lo largo del tiempo entre los caballos primitivos y los representantes actuales, atravesando por todas las formas intermedias. Esta es la razón por la cual la familia Equidae es frecuentemente usada como ejemplo de evolución y filogenia, más que cualquier otro grupo fósil.⁵

El primer integrante del linaje de los Equidae fue el *Hyracotherium*, también llamado *Eohippus*, debido a un error al describir y nombrar dos veces al mismo espécimen. El siguiente eslabón de esta cadena evolutiva fue el *Orohippus*, apareció hace 52 mda, la principal diferencia entre estos dos individuos eran los dientes. Posteriormente apareció el *Epihippus*, hace 47 mda; a principio del

Oligoceno, hace 40 mda, surgió el *Haplihippus*, el cual ya presentaba un diastema y molarización completa del cuarto premolar. Hace 35 mda, hacia el final del Eoceno, se produjo un cambio en el clima, haciéndolo más seco, generando un cambio en la vegetación de varias zonas del planeta; esto provocó una nueva fase en la evolución de los équidos, apareciendo entonces el *Mesohippus*, un animal con apariencia más caballina y mejor adaptado para huir a la carrera de sus predadores que sus antecesores. A finales del Oligoceno, principios del Mioceno apareció el *Miohippus*, hace aproximadamente 25 mda. La mayor radiación adaptativa de los caballos se dio en América del Norte durante el Mioceno, en el cual hubo una mayor expansión de pastizales, dando lugar al desarrollo de cerca de 15 géneros. *Archaeohippus*, *Anchiterium* e *Hypohippus* fueron caballos tridáctilos de mediano tamaño que coexistieron hace 17 mda. *Anchiterium* e *Hypohippus* llegaron a Asia y Europa a través del puente formado entre Alaska y Asia Oriental; mientras que *Archaeohippus* se quedó en América. Posterior a ellos surgió el *Parahippus*, etapa importante en la evolución de los integrantes de la familia Equidae. *Merychippus*, uno de los primeros caballos verdaderos, hizo su aparición a mediados del Mioceno; éste dio origen a un grupo avanzado de caballos que vivieron en América y el Viejo Mundo durante el Mioceno medio y Pleistoceno, la Tribu Hipparionini, comúnmente llamada hiparionines. El *Pseudohipparion*, fue el representante de esta tribu y, probablemente, evolucionó a partir del *Merychippus*. Uno de los mamíferos más abundantes del Mioceno medio, fue el *Hipparion*; dentro de esta tribu también se encontraron el *Neohipparion*, *Cormohipparion* y *Nannippu*, el último de los hiparionines. El último y más avanzado subgrupo surgió a finales del Mioceno, la Tribu Equini; que incluía caballos tridáctilos y monodáctilos. Dentro de este subgrupo encontramos al *Calippus*, uno de los más pequeños de la Tribu, el *Pliohippus* estrechamente emparentado con el *Astrohippus* y el *Dinohippus*, ancestro directo de *Equus*. El género *Equus* se diferenció en varios linajes a finales del Plioceno y alcanzó su mayor diversidad específica durante el Pleistoceno.^{5, 31, 32}

El primer *Equus* del que se tiene conocimiento es el *Equus simplicidens*, poseía un cerebro más grande que el *Dinohippus* y un solo dedo en cada miembro

con ligamentos laterales fuertes para evitar que rotara. Era un animal gordo, peludo, de hombros rectos y de cuello grueso, con cráneo corto y estrecho, como de burro. Pueden haber tenido crines y cola espesas, rectas y fibrosas, orejas medianas y rayas en los miembros. Este grupo se diversificó en más de 12 nuevas especies, en cuatro grupos diferentes que convivieron al mismo tiempo en rebaños separados. Debieron ser parecidas a sus descendientes: el burro, el caballo y la cebra.²⁰

Durante el Pleistoceno final el género *Equus* alcanzó su mayor distribución, llegando a nombrarse hasta 59 especies. Uno de estos ejemplares llegó a Asia y África en el pleistoceno medio derivando en *E. numidicus*, a partir del cual evolucionaron las primeras cebras *E. capensis* y *E. oldowayensis* hace 2.6 mda. En el Pleistoceno final, hace 500 mil años, aparecieron las cebras actuales, *E. grevyi*, *E. zebra*, *E. burchelli* y *E. quagga*. Al final del Pleistoceno tardío surgió el *E. asinus*, asno africano, que probablemente desciende del *E. tabeti*. *Equus hemionus*, otro asno, apareció en el Pleistoceno medio-tardío, entre 500 – 100 mil años atrás. El caballo moderno *Equus caballus* surgió hace aproximadamente 35 mil años, dispersándose rápidamente en Europa y Asia.^{5, 31}

Para principios del Holoceno todos los caballos de América del Norte se habían extinto. En el Medio Oriente, los caballos salvajes sobrevivieron hasta hace unos pocos miles de años, pero fueron exterminados rápidamente a medida que la domesticación se generalizó, lo mismo puede haber ocurrido en el norte de África y el este de China, pero los registros hasta el momento son insuficientes.³¹

1.1. FACTORES QUE CONDUJERON LA EVOLUCIÓN.

El primer principio de la evolución Darwiniana es la adaptación del organismo al medio ambiente en que vive. Dicha adaptación se produce a través de la genética, mediante el cambio o mutación de los genes; esto origina especies con diferentes características físicas y mentales que les permiten o no sobrevivir al nuevo entorno. Cada una de las etapas intermedias tiene que ser capaz de competir con éxito, a fin de subsistir; del mismo modo, su construcción y estilo de vida tienen que corresponder a las condiciones ambientales. Estas circunstancias limitan su proceso evolutivo.^{6, 18, 33}

Darwin señaló que cada especie tiene que producir suficiente descendencia para lograr su supervivencia. La selección y la evolución eran por lo tanto, inevitables, pero lo que Darwin no reconoció es que esto ocurre independientemente de los cambios ambientales. La sobreproducción de descendencia obliga a cada especie a explorar y expandir su biotipo hasta que la construcción corporal limita su supervivencia. Así, cada individuo “decide” independientemente hasta donde puede ir, siendo la conformación corporal la que influencia la dirección en la cual la especie se desarrollará. El mejoramiento de la relación costo-rendimiento también es crucial para la dirección que tomará la evolución. Sin embargo, todas las etapas intermedias tienen que funcionar a mejor o a menor costo que sus predecesores, de lo contrario, ellos, o más específicamente sus genes, no se seleccionan positivamente.³³

Con base en lo anterior, los équidos sufrieron diversos cambios morfológicos, en las cuales se observaron: modificaciones en la conformación dental; un aumento en la talla corporal; cambios en el esqueleto axial y apendicular, tales como la extensión de la cabeza y cuello, modificaciones del cráneo, reducción del número de dedos, desarrollo de cascos, elongación de los miembros locomotores, fusión de algunos de los huesos, es decir, desarrolló un sistema locomotor especializado, capaz de soportar una masa corporal con frecuencia superior a 500 kg y grandes fuerzas de compresión en el esqueleto durante la marcha.^{5, 7, 12, 17, 19, 28, 34, 35}

En los primeros 35 mda del Eoceno al Mioceno temprano, los équidos se caracterizaron por tener tamaño relativamente pequeño, dentición brachiodonta y dieta básicamente de hojas de árboles. Los siguientes 20 mda desde el Mioceno medio a la actualidad los équidos poseen una alimentación de pastoreo a base de gramíneas y algunos arbustos presentando ahora una dentición hipsodonta; con una tendencia hacia el aumento en el tamaño corporal; adaptaciones en estructuras de locomoción y masticación que les permitió una mayor adecuación al medio ambiente que habitan. ¹

El medio ambiente que predominaba dificultaba el desarrollo de velocidad; el bosque denso no permitió el desarrollo de un animal veloz, pero le facilitó ocultarse de un peligro en lugar de correr; probablemente el *Hyracotherium* poseía rayas y/o motas en el pelaje para camuflajearse en el bosque, y no poseía pelo largo en la crin ni en la cola. Hace cerca de 35 mda, el cambio climático comenzó a modificar los húmedos bosques de Norteamérica a secas praderas y pastizales abiertos. Esto afectó la evolución del caballo, ya que permitió a los depredadores ver con facilidad a sus presas, las cuales tuvieron que desarrollar velocidad para huir en lugar de ocultarse y los depredadores tuvieron que desarrollar instintos de acecho y velocidad. ^{3, 18, 20}

La columna vertebral fue el primer componente del esqueleto postcraneal en someterse a un cambio adaptativo, debido a la modificación en la obtención del alimento, de ramonear a pastar. El aumento en la longitud del cuello se relacionó con: 1) la capacidad del animal ramoneador para extender su cabeza hacia arriba, y 2) con la habilidad del pastador para poner su nariz en el suelo. Los cambios en la forma de articular y en la capacidad de movimiento afectaron el esqueleto axial, ocasionando una columna mucho más rígida en los équidos que pastan que en los ramoneadores, esto se relacionó con la necesidad de escapar velozmente en trayectorias largas y rectas. Los cambios en los miembros locomotores y el desarrollo de la masa corporal dentro de algunos linajes ocurrieron después de que los caballos adquirieron las estructuras digestivas, dentales y del esqueleto axial necesarias para la vida al aire libre. ⁶

En la actualidad los caballos muestran muchas adaptaciones al hábitat de las planicies. Por ejemplo, los primeros caballos tenían 3 o 4 dedos y cada uno de ellos terminaba en una pequeña pezuña. Pero aquellos que tenían el dedo III de cada miembro más grande y fuerte eran los que estaban mejor adaptados a correr en el suelo seco y duro. La selección natural con el tiempo llevó a que casi desaparecieran los dedos laterales, mientras que el dedo III, con su pezuña, se fue desarrollando más grande. Los carpos y tarsos se fortalecieron y simplificaron, el movimiento en las articulaciones distales se restringió, y algunos elementos óseos y musculares distales se redujeron en número, produciendo miembros ligeros y ágiles. ^{3, 6, 20}

La cautela y la vigilancia prevalecen en la familia Equidae y proviene de su condición como animal de presa. El *Hyracotherium* probablemente fue solitario, pero aprendió que los depredadores suelen matar por caza sólo a un animal y viviendo entre otros de su tipo la probabilidad de ser el objetivo se reducía considerablemente, por lo que optó a vivir en manada. ^{3, 18, 20}

El *Hyracotherium* tenía dientes bastante pequeños y débiles, cabeza pequeña comparada con el caballo actual, con una probóscide parecida al tapir y cuello corto. En él se ocasionaron dos adaptaciones importantes relacionadas a la alimentación a base de hierba resistente que crecía en el suelo, la primera fue que su cabeza y cuello se alargaron, y la segunda fue el desarrollo de dientes más grandes y fuertes. Otro cambio que se produjo durante la evolución fue en el cuerpo y el aparato digestivo, ya que la hierba es menos nutritiva que las bayas, frutos y hojas, los antepasados de los équidos actuales tenían que comer más y más pasto para obtener suficientes nutrientes, desarrollaron una cavidad abdominal de gran tamaño para alojar un sistema digestivo de gran capacidad y peso, para el procesamiento de grandes cantidades de fibra, que exigía una columna vertebral fuerte; todo el cuerpo tenía que ser equilibrado y desarrollado para soportar su propio peso y ser capaz de obtener al instante gran velocidad para escapar de los depredadores. El estado de alerta, desarrollado en el caballo, junto con los sentidos le permitía la detección de depredadores: los ojos en lo alto

de la cabeza le permitían ver por encima de la hierba y el oído captar pequeños sonidos a largas distancias y en cualquier dirección.^{18, 20}

Hay dos causas por las que se dio el alargamiento del cráneo; una es el desarrollo de la nariz, lo cual es importante para aquel herbívoro incapaz de controlar su ingesta de alimentos visualmente; y, la otra es el desarrollo del aparato masticatorio, lo que implicó el aumento de la superficie oclusal y en las coronas dentales (hipsodoncia) necesarias para la transición a una alimentación a base de hierba.³³

Aumentar el tamaño del cuerpo sería una ventaja en la defensa contra los enemigos y en las competencias entre machos; otra ventaja fisiológica, es el metabolismo, el cual es más económico en los organismos grandes que en los pequeños. Por lo tanto, los animales grandes se especializaron en economizar su aparato locomotor, para ser capaces de llegar y mantener la velocidad necesaria para escapar, sin perder demasiada energía. Esta es la razón por la que los caballos se convirtieron en esos corredores altamente especializados.³³

En la evolución de la mano y pie equino, los miembros locomotores: aumentaron su longitud con el fin de incrementar la amplitud de cada zancada; y disminuyeron su masa, mediante el reemplazo de músculos por tendones en la parte distal y el desarrollo muscular proximal al tronco en los hombros y la pelvis. Esto favoreció el desarrollo de locomoción apta para huir de los depredadores en ambientes abiertos, mediante el alcance de grandes velocidades.³³

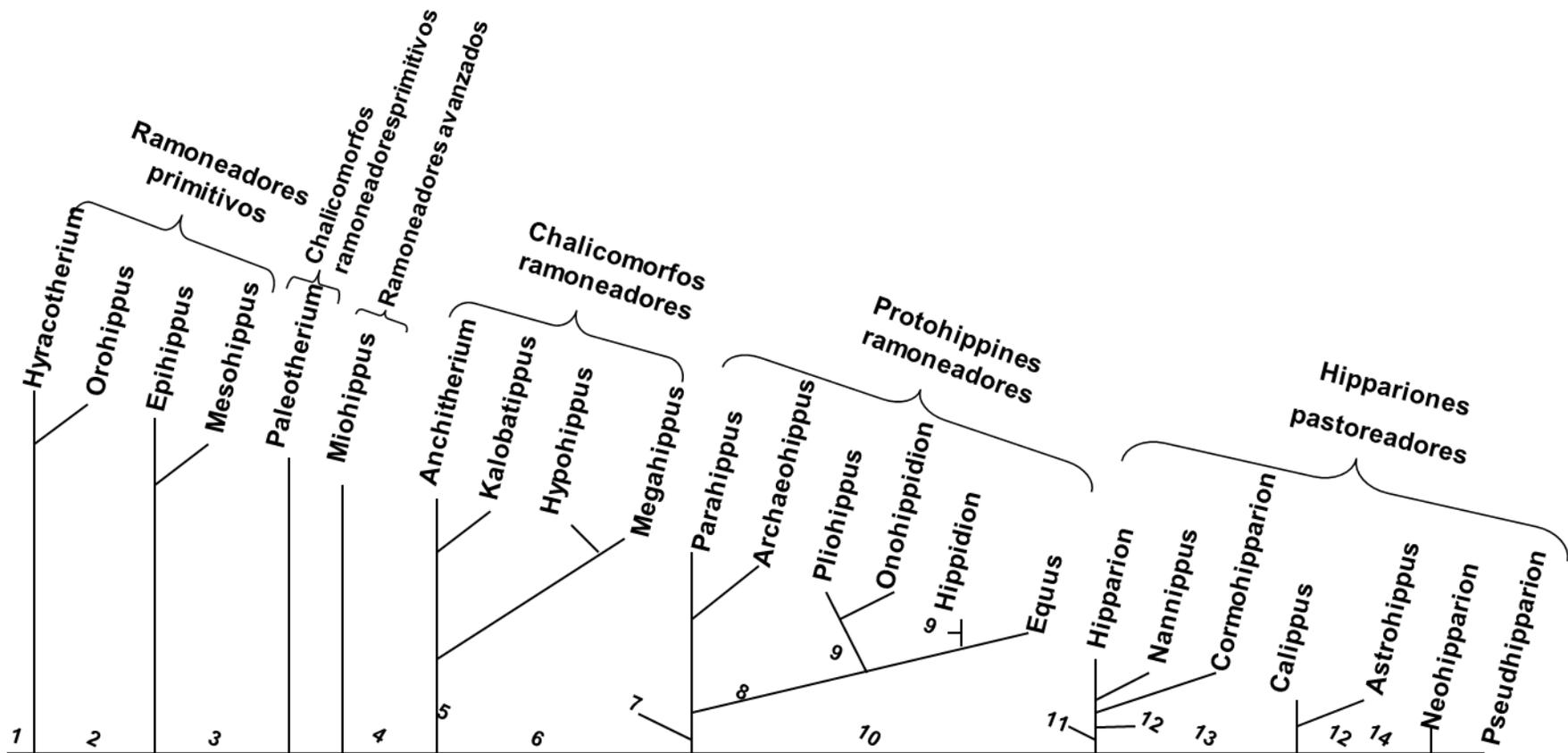
Todos los integrantes de la familia Equidae, mantienen características generales muy similares pues descienden del mismo ancestro. Sin embargo, puesto que al distribuirse por el mundo quedaron en regiones con características climáticas distintas, cada uno refinó sus sistemas corporales, resultando en diferencias que les ayudaron a adaptarse (Fig. 3).³⁶

En el Plioceno, el clima se hizo frío con estaciones marcadas, muy similar al clima actual. Los bosques caducifolios dominaron el norte de los continentes, mientras que los de coníferas y la tundra dominaron las regiones más lejanas del

norte. Una capa de hielo ártico se había formado, atrapando más agua en forma de hielo y haciendo más seco el clima; la Antártida se cubrió de hielo a finales del Plioceno. Los bosques tropicales se limitaron a bandas estrechas alrededor de la línea ecuatorial, con prados de la sabana seca en África y Asia. Las temperaturas globales eran similares a las de hoy.²⁰

Los grandes rebaños de herbívoros, incluidos los caballos del Plioceno, tenían que ser capaces de recorrer grandes distancias en busca de comida y mejores climas para parir, a veces atravesando continentes enteros en sus migraciones. En este tiempo surgieron los humanos primitivos, otros depredadores con los que los ancestros del caballo tuvieron que contender. Al inicio se adaptaron, con capas lanudas y más grasa en sus cuerpos para el aislamiento, pero debido a sus largos periodos de gestación y depredadores humanos, muchas especies se extinguieron.²⁰

Todas las especies existieron en África, Asia, Europa, Norte y América en grandes rebaños migrantes hasta el Pleistoceno tardío, cuando la mayoría de los grandes mamíferos se extinguieron en Norte y Sur América, Europa y Asia.²⁰



Fuente: Bennett, 1992

Fig. 3 El cladograma evolutivo de la familia Equidae. (1) Estructura de la base craneal. (2) Metalofo unido al ectolofo. (3) (4) Cuello y miembro anterior alargados, cruz; presencia de fosa facial profunda. (5) Retracción de fosas nasales; dientes grandes y protuberantes. (6) Presencia de cemento en dientes; presencia de barra postorbital; fosa anterior formada por un gancho alargado y el protolofo; presencia de fosa anterior y posterior en muelas; (7) Protocono unido al protolofo; fosa facial sin foramen facial. (8) Disminución de fosa facial; patrones complejos de esmalte en muelas; metacónido y metastilido largos y separados en las muelas inferiores. (9) Retracción profunda de fosas nasales. (10) Protocono separado de protolofo; metacónido y metastilido largos y separados en las muelas inferiores; fosa facial incluye foramen facial. (11) Fosa facial con bordes. (12) Patrones de esmalte extremadamente complicados en muelas. (13) Disminución de fosa facial. (14) Hipsodontos.

1.2. PERIODOS Y ERAS.

La Tierra y las características que actualmente posee, son el resultado de una historia que tiene al menos 4 500 millones de años. Diversas teorías han surgido para intentar explicar su origen, la más aceptada es la Teoría Nebular, en la que se plantea que el Sistema Solar se originó a partir de una explosión. Sus partículas giraban formando un gigantesco disco; en el centro se acumularon las más pesadas y las más ligeras se desplazaron hacia el exterior. Toda materia giraba en torno al centro, donde se formó el Sol. Se produjeron choques y fusiones que generaron estructuras mayores, que también giraban, chocaban y se fusionaban, formando rocas que dieron origen de los planetas, satélites y meteoritos del Sistema Solar. ^{37,38}

Cuando hablamos de la Tierra, nos referimos a ella como un planeta vivo y dinámico, con cambios y transformaciones constantes, que ocurren gracias a la combinación de procesos internos y externos, constructivos y destructivos. El estudio del origen y evolución de nuestro planeta a lo largo del tiempo, se ha ordenado cronológicamente de acuerdo a los cambios físicos y biológicos que han ocurrido desde el momento de su formación. ³⁸

La escala del tiempo geológico se divide en distintas unidades. El eón es el mayor intervalo en la escala; este a su vez, se divide en eras geológicas (Cuadro 1) que señalan el inicio de distintos ciclos en la historias de la Tierra; se basan en el estudio de rocas, ya que en ellas se encuentra el registro de todo lo que ha sucedido, de tal forma que se puede conocer y ordenar en el tiempo los eventos que ocurrieron en la evolución del planeta desde su origen hasta nuestros días. ^{38,}

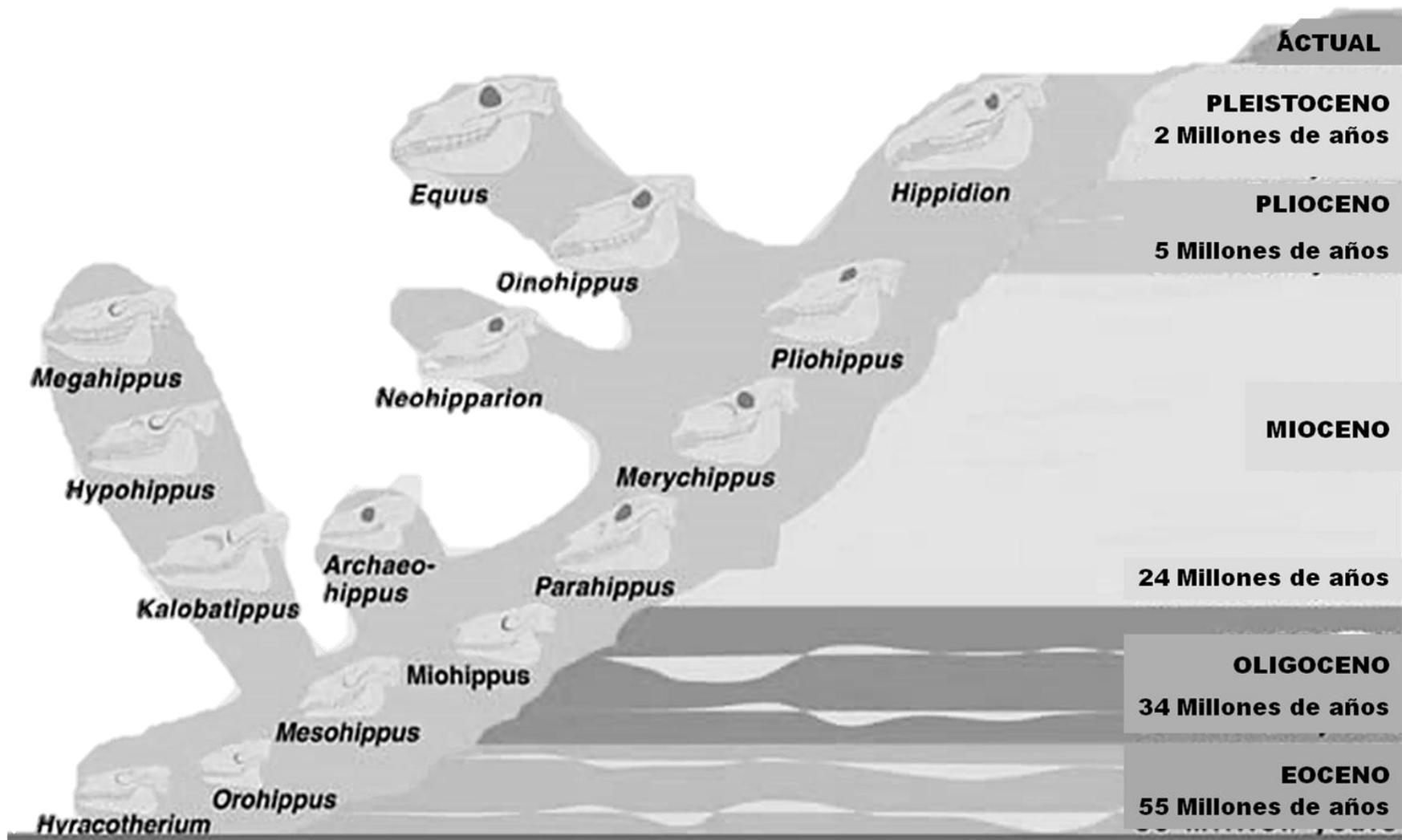
³⁹

Tabla 1 Eras Geológicas

EÓN	ERA	PERIODO	ÉPOCA	PRINCIPALES ACONTECIMIENTOS	
Precámbrico	Sádico			<ul style="list-style-type: none"> • Se forma la tierra 	
	Arqueozoico			<ul style="list-style-type: none"> • Aparece la vida 	
	Proterozoico			<ul style="list-style-type: none"> • Acumulación de oxígeno en la atmósfera que provocó un cambio en la composición de la misma. Surgen los seres eucariotas 	
Fanerozoico	Paleozoico 550-245 mda	Cámbrico		<ul style="list-style-type: none"> • Aparecieron animales acuáticos con partes duras como conchas y caparazones. 	
		Ordovícico		<ul style="list-style-type: none"> • Aparecen los primeros vertebrados, los peces. • Expansión de los invertebrados. 	
		Silúrico		<ul style="list-style-type: none"> • Los vegetales colonizaron el medio terrestre. Aparecen las primeras plantas vasculares, insectos sin alas, escorpiones, los primeros arrecifes y peces con mandíbula. Proliferación de caracoles en el mar. 	
		Devónico		<ul style="list-style-type: none"> • Aparición de los bosques de helechos arborescentes. Los animales colonizaron el medio terrestre. 	
		Carbonífero		<ul style="list-style-type: none"> • Prosperan los bosques de helechos gigantes. Aparecen las plantas con semilla, los reptiles y los primeros insectos alados. 	
		Pérmico		<ul style="list-style-type: none"> • Se forma la Pangea. Gran extinción de seres vivos. Proliferación de insectos con aspecto moderno. 	
	Mesozoico 245-65 mda	Triásico		<ul style="list-style-type: none"> • Dominio de los bosques de coníferas. Primeros mamíferos. Surgen los primeros dinosaurios. Se extinguen anfibios primitivos. Aparecen grandes reptiles. 	
		Jurásico		<ul style="list-style-type: none"> • Dominio de los dinosaurios. Surgen las primeras aves. Existencia de gigantes reptiles carnívoros en el mar. 	
		Cretácico		<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de angiospermas y mamíferos. Aparición de las líneas actuales de peces e invertebrados. Extinción de los dinosaurios 	
	Cenozoico 65 mda-actualidad	Terciario	Paleoceno		<ul style="list-style-type: none"> • En los continentes dominan los mamíferos marsupiales y placentarios.
			Eoceno		<ul style="list-style-type: none"> • 55- 35 mda. • <i>Eo- amanecer, Cene- reciente.</i> • Clima templado con pocos cambios. • Se formaron las praderas. • Europa se separó de Norte América. • Australia se separó de la Antártida e India chocó con Asia formando la cadena montañosa del Himalaya. • Diversificación de angiospermas. • Diversificación de mamíferos y evolución a cuerpos más grandes. • Muchos grupos de animales actuales hicieron su aparición en esta época. • Aparecieron los caballos primitivos, camellos pequeños y aves. • Los prosimios eran abundantes en la región tropical. • Los marsupiales eran abundantes en Sur América y quizás Australia.
			Oligoceno		<ul style="list-style-type: none"> • 35 - 25 mda • <i>Oligo-poco/escaso, Xianos- reciente.</i> Hace referencia a la escasez de nuevos mamíferos después de la ráfaga evolutiva del Eoceno. Se encontraron pocos taxones en este sedimento. • Cambios climáticos drásticos: aparecieron glaciares en Antártida, disminuyó el nivel marino y la temperatura. • Aumentaron los bosques y sabanas. Disminuyeron los trópicos. • Separación de Sur América de la Antártida y formación de los Alpes. • Hay nueva radiación de mamíferos. • Evolucionan los ramoneadores (comedores de hojas). • Desaparecieron los caballos de Europa, pero persistieron en Norte América. • Muchos mamíferos del Eoceno murieron mientras que los perisodáctilos se diversificaron. • Aparición de los primates antropoides.
			Mioceno		<ul style="list-style-type: none"> • 24-5.3 mda • <i>Meion-menos, Kainos- nuevo:</i> el “menos nuevo”. • Ocurrieron los mayores cambios climáticos. • El clima continúa enfriándose lo que conducirá a la era glacial. El planeta se enfrió y se hizo seco, por lo tanto los bosques se redujeron y los pastizales y sabanas se extendieron. • Se establecen las estaciones. • Los animales se adaptaron a los cambios.

EÓN	ERA	PERIODO	ÉPOCA	PRINCIPALES ACONTECIMIENTOS
				<ul style="list-style-type: none"> • Se caracteriza por la mayor “modernización” de muchas especies, las cuales comenzaron a parecerse a las del presente. • Fue la época de apogeo para los caballos, se produjo su máxima diversificación. • Los animales herbívoros del bosque son reemplazados por los de la sabana. Muchos de ellos desarrollaron extremidades grandes y veloces para viajar en hábitats abiertos. Del mismo modo los carnívoros se hicieron veloces. • Ocurre el pico de diversificación y dispersión de los mamíferos • Aparecen mastodontes, jirafas, ciervos.
			Plioceno	<ul style="list-style-type: none"> • 5.3-1.75 mda • Significa “más reciente”, <i>plio-más, cene-reciente</i>. • El clima se hizo frío con temperaturas globales y estaciones marcadas, muy similar a la actualidad. • Es una época relativamente corta. Hubo desarrollo de capas de hielo, atrapando más agua en esta forma y haciendo más seco el clima, la Antártida se cubrió de hielo a finales del Plioceno; desecación del mediterráneo y unión de las Américas. • Los bosques caducifolios dominaron el norte de los continentes y los bosques de coníferas y la tundra dominaron las regiones más lejanas del norte. • Los bosques tropicales se limitaron a bandas estrechas alrededor de la línea ecuatorial, con prados de la sabana seca en África y Asia. • Se caracterizó por la dramática modernización de los mamíferos. Todas las órdenes y familias se conocen desde esta era, así como muchos de los géneros extintos. • La formación de un puente a través del Istmo de Panamá entre norte y sur américa. • Los grandes rebaños de herbívoros, incluidos los caballos del Plioceno, tenían que ser capaces de recorrer grandes distancias en busca de comida y mejores climas para parir, a veces atravesando continentes enteros en sus migraciones. • Al inicio los caballos primitivos se adaptaron, con capas lanudas y más grasa en sus cuerpos para el aislamiento, pero debido a sus largos periodos de gestación y depredadores humanos, muchas especies se extinguieron. • Aparecen los grandes carnívoros y comienza la evolución de los homínidos (linaje humano).
		Cuaternario	Pleistoceno	<ul style="list-style-type: none"> • 1.75mda -11000 años • “Era de hielo” • Se dio la última era glacial. Períodos de frío extremo seguidos de épocas más templadas. • Los niveles oceánicos fluctuaron y ello produjo la aparición de puentes terrestres que permitieron grandes migraciones. • Existe una extraordinaria megafauna (mamíferos gigantes y adaptados al frío). • Fue el último periodo de gran diversificación de mamíferos, las especies más recientes evolucionaron durante este periodo. • Fue la última época donde los caballos vivieron en América. • El final del Pleistoceno se caracteriza por la extinción de caballos y otros grandes mamíferos. • Aparición del género <i>Homo habilis</i> y <i>H. erectus</i>; éste migró desde África hacia Asia y Europa.
			Holoceno	<ul style="list-style-type: none"> • El clima se hace frío y seco. • Predominio de la especie humana. • Extinción de la megafauna prehistórica. • Sube el nivel del mar.

Fuente: 39, 40, 41



Fuente: Museo de Historia Natural de Florida.

Fig. 4 Relación Eras geológicas y Géneros evolutivos de la familia Equidae.

1.3. PRIMEROS ANCESTROS: RAMONEADORES.

Durante la primera parte del Terciario, los miembros de la familia de Equidae desarrollaron características morfológicas que les permitieron sobrevivir y reproducirse.⁶

Hyracotherium (Fig. 5)

- Es el miembro más antiguo conocido de la familia Equidae^{4, 42}
- Vivió hace 55-45 mda⁴
- Animal de pequeño, no mayor que un gato actual. 20-40cm promedio de altura a la cruz.^{4, 20,42}
- Cabeza pequeña, con orbitas oculares centrales que reducían su campo de visión lateral, pero proporcionaban una vista tridimensional frontal, útil para el cálculo de distancias; tenía una probóscide parecida al tapir.^{4, 20, 29}
- Diastema corto.⁴
- Dientes con coronas cortas (brachiodonto).^{4, 42, 43}
- Fórmula dentaria de mamífero primitivo 2(I 3/3, C 1/1, PM 4/4, M 3/3).^{4, 43}
- Las cúspides de los molares estaban ligeramente conectadas con crestas bajas. Dientes típicos de un ramoneador omnívoro.⁴³
- Poseía pelaje suave a rayas o moteado para camuflarse en el bosque.^{4, 20, 29}
- No tenía pelo largo en crin y cola.²⁰
- Espalda arqueada, cara, cuello y miembros locomotores cortos. Cola larga.^{42, 43, 29}
- Miembros menos restringidos en sus movimientos comparados con los de sus descendientes. Debido a la forma de la articulación radio humeral y la articulación coxofemoral, la parte distal de los miembros (manos y pies) poseían un rango de rotación medio-lateral mayor que en los caballos posteriores, resultando probablemente en un modo de andar más flexible.^{20, 34, 43}
- La pelvis tenía en el ilion un ala amplia con movilidad, una característica de los ungulados corredores. El fémur poseía un trocánter mayor y uno menor bastante desarrollados, que componen otra condición de perisodáctilos. La

fíbula mantiene el estado primitivo de los mamíferos al ser un hueso separado de la tibia, a pesar de que se redujo ligeramente respecto a la de *Phenacodus*.³⁴

- Tenía 4 dedos en las manos y 3 en los pies. Todos funcionales. ^{4, 20, 34, 42, 43}
- Cada dedo terminaba en una almohadilla digital y una garra. ^{20, 34, 42, 43, 29}
- El tercer metacarpo y sus falanges eran prominentes. El segundo y cuarto metacarpos junto con sus falanges sirvieron como amortiguadores; también pudieron funcionar para el equilibrio. ²⁰
- Vivió en Europa y en Norte América.⁴
- Habitante del bosque. ⁴²
- Era ramoneador, se alimentaba de follaje suave, hojas verdes, semillas y frutas. ^{20, 29, 42, 43}
- Tenía cerebro pequeño, especialmente los lóbulos frontales. ⁴³

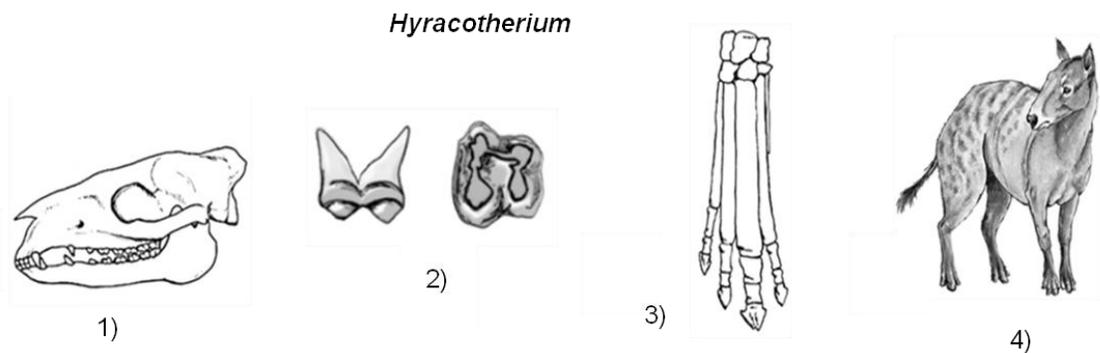


Fig. 5 *Hyracotherium*. 1) Cráneo, 2) diente, 3) mano, 4) fenotipo

***Orohippus* (Fig. 6)**

- Coexistió con *Hyracotherium*.⁴
- Vivió hace 52- 45 mda ⁴
- Significa “caballo de montaña” (*roi- montaña*), aunque no vivía en las montañas.⁴

- Ligeramente más grande que *Hyracotherium*, alrededor de 50 cm de alto a la cruz.^{4, 43}
- Espalda arqueada, cara, cuello y miembros locomotores cortos. Cerebro bastante pequeño.⁴³
- El cambio más significativo fue en los dientes. El último premolar cambió en forma para ser como un molar, dando a *Orohippus* un diente más para triturar. Además, las crestas de los dientes fueron más pronunciadas, lo que indica que ya comía material vegetal resistente.⁴³
- El radio y la ulna estaban bien diferenciados y no fusionados, igual que en *Hyracotherium*, lo que les permitía la rotación de la articulación radio-humeral y de la articulación de los carpos para maniobrar en terrenos desiguales.⁴
- Tenía 4 dedos en las manos y 3 en los pies. Cada uno con pezuña y almohadilla.⁴³
- El tercer dígito estaba más desarrollado, y se había perdido completamente el primer y quinto dígito del miembro pelviano.^{4, 43}

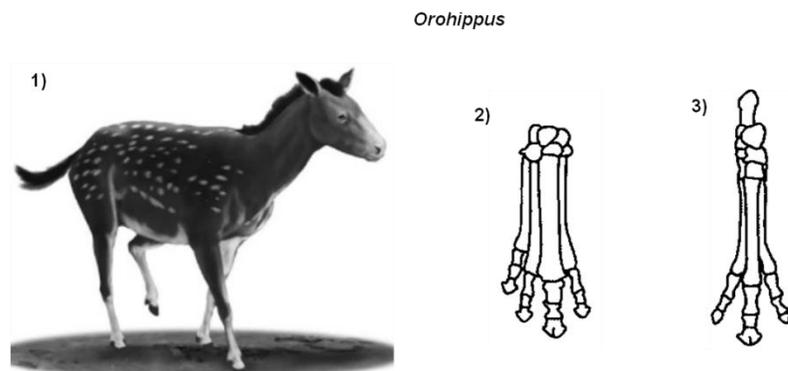


Fig. 6 *Orohippus*. 1) Fenotipo, 2) mano, 3) pie

Meshippus (Fig. 7)

- Significa “caballo medio”, *meso- medio*.⁴
- Vivió hace 37-32 mda⁴
- Tenía una altura de 45 a 60 cm a la cruz. ^{5, 20, 29}
- Cráneo y mandíbula distintivamente más largos. ^{5, 42, 43}
- Posición lateral de los ojos, ampliación del campo visual. ²⁹
- Fosa facial poco profunda. ⁴³
- Cerebro más grande que sus predecesores, los hemisferios cerebrales eran notablemente más grandes. ^{42, 43}
- Dorso arqueado, miembros y cuello más largos. ^{20, 29, 43}
- Molarización completa de premolares, los últimos tres premolares tuvieron forma de molares, con un pequeño premolar sencillo solitario en el frente. Esto implicó el cambio de una dieta más variada que incluía frutas a una más limitada a hojas y posiblemente hierba (Dieta ramoneadora-pastadora). ^{4, 5, 43}
- Poseía crestas dentales bien formadas y nítidas, más adecuadas para la molienda de vegetación más dura. ⁴³
- Fue el primer caballo totalmente tridáctilo. Tenía tres dedos en cada miembro. Los pantanos ofrecían terrenos suaves para caminar, por lo tanto ya no se necesitaba que los dígitos II y IV fueran largos, así que redujeron su tamaño y longitud, mientras que el dedo III se hizo cada vez más grande en tamaño. ^{4, 5, 20, 29, 34, 42, 43}
- Aún poseía las almohadillas digitales y la capacidad para rotar la parte distal de los miembros. ^{20, 43}
- El casco comenzó a tener mayor contacto con el suelo. ²⁰
- La ulna y la fíbula redujeron su tamaño en relación a las proporciones que tenía en el Hyracotherium. La fíbula generalmente se fusionó a la tibia. ³⁴
- Pérdida de las motas en el pelaje. ²⁹
- Estaban mejor adaptados para huir corriendo de sus depredadores. ⁵

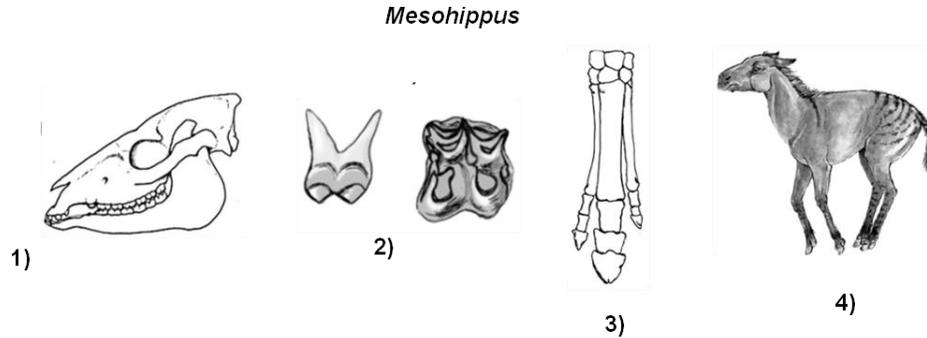


Fig. 7 *Mesohippus*. 1) Cráneo, 2) diente, 3) mano, 4) fenotipo

Miohippus (Fig. 8)

- Vivió hace 32-25 mda.⁴
- Significa “caballo menor”, *mei-o- menor*.⁴
- Tuvo numerosos descendientes que dieron lugar a la diversificación de la familia Equidae.⁴
- Era más grande que *Mesohippus* y tenía un cráneo ligeramente más largo.²⁰
- La fosa facial era más profunda y amplia.⁴³
- Comenzó a mostrar una cresta adicional variable sobre los dientes superiores.⁴³
- Poseía tres dedos, mostró un incremento en la longitud y densidad del tercer metatarso/metacarpo. Probablemente los dedos laterales y mediales seguían teniendo contacto con el suelo.²⁰
- La articulación tarso-tibial cambió sutilmente.⁴³

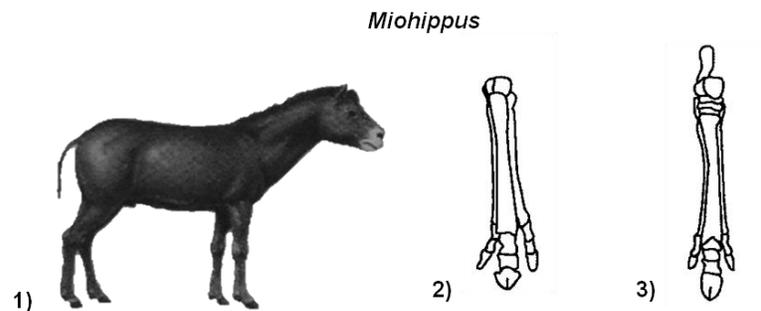


Fig. 8 *Miohippus*. 1) Fenotipo, 2) mano, 3) pie

1.4. ANCESTROS INTERMEDIOS: TRANSICIÓN.

Kalobatippus (Fig. 9)

- Vivió hace 24-19 mda. ⁴
- Significa “caballo de zancos”. ⁴
- Era de aspecto peculiar, debido a sus largos miembros locomotores, ya que los caballos eran intermedios en tamaño y estructura. ⁴
- Era ramoneador. ⁴

Kalobatippus



Fig. 9 *Kalobatippus*. Fenotipo

Archaeohippus (Fig. 10)

- Vivió hace 21-13 mda. ⁴
- Significa “caballo ancestral”, *arch-eo- ancestral, antiguo*. ⁴
- Poseía boca alargada con dientes de corona corta. ⁴
- Ramoneador. ⁴
- Coexistió con los caballos pastadores que se diversificaron a través de la sabana seca de ese tiempo. ⁴
- Fue más pequeño que sus ancestros. ⁴
- Desciende de *Miohippus*. ⁴
- Tenía una dieta estacional variable de hojas y otros alimentos fibrosos. ⁴

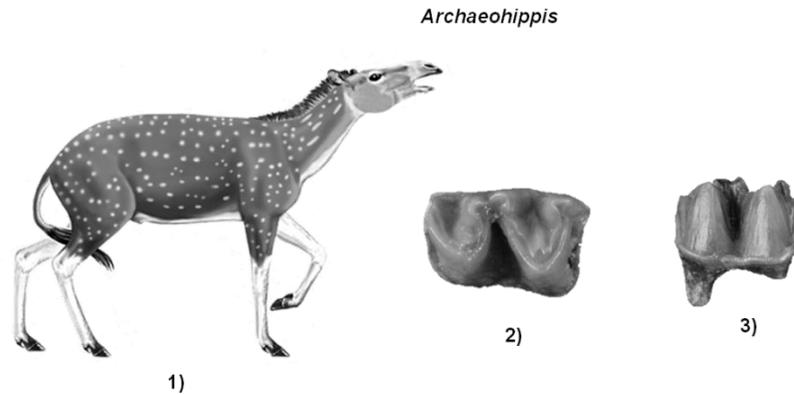


Fig. 10 *Archaeohippis*. 1) Fenotipo, 2) superficie oclusal, 3) superficie lateral del tercer premolar inferior.

Hypohippus (Fig. 11)

- Vivió hace 17-11 mda⁴
- Significa “caballo bajo”, *hipo- bajo*
- Caballo de gran tamaño para su época, comparable con el pony actual.⁴
- Tenía cara, cuello y cuerpo largos con miembros locomotores cortos.⁴
- Poseía 3 dedos bien adaptados al suelo blando de los bosques donde vivía.⁴
- Fue un ramoneador altamente especializado.⁴

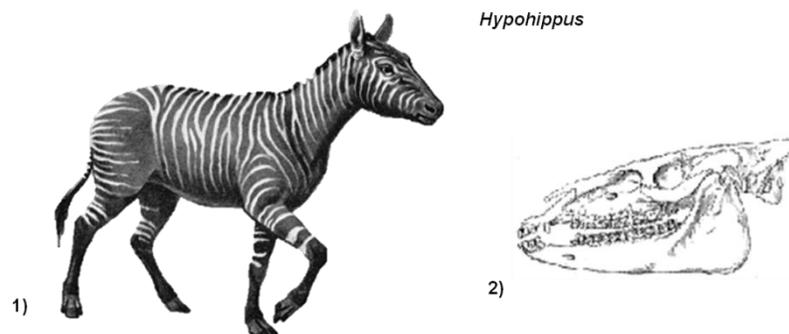


Fig. 11 *Hypohippus*. 1) Fenotipo, 2) cráneo.

Megahippus (Fig. 12)

- Vivió hace 15-11ma⁴
- Significa “gran caballo”, *mega- grande*.⁴
- Poseía dientes con corona baja que le dificultaban comer vegetación abrasiva.⁴
- Era un ramoneador muy especializado, el último ramoneador en Norte América. Tenía una boca estrecha y dientes curvados en forma de “U”, adaptaciones de ramoneador para seleccionar alimento rico en nutrientes, como hojas frescas y brotes.⁴

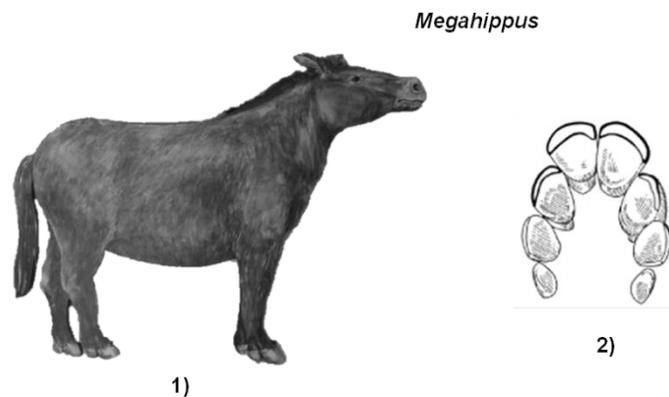


Fig. 12 *Megahippus*. 1) Fenotipo, 2) arcada dental. Note cómo los dientes incisivos se curvan estrechamente en "forma de U", una adaptación para ramonear.

1.4.1.ANCESTROS INMEDIATOS: PASTOREADORES.

Parahippus (Fig. 13)

- Vivió hace 24-17 mda⁴
- Significa “parecido al caballo”, *para- cercano*.⁴
- Parece ser el eslabón entre los viejos caballos del bosque y los modernos de las llanuras.⁴
- Se desarrollaron a partir de *Miohippus*.⁴²
- Tenía alrededor de 65 cm de altura a la cruz.⁴²

- Fue el primer caballo en pararse sobre la punta de los dedos y tener un “pie elástico”, en el cual el peso del cuerpo era soportado por fuertes anexos tendinosos en la parte distal de los miembros.²⁰
- Cabeza alargada con órbitas oculares en la mitad caudal de la cabeza.^{4, 42}
- Especies de este género mostraron dientes de transición, entre molares de corona baja para ramonear y molares de corona alta especializados para arrancar la pastura dura y seca de las grandes llanuras. De este modo pudo incluir en su dieta un poco de hierba.^{4, 20, 42}
- Desarrollo de cemento y establecimiento permanente de crestas molares características de los caballos modernos, variables en *Miohippus*. Comenzaron a unirse en una serie de crestas fuertes, con coronas dentales más altas (hipsodontos).^{4, 43}
- Este tipo de caballo habría sido un ramoneador mixto, comía vegetación blanda y pastos.⁴²
- Tenía tres dedos en manos y pies, pero los laterales eran más pequeños y estaba empezando a desarrollar los ligamentos elásticos.^{4, 20, 43}
- Estaba mejor desarrollado para avanzar rápidamente en terreno abierto. Era capaz de pararse únicamente sobre el dedo medio pero no era capaz de correr sobre este dedo.⁴²
- El músculo que soportaba la parte distal de los miembros se hizo más proximal, formando tendones largos y fuertes. Los movimientos de rotación, supinación y abducción, de la parte distal del miembro fueron casi eliminados.²⁰
- Los huesos de los dígitos II y IV comenzaron a fusionarse, desarrollando un movimiento especializado de flexión y extensión de las manos y pies, permitiendo una mayor eficiencia en la aceleración rápida para la huida y las migraciones a largas distancias.²⁰
- La almohadilla digital comenzó a replegarse en el interior del casco, el cual cambió su tamaño y fuerza para el soporte del peso. Este tejido flexible, fuerte y lleno de sangre se convirtió en el tejido bulbar, ranilla y cojinete digital del casco actual; es posible que las inserciones proximal y distal del

tendón flexor digital profundo también sean vestigios de la almohadilla digital.²⁰

- Vivió en una mezcla de bosques y vegetación de sabana.⁴²

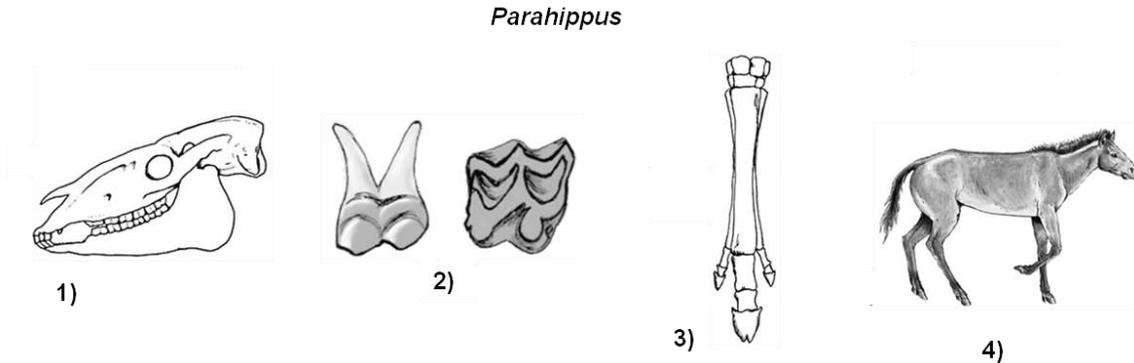


Fig. 13 *Parahippus*. 1) Cráneo, 2) diente, 3) mano, 4) fenotipo

Merychippus (Fig. 14)

- Vivió hace 17-11 mda⁴
- Significa “caballo rumiante”.⁴
- Tenía una altura aproximada de 76-100 cm. Era del tamaño de un pony.^{29, 42,43}
- El cerebro era notablemente más grande, con una neocorteza fisurada y cerebelo más grande, por lo que *Merychippus* fue un equino más ágil e inteligente que los caballos anteriores.⁴³
- Conserva el carácter primitivo de tres dedos, sin embargo, era muy similar al caballo actual.^{4, 42}
- Tenía la cara más larga, la mandíbula se hizo más profunda, y los ojos se implantaron más caudal para dar cabida a las grandes raíces de los dientes.^{4, 42, 43}
- Desarrollo de ojos más grandes en posición lateral.²⁹
- Tenía molares con coronas altas (hipsodontos), una gruesa capa de cemento y una superficie de masticación muy compleja con crestas dentales adaptadas para pastar, que hicieron de *Merychippus* el primer género realmente pastador.^{4, 5, 42, 43}
- La ulna se redujo y se fusionó parcialmente con el radio.³⁴

- La fíbula redujo su longitud en gran medida respecto a la tibia.³⁴
- Tenía 3 dedos, adaptados totalmente para correr a velocidad, en algunas especies los dedos laterales eran más pequeños y sólo tocaban el suelo durante la carrera, mientras que los dígitos en otros de la misma manada se hicieron más pequeños y se fusionaron al tercer dedo.^{5, 20, 42, 43}
- El dedo III se amplió más con relación a los metacarpos/metatarsos II y IV. La falange distal del tercer dígito expandió su circunferencia y se hizo más cóncava para que la almohadilla digital y la ranilla se colocaran dentro de la cápsula del casco.^{20, 34}
- El dedo III desarrolló un casco grande, comenzaba a parecerse más al casco actual, y los miembros locomotores se hicieron más largos, lo que le permitió escapar de los depredadores y migrar grandes distancias para alimentarse.^{4, 20, 43}
- Tenía una postura unguligrada, caminaban y permanecía en la punta del dedo III, en lugar de una postura digitígrada como en los caballos primitivos. Se apoyaba e impulsaba por fuertes ligamentos elásticos que corrían en la articulación metacarpo/metatarso-falángica.^{5, 20, 43}
- Con estos cambios, las articulaciones tarsotibial y carporadial se elevaron respecto al suelo, dando así a los miembros una palanca más larga para la locomoción.³⁴
- Las superficies articulares distales de los metápodos tenían crestas más desarrolladas, que mejoraban el movimiento anteroposterior y disminuían los movimientos laterales, previniendo dislocaciones. Esto ocasionó una disminución en la flexibilidad.³⁴
- Los huesos sesamoideos se desarrollaron en la parte distal del miembro torácico y pelviano, proporcionando mayor ventaja mecánica a tendones y ligamentos.³⁴
- La mayor diversificación de *Merychippus* ocurrió hace aproximadamente 10 millones de años. Una gran variedad de ramoneadores y pastadores, grandes y pequeños vivían juntos; algunas de estas especies tenían glándulas odoríferas en la cara.²⁰

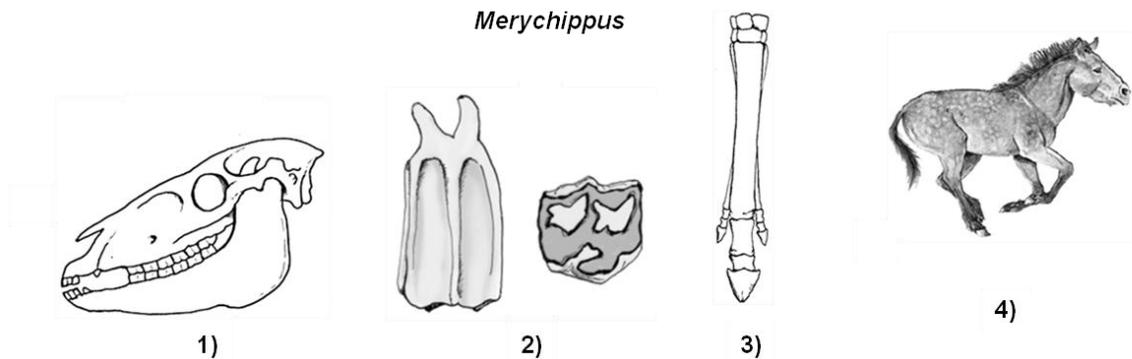


Fig. 14 *Merychippus*. 1) Cráneo, 2) diente, 3) mano, 4) fenotipo

***Plihippus* (Fig. 15)**

- Vivió hace 12-6 mda⁴
- Significa “más caballo”, *pleion- más.*⁴
- 1.20 m de alzada.²⁹
- Posee grandes depresiones faciales, cuya función no se conoce. Se han manejado dos funciones: 1) sitio de unión para los músculos de los labios; 2) continuación del divertículo nasal, es decir, una rama lateral de la fosa nasal que los caballos podían utilizar como una cámara de resonancia cuando vocalizaban.^{4, 43}
- Dientes fuertemente curvos.⁴³
- Animal de conformación larga, más parecido al caballo actual que ningún otro ancestro, se mantenía de pie apoyando un solo dedo de cada miembro.²⁰
- La ulna y fíbula se redujeron aún más y se fusionaron con el radio y la tibia respectivamente.³⁴
- Los dedos II y IV se hicieron pequeños, cortos y sin función, dando lugar al desarrollo de un ligamento colateral para estabilizar la articulación metacarpo falángica y metatarso falángica durante las veloces carreras.²⁰
- Los huesos metacarpianos II y IV eran vestigios, fusionados a lo largo del metacarpo III.^{20, 34}
- Se expandió a través de Norte y Sur América, Asia y Europa.²⁰

- Antecesor de las cebras, los burros y el asno asiático. ²⁹

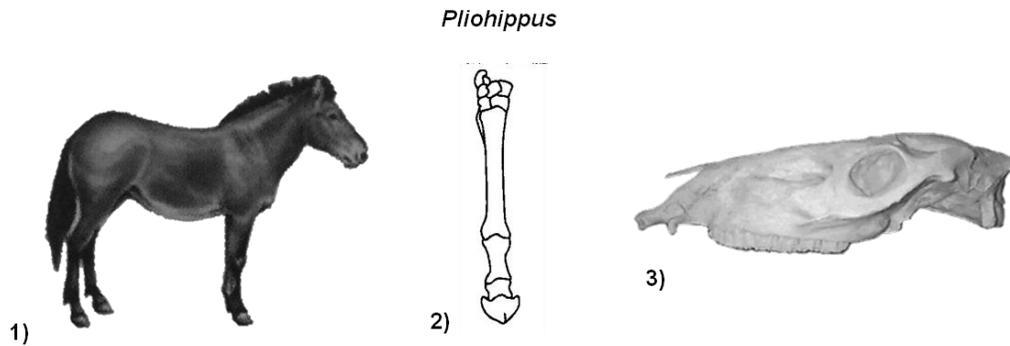


Fig. 15 *Pliohippus*. 1) Fenotipo, 2) dedo, 3) cráneo. Observe la característica fosa preorbital.

Dinohippus (Fig. 16)

- Vivió hace 13-5 mda ^{4, 42}
- Significa “caballo terrible”, *deinós-terrible*. ^{2, 42}
- Se cree que es el antepasado directo de los equinos vivos ^{4, 42}
- Surgió en el Mioceno tardío y sobrevivió en el Plioceno medio. ⁴²
- Los dientes eran un poco más rectos que los de *Merychippus*. ⁴³
- La fosa facial se redujo significativamente. ^{4, 43}
- Es el primer caballo en mostrar una forma rudimentaria del “aparato de estancia pasivo”. Esto proporcionó evidencia de la estrecha relación entre *Dinohippus* y *Equus*. ⁴
- Se han encontrado algunas formas que poseían tres dedos y otros solo uno. ^{4, 42}
- Era más o menos del tamaño de un caballo árabe. ⁴²
- *D. mexicanus*. (Fig. 17) Especie descendiente de *Dinohippus*.; monodáctilo, de miembros locomotores comparativamente más cortos y robustos que en los caballos actuales, similar a una cebra, posiblemente prefería los espacios abiertos. Estudios recientes muestran que poseía un amplio espectro trófico a lo largo de su distribución geográfica; en las localidades de Florida presentaba una dieta mixta, mientras que en Texas y México se

alimentaba principalmente de pastos. Es la especie más cercana a *Equus*.^{5, 43, 44, 45}

- Era el caballo más común en América del Norte a finales del Plioceno, y es casi seguro que dio lugar a *Equus*.⁴³

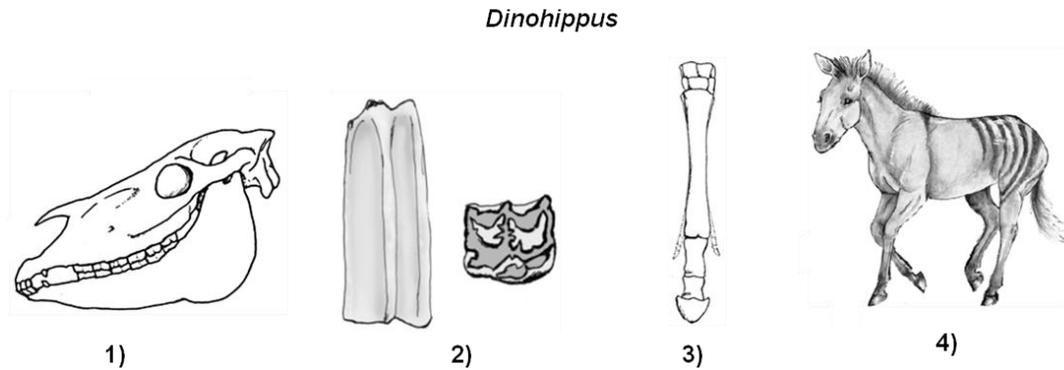


Fig. 16 *Dinohippus*. 1) Cráneo, 2) diente, 3) mano, 4) fenotipo

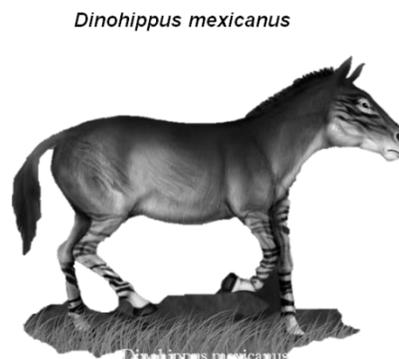


Fig. 17 *Dinohippus mexicanus*. Fenotipo

***Equus* (Fig. 18)**

- Es el único género viviente de la una vez tan diversa familia Equidae.⁴
- Vive desde hace 5 mda⁴
- Significa “caballo”.⁴
- Es el género de todos los équidos que viven en nuestros días, (caballos, burros y cebras).^{4, 43}
- Lomo y cuello largos; miembros locomotores largos con huesos fusionados, carentes de movimiento de rotación; cara larga, boca flexible y mandíbula profunda.⁴³

- Cerebro más grande que en los primeros *Dinohippus*.⁴³
- Dientes con coronas altas, rectos para pastoreo con crestas fuertes llenas de cemento.⁴³
- Monodáctilo, con ligamentos laterales que impiden el giro del dedo.⁴³
- Surgió *Equus simplicedens*. Tenía un cerebro más grande que *Dinohippus*, monodáctilo con ligamentos laterales fuertes para evitar que se rote. Era un animal gordo, peludo, de hombros rectos y cuello grueso, cráneo corto y estrecho, como de burro. Estas especies tempranas de *Equus* debieron ser parecidas a sus descendientes: el burro, el caballo y la cebra. Pueden haber tenido crines y cola espesas, rectas y fibrosas, orejas medianas y rayas en los miembros. Este grupo se diversificó en más de 12 nuevas especies que convivieron en el mismo tiempo en rebaños separados.²⁰
- Todas las especies existieron en África, Asia, Europa, Norte y Sur América en grandes rebaños migrantes hasta el Pleistoceno tardío. Los caballos desaparecieron del hemisferio occidental hasta el siglo XV cuando los españoles los trajeron al Nuevo Mundo.²⁰

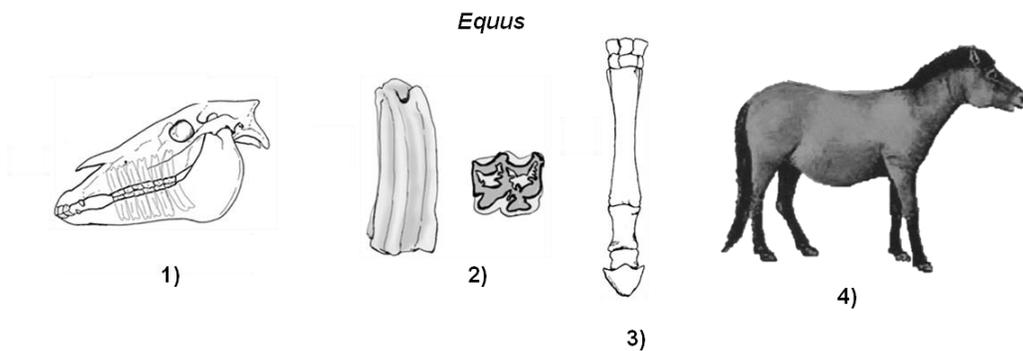


Fig. 18 *Equus*. 1) Cráneo, 2) diente, 3) mano, 4) fenotipo. Observe la inserción de los molares en cráneo.

Hippidion (Fig. 19)

- Vivió hace 2 mda – 10000 años. ⁴
- Significa “caballito”. ⁴
- Ramoneador. ⁴
- Su cráneo poseía huesos nasales convexos de gran extensión, con una incisión nasal muy profunda. ^{4, 33}
- Comparado con *Equus*, era de menor tamaño, más robusto, de miembros locomotores cortos y anchos que les da un aspecto más corpulento. ^{33, 46, 47}
- Los fósiles más antiguos se encuentran en América del Sur. ⁴²
- Adaptado a terrenos montañosos. ^{42, 46, 47}

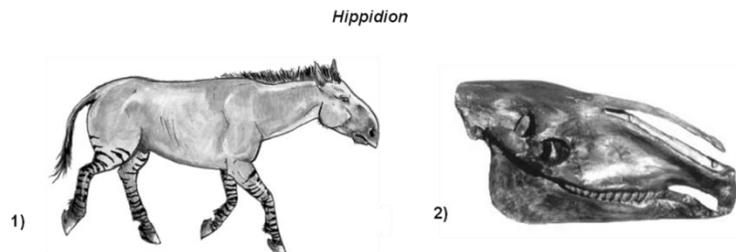


Fig. 19 *Hippidion*. 1) Fenotipo, 2) cráneo. Observe la profunda escotadura nasal.

A continuación se muestra la línea evolutiva de *Equus* (Fig. 20), en la cual se puede apreciar la reducción de dedos y se puede comparar el incremento en la talla de algunos ejemplares ya extintos de la familia Equidae hasta el actual *Equus*. Es importante recordar que esta evolución no se dio de forma lineal, por el contrario, fue un largo proceso ramificado a través del cual algunas especies florecieron y otras perecieron, sobreviviendo de esta basta familia únicamente un solo género.

Por descender de un ancestro común, todos los integrantes del género *Equus* mantienen características similares. Sin embargo, puesto que al distribuirse por el mundo quedaron en regiones con características climáticas distintas, cada uno refinó sus sistemas corporales, evolucionando con ciertas diferencias que les ayudaron a adaptarse. ^{6, 7}

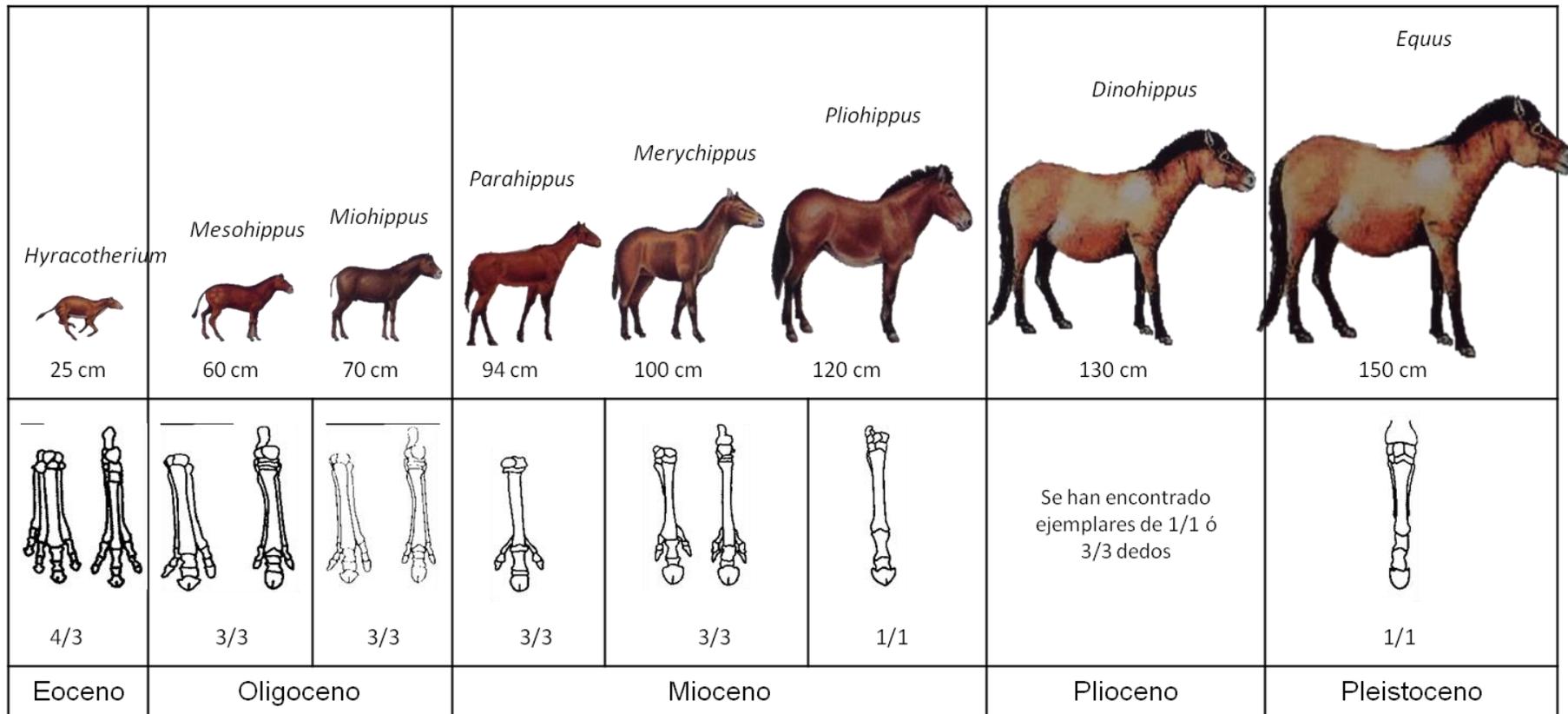


Fig. 20 Línea evolutiva de *Equus*. Con los cambios climáticos en el planeta, se dieron modificaciones radicales en la vegetación de los ecosistemas y con ello en el forraje. La evolución del *Hyracotherium* (55 mda) se condujo en función del tipo de forraje dominante, pasando por especímenes que se diferenciaron en un proceso ramificado, con una línea en la que destacan el *Mesohippus* (40 mda), *Miohippus* (35 mda), *Parahippus* (20 mda), *Merychippus* (17 mda), *Pliohippus* (10 mda) y *Dinohippus* (8 mda), para llegar al actual género *Equus* (4.5 mda) que desapareció de América al pasar por los puentes naturales formados en el actual estrecho de Bering. Así se distribuyó en Asia, Europa y África, originando las especies y subespecies de équidos actuales.^{5, 6, 7, 12, 34}

Nota: de cada ejemplar se muestra fenotipo, altura a la cruz en centímetros (cm) y número de dedos en mano y pie.

2. ADAPTACIONES ESTRUCTURALES.

2.1. ADAPTACIONES CRANEALES.

2.1.1. PRINCIPALES CAMBIOS.

La historia evolutiva de 55 mda de la familia Equidae se caracteriza por profundos cambios en la morfología craneal, los cuales están relacionados con la adaptación al pastoreo. Primitivamente, el *Hyracotherium* tenía un cráneo con la órbita ocular céntrica, un diastema postcanino y una mandíbula relativamente poco profunda en la cual se acomodaban dientes de coronas cortas. En contraste, el *Equus* posee una región preorbital mucho más larga que la región postorbital, un diastema relativamente más alargado y una mandíbula muy profunda, que da cabida a dientes de coronas altas.⁴⁸

En los últimos 20 mda durante el Cenozoico medio, los caballos fósiles mostraron cambios fundamentales en la región del maxilar, sin estar directamente relacionados con las adaptaciones a la dieta y la alimentación. El *Hyracotherium* tenía la región preorbital del maxilar lisa (unión del hueso nasal, maxilar y lagrimal), pero durante el Mioceno hubo una adaptación radial que tendió a la formación de una o varias fosas en la cara. La fosa dorsal se denominó lagrimal, nasomaxilar o preorbital, y era la más amplia (Fig. 21); mientras que la ventral se nombró como fosa malar o maxilar. En los équidos actuales la fosa preorbital no está presente, por lo que la función de esta estructura no puede basarse en la analogía; esto ha generado mucha discusión en la literatura. Una teoría sugiere que la fosa preorbital albergaba un órgano complejo que podría haber sido utilizado para la vocalización y músculos relacionados con el movimiento del labio y la región nasal. El momento de máxima diversidad morfológica de la fosa facial se produjo en el momento de máxima diversidad equina, en el Mioceno. Durante el Plioceno y Pleistoceno, cuando la diversidad equina disminuyó, la fosa facial se fue reduciendo, hasta perderse en el *Equus*.⁴⁸

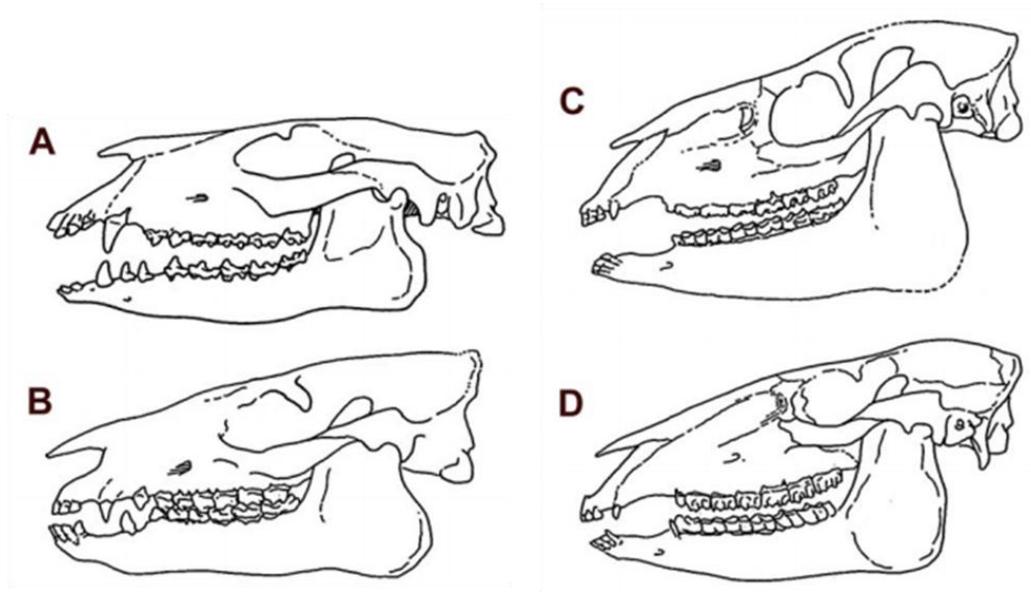


Fuente: MacFadden, 2010; MacFadden, 1992

Fig. 21 Fosa preorbital dorsal. (Debajo de la flecha). Cráneo y mandíbula de *Archaeohippus blackbergi* adulto de 18 millones de años de edad. Tridáctilo. Braquidonto. Órbita a la derecha de la fosa. Mioceno, Florida,

El cráneo en el condilartro *Phenacodus* era robusto, corto, ancho y profundo, con la mandíbula articulada libremente. La mandíbula, derecha e izquierda eran relativamente delgadas y estaban unidas rostralmente formando una “V”. En la cara, la abertura nasal era alta y ancha.^{6, 34}

En la transición de *Phenacodus* a *Hyracotherium* y el establecimiento de la familia Equidae: la base del cráneo se hizo más corta, comprimiendo así la región del oído y la articulación temporomandibular, disminuyendo su movimiento cráneo-caudal, y permitiendo el movimiento de masticación de lado-a-lado característico de los équidos; los huesos nasales se hicieron relativamente largos, por lo general se extendían hasta delante de los incisivos (Fig. 22). La mandíbula se hizo más larga y el área de la raíz de los incisivos inferiores más fuerte; las ramas de la mandíbula ya no se unían en forma de “V”, se ensancharon formando una curva para la inserción de los incisivos inferiores. El tercio rostral de la mandíbula se dobló hacia arriba, asegurando que los incisivos superiores e inferiores se encontraran en ángulo recto. Posteriormente las áreas de la mandíbula para la fijación de los músculos de la masticación se hicieron más grandes, mientras que para el músculo temporal disminuyeron.⁶



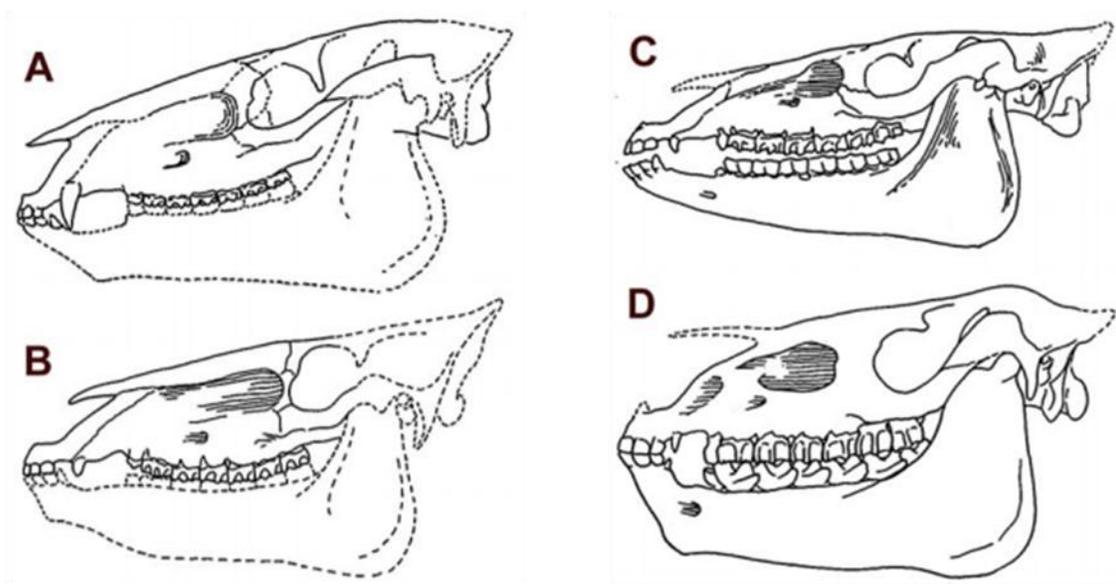
Fuente: Bennett, 1992

Fig. 22 Cráneo de équidos ramoneadores, *vista lateral*. Todos con *dimensiones similares para facilitar la comparación*. A) *Phenacodus*. B) *Hyracotherium*. C) *Meshippus*. D) *Miohippus*. Observe los pequeños incisivos, hocico y mandíbula poco profundos, ligera retracción de la escotadura nasal y posición relativamente adelante de la órbita.

El occipital era estrecho en los équidos ramoneadores y tenía una cresta lambdoidea fuerte, que daba ajuste a la musculatura craneal del cuello. La cresta neural del axis y de las alas del atlas eran muy grandes en el *Hyracotherium* y en el *Orohippus*. Esta morfología de la parte craneal del cuello y la región occipital indican que los movimientos de la cara, hacia arriba y para hozar, fueron adaptaciones importantes en los ramoneadores.⁶

El cráneo de las especies intermedias (chalicomorfos) era más grande y de cara más larga que el de los ramoneadores (Fig. 23); con el hueso maxilar extenso y pesado; la mandíbula más prolongada que en los ramoneadores, y su extremo rostral curvado más hacia arriba para que los incisivos se encontraran en ángulo recto, esta parte de la mandíbula era amplia y en forma de pico; la lengua probablemente fue más larga y cilíndrica, similar a la de una jirafa. La primera

adaptación de los chalicomorfos fue la ampliación vertical del occipital que terminaba en una cresta lambdoidea angosta y puntiaguda. Las vértebras cervicales atlas y axis eran largas, con zonas de inserción muscular más pequeñas que en el *Hyracotherium*. Esta conformación de la región occipital alude a la movilidad de la parte craneal del cuello, especialmente en la capacidad de girar la cabeza sobre el cuello. La segunda adaptación es el acortamiento de los huesos de la nariz y la retracción de la escotadura nasal. La retracción de los huesos nasales en los mamíferos por lo general señala la presencia de una probóscide, siendo la primera etapa en el desarrollo de un labio superior semi-prensil.⁶

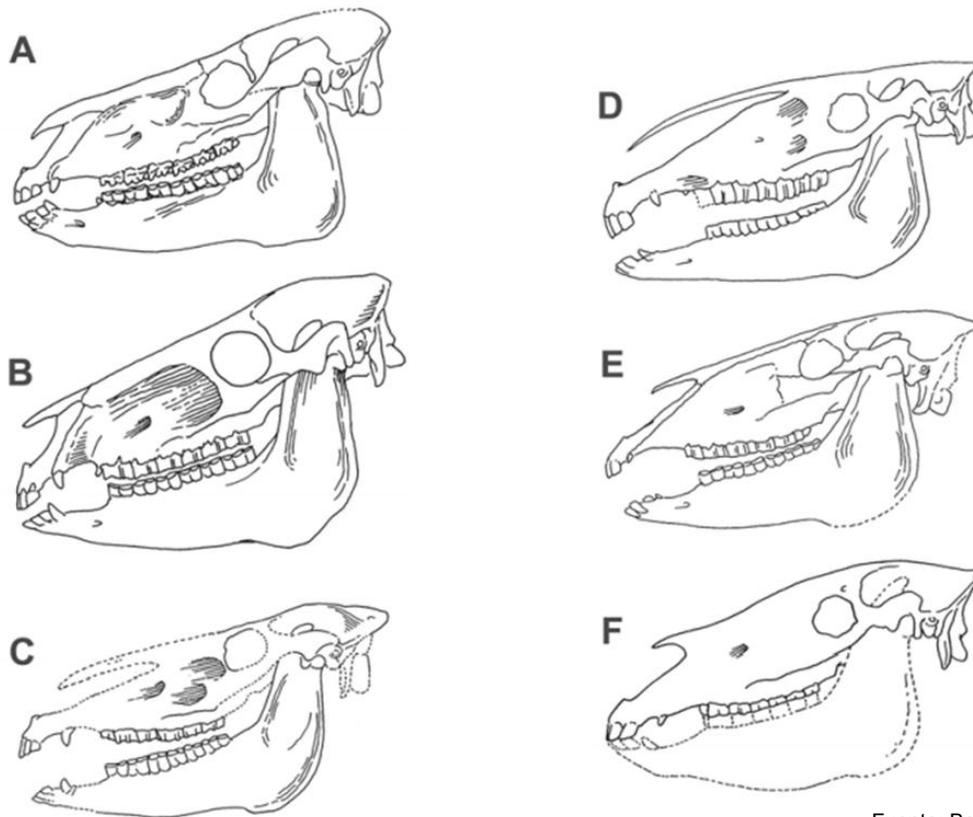


Fuente: Bennett, 1992

Fig. 23 Cráneo de Chalicomorfo, *vista lateral izquierda. Dimensiones similares para facilitar la comparación: A) Anchitherium, B) Kalobatippus, C) Hypohippus, D) Megahippus. Observe la relativa profundidad de la retracción nasal, la profunda fosa facial, la tendencia de caninos largos, los incisivos inferiores y la articulación de la mandíbula.*

El cambio principal observado en los équidos pastadores (Fig. 24) es la prolongación y profundización de la cara. El rostro en el *Parahippus* se amplió debajo de la órbita como un cajón, de modo que sólo las raíces del tercer molar se alojaron bajo la cavidad orbitaria. En formas posteriores, el tercer molar se

desplazó hacia rostral de la órbita. Al mismo tiempo y con el fin de acomodar los dientes de coronas altas, tanto el rostro como la mandíbula se profundizaron, produciendo la forma característica de cuña del cráneo de los équidos pastadores. La mandíbula se hizo profunda detrás de los molares, especialmente en el área donde se inserta el músculo masetero, indicando el fortalecimiento y cambio del apalancamiento mandibular, que provocó el desplazamiento del punto de aplastamiento de mayor fuerza hacia rostral. El alargamiento de la base del cráneo amplió la región temporal e hizo el occipital más vertical. Mantuvieron el mecanismo de masticación lateral, la alineación recta del rostro y la base del cráneo.⁶

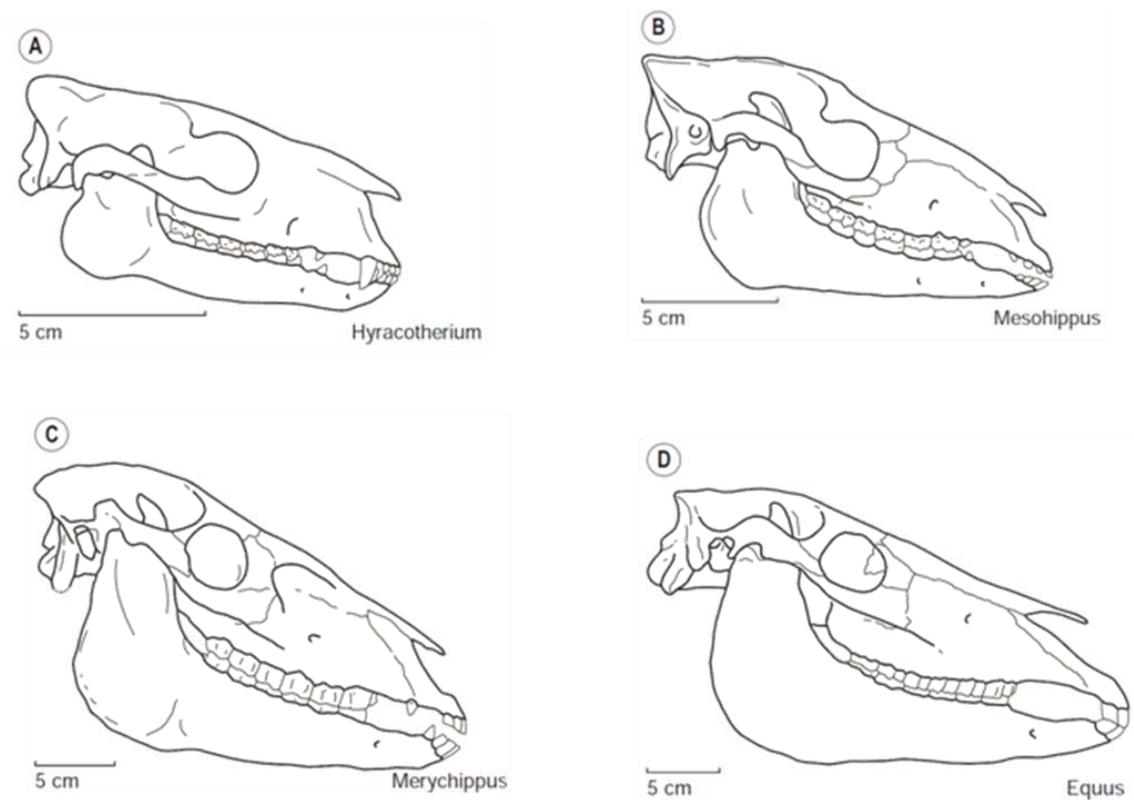


Fuente: Bennett, 1992

Fig. 24 Cráneo de équidos pastoreadores. *Vista lateral izquierda. Dimensiones similares para facilitar la comparación. Presencia de fosa facial (B-D) larga, profunda y bipartida, que incluye el foramen facial. A) Parahippus. B) Protohippus. C) Pliohippus. D) Hippidium. E) Dinohippus. F) Equus. Fosa facial poco profunda o ausente (E, F). Todas las formas muestran una retracción relativamente profunda de la escotadura nasal, presencia de barra postorbital, mandíbula profunda, cara alargada, órbita caudal a la fila de los molares.*

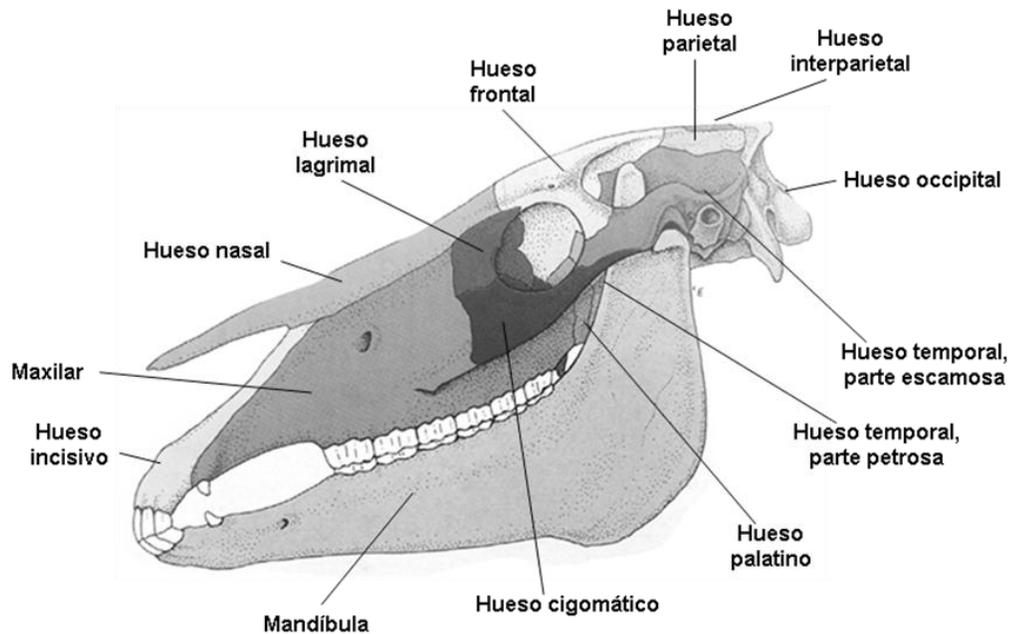
2.1.2. ANATOMIA ACTUAL.

El cráneo del equino (Fig. 25) consiste en un mosaico de huesos unidos que integran una estructura rígida; en conjunto, exceptuando la mandíbula, tiene forma de pirámide grande cuadrangular, de base caudal y vértice rostral, determinada por la edad, sexo y la raza del animal. Está formado por el hueso occipital, los huesos parietales y los huesos interparietales, soldados fuertemente entre sí (Fig. 26, 27). Rostralmente se continúan con el hueso frontal, unido por una sutura ósea.^{49, 50}



Fuente: MacFadden, 2010

Fig. 25 Cambios en las proporciones craneales de algunos miembros de la familia Equidae, representados en el Eoceno por el *Hyracotherium*, Oligoceno *Meshippus*, Mioceno *Merychippus* y Plioceno *Equus*- moderno.



Fuente: König, 2004

Fig. 26 Representación de los huesos del cráneo y de la mandíbula de caballo, vista lado izquierdo.

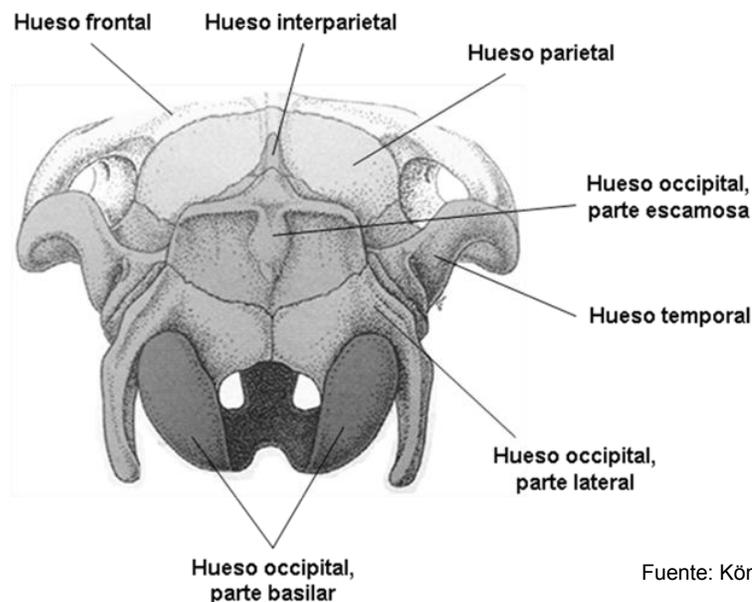
La cavidad craneana contiene el encéfalo y los sentidos de la vista y el oído. Lateralmente presenta: un arco cigomático completamente desarrollado; una fosa temporal para la inserción del músculo temporal; una incisura ótica ocupada por el meato acústico externo; y una órbita ósea. La cavidad nasal es un hueco longitudinal que se extiende a través de la parte dorsal de la cara, dividida en dos mitades por el septum nasal.^{50, 51, 52}

La órbita ósea está formada por los huesos frontal, lagrimal, cigomático, la apófisis cigomática del temporal y el basiesfenoides. Orientada lateralmente. El borde supraorbitario es afilado y emite la apófisis lagrimal rostral y caudal. En el ángulo rostromedial de la órbita se sitúa la fosa del saco lagrimal.⁵⁰

La superficie lateral de la cara está formada por los huesos incisivo, maxilar, nasal, cigomático y lagrimal. La cresta facial es una prominencia alargada formada por el maxilar y el hueso cigomático, que caudalmente se transforma en el arco cigomático; ventralmente es rugosa para la inserción del músculo masetero. La

cara basal del cráneo ocupa prácticamente un solo plano y está formado por la base del cráneo.^{50, 52}

La base de la cabeza del caballo tiene situación caudal, está formada por el hueso occipital (Fig. 27). En la base de la nuca, entre ambos cóndilos occipitales se abre el agujero magno, que da paso a la médula oblonga; delimitado lateral y dorsalmente por las partes laterales del hueso occipital y ventralmente por la porción basilar del mismo.^{50, 51, 53}



Fuente: König, 2004

Fig. 27 Representación de la cara nupal del cráneo de caballo.

El paladar es relativamente angosto y alargado y está delimitado por los alvéolos dentales de los huesos maxilar e incisivo. Una pequeña porción del paladar duro está formada por la lámina horizontal del hueso palatino, el resto lo forman las porciones horizontales (apófisis palatinas) del maxilar y del hueso incisivo. En la sutura entre el hueso palatino y el maxilar, se encuentra en ambos lados el foramen palatino mayor que se continúa con el canal palatino por donde pasa el nervio y vaso palatino mayor.^{50, 54}

Ambas ramas de la mandíbula se unen con fuerza en el ángulo mentoniano. El cuerpo de la mandíbula presenta caudodorsal al ángulo mandibular la tuberosidad del músculo esternomandibular; en su borde alveolar contiene los dientes premolares y molares, en el borde interalveolar el canino y en la parte incisiva los tres dientes incisivos.⁵⁰

- ❖ Occipital. Hueso impar situado en la parte caudal del cráneo; forma la pared caudal y parte del piso de la cavidad craneana. Posee dos cóndilos que se articulan con el atlas. Externamente presenta una arista muy prominente, llamada cresta nugal, para la inserción del ligamento de la nuca. Interiormente es cóncavo para alojar al cerebelo^{51, 52}
- ❖ Esfenoides. Hueso impar; forma la mayor parte del piso de la cavidad craneana y parte de la cavidad orbitaria. Cubre los senos paranasales esfenoidales^{51, 52}
- ❖ Etmoides. Hueso impar y único interno de la cabeza; forma el límite entre la cavidad nasal y la cavidad craneana; se sitúa rostral al esfenoides y caudal a la cavidad nasal.^{51, 52}

Posee una lámina cribosa o laberinto entre la cavidad nasal y la cavidad craneana; hacia la cavidad nasal continúa como pequeñas láminas óseas enrolladas sobre sí mismas, llamadas conchas etmoidales, recubiertas de mucosa; hacia la cavidad craneana presenta: la *crista galli* (en el centro) y las fosas etmoidales (a los lados) que alojan a los bulbos olfatorios.^{51, 52, 54}

- ❖ Interparietal. Hueso par, pequeño situado entre el occipital y los parietales. La característica más significativa de este hueso es su cara interna o cerebral, la cual presenta una apófisis en forma de pirámide triangular, misma que se proyecta ventral y rostralmente en la cavidad craneal entre los hemisferios cerebrales y el cerebelo.^{51, 52}
- ❖ Parietal. Hueso par, planos; forman la mayor parte de la bóveda craneana y se unen en la línea media para formar la sutura sagital. La cara externa es convexa y rugosa para la inserción del músculo temporal; la cara interna o

cerebral, es cóncava, presenta impresiones de las circunvoluciones cerebrales y arterias meníngeas.^{51, 52}

- ❖ Frontal. Hueso par; situados sobre los límites del cráneo y la cara, entre los parietales caudalmente y los nasales rostralmente.^{51, 52}

La porción orbitaria forma la mayor parte de la pared interna de la cavidad orbitaria. En este lugar se insertan los músculos extrínsecos del globo ocular. La parte temporal, junto con el ala orbitaria del esfenoides forman parte del fondo de la cavidad orbitaria.⁵¹

- ❖ Temporal. Hueso par, forma la mayor parte de la pared lateral del cráneo. Caudalmente se articula con la mandíbula por medio de un cóndilo y una cavidad glenoidea (fosa mandibular).⁵¹

- ❖ Nasal. Hueso par; situados rostralmente a los huesos frontales, forman la mayor parte del techo de la cavidad nasal, pero su parte caudal forma parte del seno frontal. Tienen forma triangular de vértice rostral libre. La superficie facial (externa) es lisa y convexa transversalmente; la superficie nasal (interna) también es lisa, presenta la cresta etmoidal, a la cual está unida la concha nasal dorsal.^{51, 52, 53, 55}

- ❖ Lagrimal. Hueso par, situados en la parte rostral de la órbita; se extienden rostralmente sobre la cara hasta el borde caudal del maxilar. Presenta el saco lagrimal que es el origen del conducto nasolagrimal, mientras que la superficie nasal forma parte de los senos frontales y maxilares.^{51; Getty, 1982}

- ❖ Cigomático. Hueso par, situados entre el lagrimal en posición dorsal y el maxilar ventral y rostralmente. Su superficie lateral es lisa, ligeramente convexa, ancha rostralmente y estrecha caudalmente; en su parte ventral, presenta la cresta facial, que se continúa rostralmente con la cresta similar del maxilar, para la inserción del músculo masetero. La superficie nasal es cóncava y forma parte del seno maxilar.^{51, 52}

- ❖ Maxilar. Hueso par, situado a ambos lados de la cara; forma las paredes laterales de la cavidad nasal y bucal. En su parte caudal presenta la cresta facial, rostralmente a ella se encuentra el foramen infraorbitario. En su interior se forma los senos maxilares. El borde dorsal se articula con los huesos incisivos, nasal y lagrimal; mientras que el ventral presenta seis orificios profundo para la alojar la raíz de los dientes molares y premolares, denominados alveolos dentarios.^{51, 52}
- ❖ Premaxilar. Hueso par, situados en la parte rostral de la cara, forma la parte rostral del maxilar y de la cavidad nasal; dan alojamiento a los incisivos superiores. Este hueso presenta dos procesos, el nasal que se dirige en dirección caudal y a los lados del cuerpo para formar parte de la pared externa de la cavidad nasal; y el palatino que forma parte del paladar duro junto con proceso palatino del maxilar. La apófisis alveolar es curva y gruesa, presenta tres alveolos para los respectivos dientes, caudal al último se hace delgada y libre para formar parte del espacio interalveolar.^{51, 52}
- ❖ Mandíbula. Comprende dos mitades. Es el hueso más ancho de la cara, aloja a los dientes inferiores y se articula con el hueso temporal. Está formado por un cuerpo y dos ramas verticales anchas que divergen caudalmente.^{51, 52, 53}

El borde dorsal de cada rama, de rostral a caudal, presenta tres alveolos dentarios para los dientes incisivos, un espacio interdentario, seguido de dos alveolos para los caninos y siete para los premolares y molares.^{51, 52}

2.1.3. FUNCIÓN.

El cráneo proporciona un medio de protección al encéfalo y a los órganos sensoriales como la vista, estructuras internas del oído, gusto y estructuras nasales para el olfato. La cabeza tiene que ser amplia para acomodar la mandíbula y dientes necesarios para pastar. La mandíbula se une al cráneo con la articulación temporomandibular, que sirve para la masticación.^{52, 49, 56}

Posee amplias cavidades óseas llenas de aire y revestidas de mucosa, denominadas senos paranasales; estas conectan directa o indirectamente con la cavidad nasal a través de aberturas relativamente pequeñas; tienen como función regular la presión intracraneana. Básicamente existen tres pares de senos: maxilar, frontal y esfenopalatino; el seno maxilar es el más largo y ancho de los tres, está dividido en seno maxilar dorsal y caudal, en su mayor parte aloja las raíces dentarias de los premolares y molares superiores. Las raíces incrustadas de las muelas caudales forman el suelo de estos senos.^{51, 57}

La cabeza y el cuello corresponden aproximadamente al 10% del peso corporal del caballo. El cuello tiene que ser largo para permitir al caballo pastar y el auto acicalamiento. La cabeza y el cuello tiene enormes implicaciones para el movimiento, balance y distribución del peso. Al ajustar la posición de la cabeza y del cuello, el caballo puede modificar su centro de gravedad.⁵⁶

A pesar de que el volumen de la cabeza varía con la raza y el individuo, el incremento en el peso de esta región conlleva a un desplazamiento craneal del centro de gravedad del animal. Cuando la cabeza se coloca muy horizontal, el desequilibrio que se produce en el caballo se intenta compensar mediante la adquisición de una postura llamada “cuello de ciervo”. Por el contrario, si la cabeza se coloca en posición muy vertical, su estabilidad y la del jinete incrementan, pero pierde libertad para su locomoción y disminuyen las posibilidades de velocidad.⁵⁸

2.2. ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR.

La articulación temporomandibular (ATM) es la articulación sinovial de tipo condilar entre los proceso condilar de la mandíbula (superficie articular ventral) y el tubérculo articular del hueso temporal (superficie articular dorsal), su función principal es permitir la masticación.^{59, 60, 61, 62, 63}

Debido a que las superficies articulares son incongruentes, cada ATM posee un disco articular que asegura una unión congruente, esencial para el

movimiento mediolateral de la mandíbula en relación con el maxilar para proveer un efectivo movimiento entre las arcadas dentales para moler el alimento. El disco intra-articular tiene forma de "C" delgada y alargada, es fibrocartilaginoso, con periferia gruesa y centro delgado; divide a la ATM en dorsal y ventral. ^{59, 60, 61, 62, 63}

La cápsula articular es estrecha y reforzada por un ligamento lateral fibroso y un posterior elástico. Los ligamentos (Fig. 28) de la ATM se incorporan a la cápsula articular y estabilizan al disco intraarticular. Los de la cara articular lateral se unen dorsalmente al arco cigomático y proceso retroarticular y ventralmente a la mandíbula. Desde su aspecto caudomedial se proyecta una expansión fibrosa que se extiende entre el proceso rostral articular y el aspecto caudal del cóndilo mandibular. ^{59,60, 63}

El tamaño y forma de los componentes óseos de la ATM se modifican proporcionalmente con el tamaño de la cabeza, sin embargo, los ángulos de estos componentes son constantes. El ángulo de los cóndilos es de 15 ° en dirección vertical (plano dorsolateral a ventromedial) y transversal (plano caudomedial a rostrolateral). La superficie masticatoria oclusal de los molares y la cresta palatina también presentan una angulación de 15°. Estas angulaciones son importantes para mantener una función masticatoria correcta y la formación del bolo alimenticio para la deglución. ^{59, 60, 61}

1. Proceso coronoide de la mandíbula
2. Proceso cigomático del hueso temporal
3. Meato acústico externo
4. Proceso paracondilar
5. Proceso estiloideo
6. Timpanohiideo
7. Estiloideo
8. Ligamento lateral
9. Capsula articular
10. Ligamento caudal
11. Ligamento caudal
12. Disco articular
13. Cóndilo mandibular

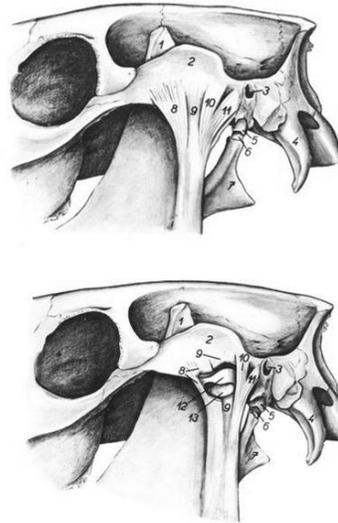


Fig. 28 Articulación temporomandibular. Vista lateral de ATM de equino. Arriba intacta, abajo abierta.

Los movimientos de la ATM son sobre un eje transversal que pasa a través de ambas articulaciones. Los de “bisagra” se presentan en el nivel ventral en una gruesa cápsula; mientras que los laterales y ligeramente protrusivos (hacia delante) se presentan en el nivel dorsal, donde la cavidad de la articulación es más amplia y espaciosa. Cuando la boca está cerrada el cóndilo de la mandíbula se encuentra debajo de la fosa mandibular, cuando la boca se abre (movimiento pasivo como resultado del peso de la mandíbula), hay un ligero deslizamiento rostral del cóndilo. ^{59, 62, 63}

A pesar de que la ATM en el equino permite una abertura limitada de la boca, tiene un rango más amplio de movimientos laterales que permiten que los molares tengan una eficiente trituración del alimento, utilizando un movimiento de lado a lado, que se combina con un movimiento rostrocaudal leve de la ATM, con deslizamiento en dirección rostral y otro en caudal. ⁶²

2.3. DIENTES.

2.3.1. PRINCIPALES CAMBIOS.

Muchos de los cambios en la morfología del cráneo y los dientes de los herbívoros representan una compleja interacción de caracteres relacionados con una alimentación abrasiva. También se encuentran vinculados con el desarrollo y tipo de dientes, hipsodontos (Fig. 29), que alargaron y profundizaron tanto el cráneo como en la mandíbula, originando la forma de cuña característica del cráneo de los équidos.^{6, 48}



Fuente: Hernández, 2013.

Fig. 29 Dientes hipsodontos. Para compensar el desgaste debido a la naturaleza cada vez más abrasiva de los pastos, los équidos desarrollaron dientes de corona larga (hipsodontos).

Un aspecto evolutivo de mayor importancia para la odontología en équidos, fue el desarrollo de la hipsodontia, lo cual significó un alargamiento de la corona del diente anclada a los alvéolos maxilares, mismos que se profundizaron para adaptarse a este desarrollo. De esta manera, los dientes del équido adoptaron un sistema de erupción continua que normalmente se da a una velocidad de 2-3 mm por año, debe coincidir con el ritmo de desgaste de la superficie de oclusión del diente cuando el animal ingiere una dieta de forraje. Los únicos dientes braquidontos que permanecieron en los équidos después de todo el proceso evolutivo son el canino y el primer premolar (diente de lobo), los cuales brotan para ser permanentes antes de la madurez y tienen la longitud y dureza

suficientes para mantenerse durante toda la vida, pues no están expuestos a las fuerzas abrasivas de la dieta. ²⁶

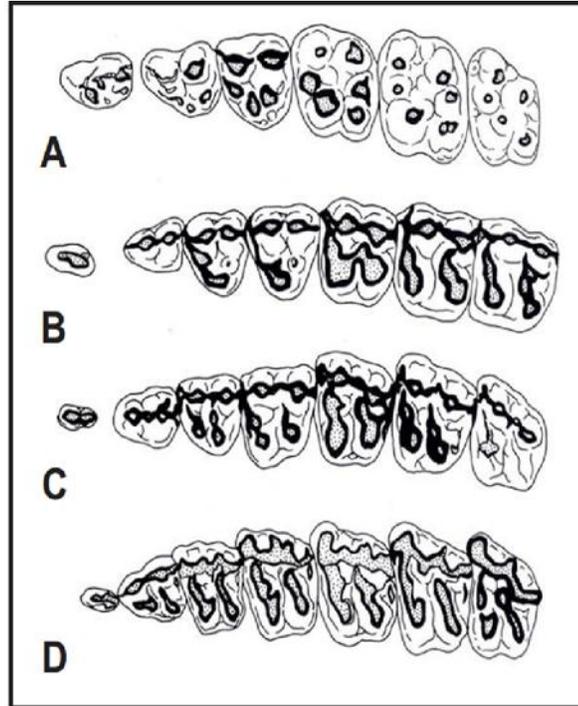
Los équidos primitivos del Eoceno poseían 2 (3 I/i, 1 C/c, 4 P/p y 3 M/m). Durante la evolución el premolar 1 (P1), se hizo pequeño, disminuyó su función, o se perdió por completo, y en *Equus* es rudimentario o ausente. ⁴⁸

La evidencia del registro fósil de plantas muestra que las praderas se convirtieron en un bioma dominante en América del Norte durante el Cenozoico medio, poco después los caballos explotaron este nuevo recurso alimenticio y se convirtieron en pastadores. La máxima diversidad de los caballos se produjo durante el Mioceno medio, cuando una docena de géneros coexistieron en algunas localidades de América del Norte. ⁴⁸

Básicamente, la dentadura tipo braquidonto prevaleció durante la primera mitad de la evolución de los équidos (55 a 20 mda atrás). Los animales entonces evolucionaron a una dentadura adaptada para pastoreo, con premolares y molares de corona comparativamente más larga (hipsodontos). Sin embargo, la correlación directa entre dientes de corona larga y caballos pastoreadores no es absoluta. Dependiendo de la disponibilidad de recursos alimenticios y las especies compitiendo por el recurso, el *Equus* en algunas ocasiones tuvo, y ha tenido, que ser un consumidor mixto, incorporando algo de follaje de arbustos a su dieta. Los équidos también aumentaron la eficiencia de su masticación mediante un proceso a través del cual los premolares adoptaron características similares a los molares, proceso que se describe como “molarización” de premolares. ⁴⁸

Phenacodus poseían incisivos pequeños prognatas subcónicos, caninos robustos cónicos, y premolares anteriores estrechos triangulares, adecuados para cortar carne o fruta (Fig. 30). Los premolares posteriores y los molares de la mandíbula superior tenían amplias cúspides cónicas separadas, adecuadas para la trituración de carnes, insectos, frutas o vegetales. Los molares inferiores eran más estrechos que los superiores, pero se acoplaban al cerrar la boca; los dientes trabajaban mejor cuando la mandíbula simplemente se abrían y cerraban, sin

embargo, los movimientos de frente-atrás y lado-a-lado también eran posibles. Los dientes, de los incisivos a los molares, estaban en una fila uniforme por lo que el diastema no estaba presente.⁶



Fuente: Bennett, 1992

Fig. 30 Molares superiores izquierdos de équidos condilartros y ramoneadores. Vista oclusal. Todos de tamaño similar para facilitar su comparación. Las zonas de color negro muestran las áreas de esmalte expuestas a desgaste. Lo punteado representa la dentina. A) *Phenacodus*. B) *Hyracotherium*. C) *Orohippus*. D) *Epihippus*. Observe las estructuras bunodontas y braquidontas, así como la ausencia de conexión entre metalofo y ectolofo.

La dentición del *Hyracotherium* indica un cambio de dieta insectívora o carnívora a una herbívora especializada. Las hojas son más duras y fibrosas que la carne o fruta, lo que originó en los équidos dientes estructurados para morder, cortar y triturar eficientemente. Los perisodáctilos, arrancan el alimento con los labios o lo cortan con los incisivos, y la comida dentro de la boca es manipulada con la lengua. La lengua se mueve alrededor de la comida ayudando a orientar las fibras paralelamente, después, coloca la comida a lo largo de las muelas, donde la masticación lado-a-lado actúa para cortar y triturar el forraje.⁶

Los incisivos del *Hyracotherium*, especialmente los inferiores, eran más grandes y resistentes que los del *Phenacodus*. Estaban alineados formando una

hilera que terminaba en un extremo plano para morder. El canino inferior del *Hyracotherium* era pequeño y se apoyaba en los incisivos. Esto y la estrecha unión de los incisivos originaron un largo diastema en la mandíbula, entre el canino y el primer premolar; en el maxilar, se formaron dos diastemas cortos, uno entre el último incisivo y el canino, y otro entre el canino y el primer premolar.⁶

El canino inferior en los ramoneadores primitivos funcionaba como un incisivo extra. El primer premolar era alargado y cónico. En el *Hyracotherium*, *Orohippus* y *Haplohippus* este diente era semejante al canino, excepto que tenía dos raíces. En estos géneros el primer premolar superior también era caniniforme. En el *Epihippus*, el primer premolar se redujo en tamaño y tenía una sola raíz. Esta simplificación del primer premolar se alcanzó antes del final del Eoceno y persistió durante toda la evolución de la familia Equidae; en équidos pastoreadores este diente a menudo reduce su tamaño (diente de lobo).⁶

Los premolares dos y tres y los tres molares de cada cuadrante formaron una hilera de modo que las cúspides de cada uno estaban más alineadas, permitiendo la eficiente masticación de lado-a-lado. Las tres cúspides exteriores de cada diente superior están unidas por crestas de esmalte que forman el margen exterior de cada molar en un filo llamada ectolofo.⁶

En los ramoneadores, el incisivo superior adquirió una segunda banda parcial interna de esmalte que lo hizo más durable. El espacio entre las bandas de esmalte se llenó con dentina. Los premolares gradualmente se hicieron “cuadrados” o “molarizaron”. Esto se logró a través de la ampliación de las cúspides, protocono e hypocono (Fig. 31), en cada una de las muelas superiores.⁶

Los premolares del *Hyracotherium* eran primitivos en su estructura, los dos primeros premolares estaban formados como hojas estrechas cortantes, como en los carnívoros. La superficie oclusal de los últimos premolares tenía forma más o menos triangular, mientras que los molares eran relativamente cuadrados y con una de superficie mayor para la trituración. Durante el Eoceno y el Oligoceno, los caballos fósiles en América del Norte se caracterizaron por la progresiva

'molarización' de los premolares (Fig. 32), lo que resultó en un conjunto dental funcional que consta de seis dientes principales (de PM 2/pm2 a M3/ m3) para la masticación de los productos alimenticios. Las muelas del *Hyracotherium* y de otros caballos primitivos eran de coronas cortas (braquiodontos). Estudios de la estructura dental y patrones de desgaste sugieren que estos primeros caballos eran ramoneadores, probablemente se alimentaron de vegetación frondosa y cubierta vegetal (por ejemplo, helechos) de los antiguos bosques.⁴⁸

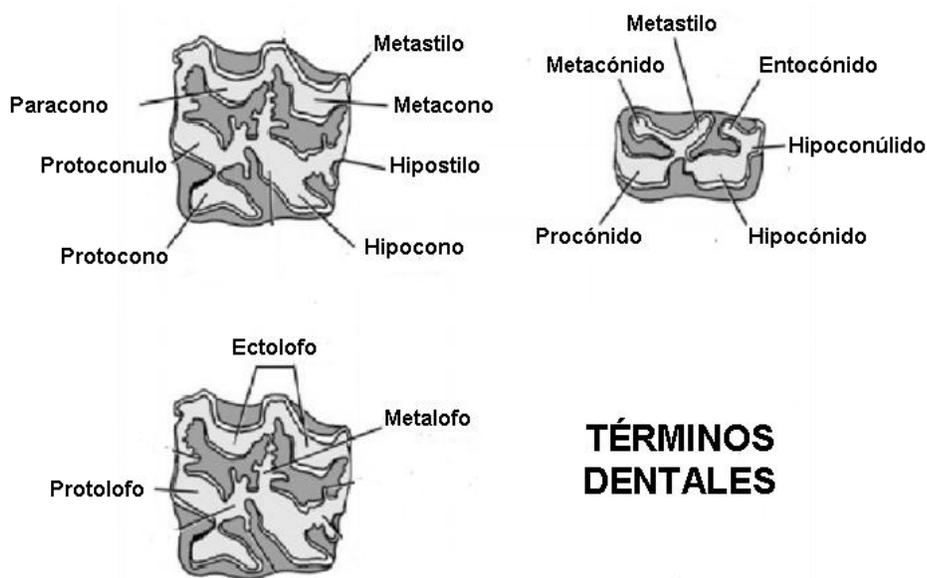
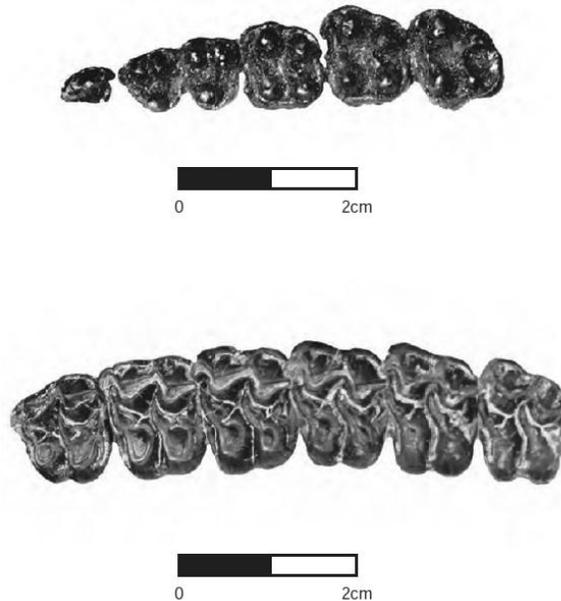


Fig. 31 Términos dentales. Superficie oclusal

El segundo premolar del *Orohippus* era subtriangular. En el *Epihippus* el segundo premolar era casi cuadrado, y el tercero y cuarto premolares estaban molarizados. En el *Mesohippus* todos los premolares estaban molarizados, excepto el primero, que durante toda la evolución permaneció como un diente unicúspide. En el *Hyracotherium* tres pequeñas cúspides estaban presentes en el margen exterior de los molares superiores que alternaron con el paracono y el metacono. En el *Orohippus* estas cúspides eran un poco largas, pero en el *Epihippus* eran altas y muy aplanadas, formando bordes. Estos bordes hicieron el ectolofa en forma de "W", replegando más esmalte dentro de la misma pequeña

área. El ramoneador *Miohippus* fue el primer équido en establecer una conexión entre el ectolofo y el metalofo. ⁶

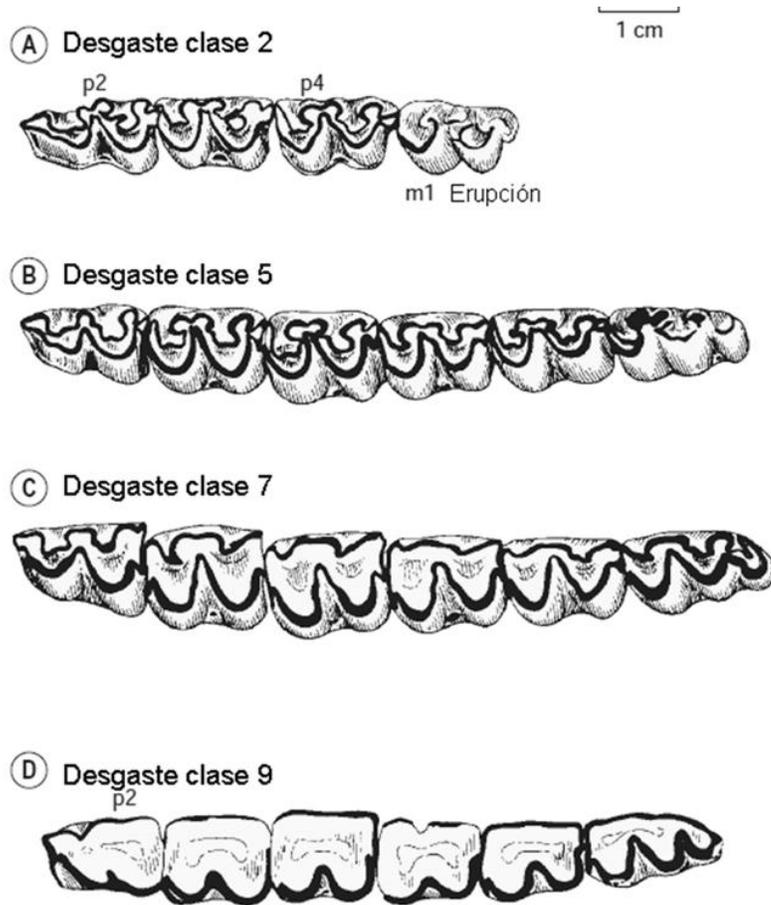


Fuente: MacFadden, 2010

Fig. 32 Premolares y molares superiores, excepto P1, de *Hyracotherium* (arriba), Eoceno y *Mesohippus* (abajo), Oligoceno. Note la relativa forma triangular de los premolares (P2-P4) en *Hyracotherium*; estos son más cuadrados o “molarizados” en *Mesohippus*.

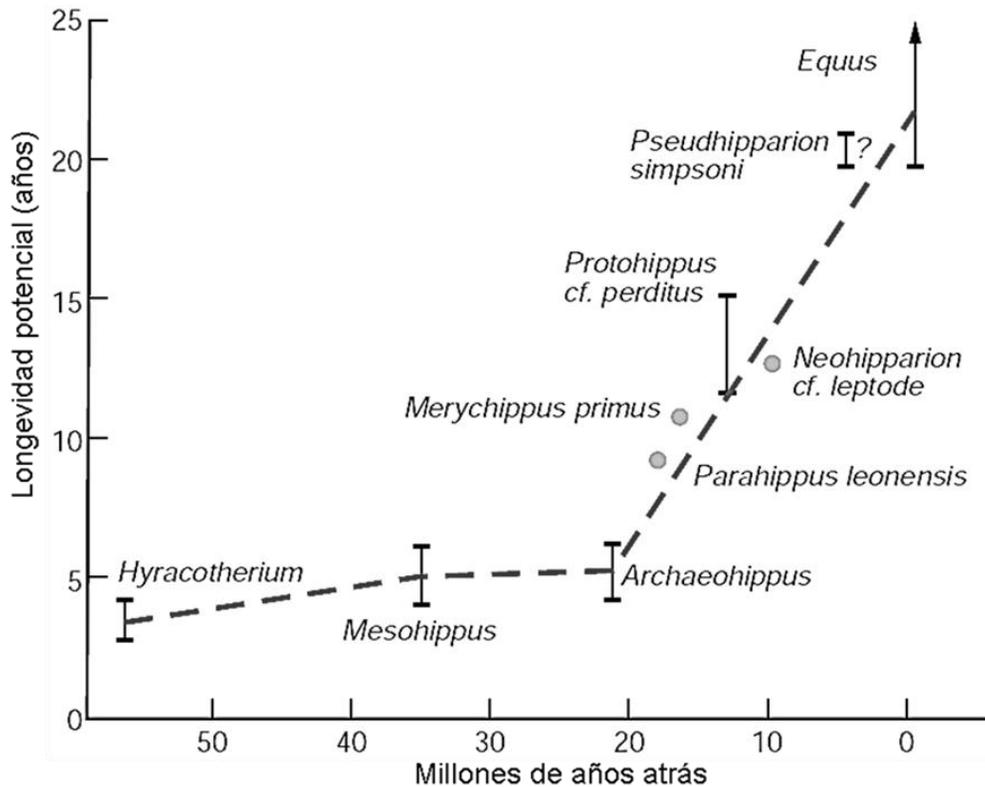
Al igual que en los caballos modernos, en los individuos de las especies fósiles pueden calcularse su edad por el desgaste relativo de los dientes (Fig. 33). Al calcular la edad de los caballos fósiles por la cantidad de desgaste en sus dientes, podemos ver que el potencial de longevidad de los individuos ha evolucionado desde el Eoceno (Fig. 34). Los équidos del Eoceno y Oligoceno muestran una longevidad máxima de 4-5 años por individuo basado en el análisis del desgaste dental de la población del *Hyracotherium* y el *Mesohippus*. A partir de hace unos 20 mda durante el Mioceno, los análisis indican un aumento en la longevidad de 5-15 años dependiendo del taxón, y posteriormente hasta de 20-25 años por individuo durante el Plioceno y el Pleistoceno, como también se ha informado en poblaciones silvestres de *Equus*. Como la longevidad se correlaciona en general con el tamaño del cuerpo adulto de los mamíferos modernos, no es de extrañar que la longevidad en los caballos fósiles aumentara

durante los últimos 20 mda, ya que también hubo un incremento espectacular en el tamaño corporal.⁴⁸



Fuente: MacFadden, 2010

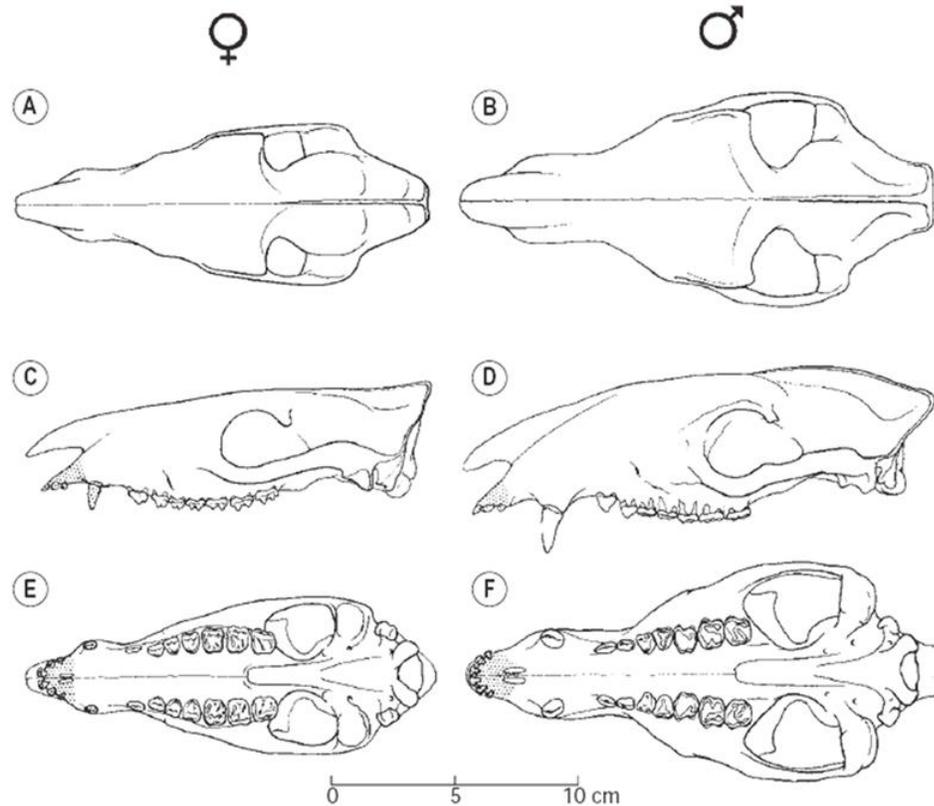
Fig. 33 Desgaste dental progresivo de molares inferiores de équido tridáctilo (*Parahippus leonensis*) de aproximadamente 18 mda de antigüedad. Las diferentes etapas de desgaste representan individuos de la misma población que murieron a diferentes edades. A) Probablemente perteneció a un individuo de aproximadamente 2 años de edad. D) Probablemente tenía entre 9 y 10 años de edad cuando murió. El patrón de esmalte de la superficie oclusal se indica en negro. La pulpa está expuesta en el centro de cada uno de los dientes (D)



Fuente: MacFadden, 2010

Fig. 34 Evolución de longevidad potencial individual en determinadas especies de équidos fósiles, basada en el análisis de dinámica poblacional de muestras bien conservadas.

Generalmente en los équidos machos los caninos son más grandes y relativamente más robustos que en las hembras. Esta característica de dimorfismo sexual fue mucho menos distintiva en los équidos fósiles. Los machos tenían en promedio colmillos 15% más grandes y notablemente más robustos en relación con los de las hembras (Fig. 35). Aparentemente, el canino superior de los machos de *Hyracotherium* y *Orohippus* era un poco más pequeño que en los de *Phenacodus*, pero era más delgado y aplanado de los lados. Los caninos superiores de los solitarios machos ramoneadores eran grandes y afilados, lo que sugiere feroces y sangrientas luchas entre los machos por compañeras, así como la ausencia de la adaptación social de pastoreo.^{6, 48}



Fuente: MacFadden, 2010

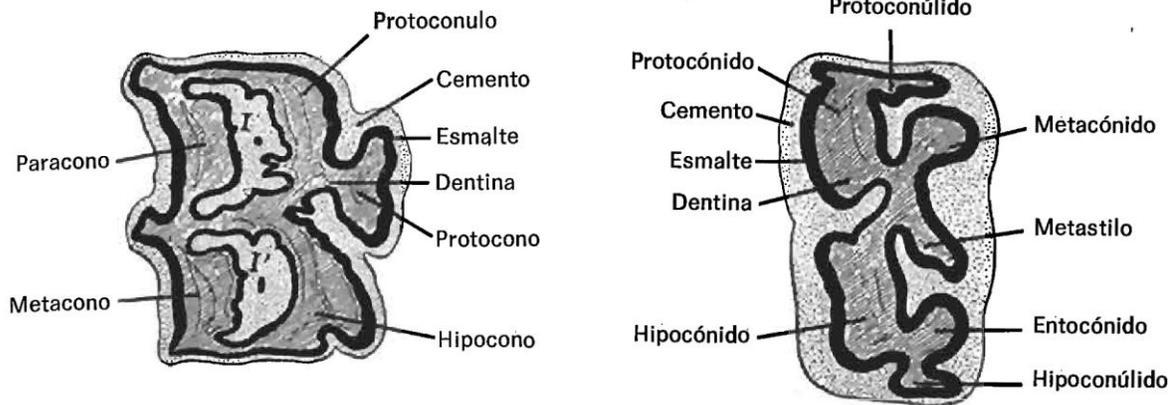
Fig. 35 *Hyracotherium tapirinum*. Vista dorsal, lateral izquierda y ventral de hembra (A, C, E) y macho (B, D, F) de *Hyracotherium tapirinum* de 53 millones de años. Observe el cráneo y canino más grande en el macho.

Los dientes de los caballos primitivos poseían tres tejidos dentarios primarios: pulpa, dentina y esmalte. El desarrollo de la composición de cada uno de los tejidos dentales fue muy conservador, es decir, hubo poca variación en los mamíferos, incluyendo los équidos. La pulpa es un tejido relativamente blando localizado en el centro del diente, compuesto de colágeno, tejido conjuntivo, y fibras de reticulina, normalmente no está expuesto en la superficie oclusal a menos que el diente esté muy desgastado. El esmalte y la dentina se componen de un elemento inorgánico, hidroxapatita mineral (componente principal de los huesos de vertebrados). El esmalte tiene más de 95% de hidroxapatita, mientras que la dentina tiene aproximadamente el 75% de minerales, la porción restante

consiste en compuestos orgánicos, sobre todo colágeno. Cambios en la dieta, en el clima y en los elementos disponibles en el entorno animal, dan como resultado variaciones menores en las sustancias químicas de los dientes fósiles. En los caballos hipsodontos se produjo un repliegue en el esmalte, lo que derivó en una superficie dental más durable. El cemento, tejido dental externo, apareció por primera vez durante el Mioceno en una especie avanzada de *Parahippus*. El cemento se ve en numerosos grupos de mamíferos herbívoros y su función es proporcionar una superficie oclusal adicional para la masticación de los alimentos abrasivos, principalmente hierbas.⁴⁸

Una característica de la dentición de los équidos pastadores eran las bandas paralelas de esmalte con dentina intermedia que alternaban con cemento. Estas características se observan tanto en los molares como en los incisivos.⁶

La fórmula dental de los équidos actuales es $2(I\ 3/3\ C\ 1/1\ PM\ 3\ 4/3\ M\ 3/3) = 40$ o 42 . En la yegua, los dientes caninos usualmente son muy pequeños o no aparecen, lo que reduce a 36 ó 38 el número de piezas dentales. El P1 es de tamaño reducido y raras veces erupciona. Cada diente incisivo presenta una superficie masticatoria u oclusal, una depresión profunda o infundíbulo, revestido de esmalte y cemento. A medida que el diente se desgasta, hay un anillo central de esmalte, el cual se presenta desde el *Parahippus*. La cavidad se hace oscura debido al depósito de alimento y se denomina, normalmente, copa o marca; esto también se observa en el *Prohippus*. Los dientes premolares y molares de cada cuadrante son muy similares; son grandes, prismáticos de forma cuadrilátera, excepto el primero y el último de la serie, que presentan tres lados. Las cúspides bucales de los molares superiores se denominan paraconos y metaconos y las cúspides linguales protoconulos, protoconos e hipoconos (Fig. 36).^{6, 52}



Fuente: Getty, 1982

Fig. 36 Cúspides bucales de los molares. *Sección transversa de una muela superior (izquierda) e inferior (derecha) del caballo. Superficie bucal lateral a la izquierda. I infundíbulo rostral; I' infundíbulo caudal.*

2.3.2. ANATOMÍA ACTUAL.

Los dientes de los caballos están diseñados para hacer frente a una dieta de hierba, tallos y hojas duras. Para compensar el continuo desgaste que ocurre en las superficies trituradoras (superficie oclusal), el diente equino posee una larga corona, que emerge gradualmente para compensar esta pérdida; la mayoría de ella se aloja dentro de un alveolo. La mandíbula y el maxilar de los caballos debían ser largos y profundos para albergar dientes de coronas largas; lo que originó la forma característica de la cabeza equina.⁴⁹

Los mamíferos adultos poseen cuatro tipos de dientes: incisivos (I), caninos (C), premolares (PM) y molares (M), en orden rostro-caudal. Los incisivos están incrustados en el hueso incisivo; los dientes del hueso maxilar son los caninos. En los caballos, los tres premolares principales evolucionaron para tener una morfología más compleja y parecida a los molares (molarización de premolares) para facilitar la trituración de los alimentos. Los premolares 2 -4 y los tres molares pueden denominarse colectivamente como molares. Cada tipo de diente tiene características morfológicas y funciones específicas.⁶²

a) Términos dentales:

- Superficie masticatoria u oclusal es el área de los dientes que entra en contacto con el diente opuesto⁶²
- Corona es la parte del diente cubierta por esmalte, es decir, es el segmento del diente que brota.⁶²
- La corona de reserva, la porción del diente que no ha brotado, puede subdividirse en corona alveolar (la parte situada dentro del alveolo) y corona gingival (fracción que salió del alveolo, pero que permanece subgingival).⁶²

Los dientes están alojados en alveolos, localizados en los bordes ventral del maxilar e incisivo, y dorsal del mandibular. Los alveolos para las muelas son individuales y están completamente separados por un septo interalveolar. El borde ventral de la rama horizontal de la mandíbula es amplio y redondeado, ya que en él se alojan las largas coronas de reserva de las muelas, en animales adultos esta rama se adelgaza.⁶²

b) Estructuras dentales.

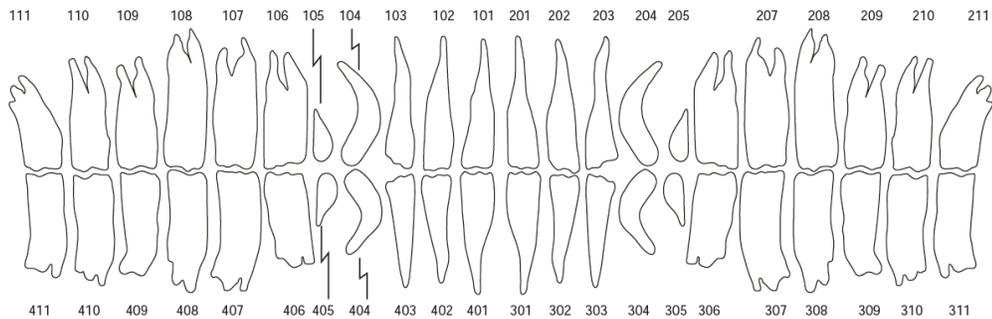
- Esmalte. Es la capa externa del diente y es la sustancia más dura del cuerpo; posee un alto contenido de minerales (96 -98 %), es translúcido y adquiere el color de la dentina; posee elementos orgánicos limitados como la queratina. Parece que el esmalte pudo haber evolucionado para volverse más delgado o grueso en algunas regiones del diente en respuesta al nivel de fuerza masticatoria localizada. Sin embargo, el espesor del esmalte permanece constante a lo largo del diente, incluso cuando el animal envejece.⁶²
- Dentina. Compone la mayor parte del diente. Tejido color crema, calcificado compuesta de aproximadamente 70% de minerales (principalmente cristales de hidroxiapatita) y 30 % componentes orgánicos (fibras de colágeno y mucopolisacáridos) y agua; las propiedades mecánicas de la dentina son de resistencia y compresión.⁶²
- Pulpa. Es la capa más profunda del diente, formada de un tejido suave, localizado dentro de lo que se denomina cavidad pulpar; contiene tejido

conectivo, como fibroblastos, fibras delgadas de colágeno, redes finas de reticulina, células de tejido conectivo, vascularización extensa, vasos linfáticos y nervios. En los dientes maduros, la pulpa se continúa con el tejido conectivo periodontal del foramen apical.⁶²

- **Cemento.** Tejido de color blanco o crema, calcificado con características mecánicas e histológicas similares al hueso; contiene casi el 65% de componentes inorgánicos (principalmente cristales de hidroxiapatita) y 35% componentes orgánicos y agua.⁶²

c) Sistema Triadan.

- Es un sistema de nomenclatura dental que utiliza tres dígitos para identificar cada diente, numerando cuatro cuadrantes en sentido de las manecillas del reloj. La secuencia de numeración es superior derecho 1, superior izquierdo 2, inferior izquierdo 3 e inferior derecho 4; en cada cuadrante el primer incisivo es el 01, los incisivos se numeran del 01 al 03, los caninos presentes o no están en la posición 04, los premolares del 05 al 08 y los molares del 09 al 11. (Fig. 37)⁶²



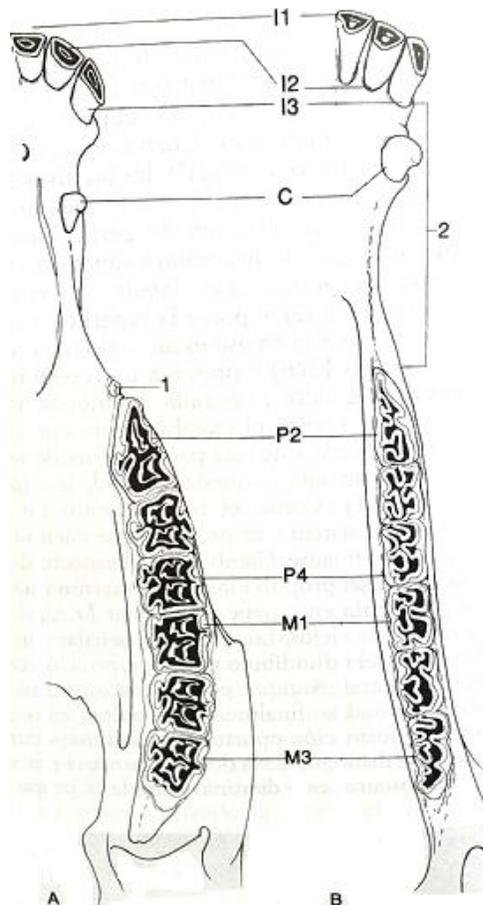
Fuente: Padraic, 2010

Fig. 37 Clasificación dental equina Triadan.

Dientes incisivos. Son seis en cada arcada. Los dientes superiores están insertados en el hueso premaxilar (incisivo), y los inferiores en la parte rostral de la mandíbula. El diente incisivo es convexo de lado labial y cóncavo de lado lingual y en forma de cono desde la superficie oclusal hasta el ápice. Cada uno presenta, en su superficie oclusal o masticatoria, una depresión profunda o infundíbulo,

revestido de esmalte y cemento. A medida que se desgasta, hay un anillo central de esmalte, además del esmalte periférico. La cavidad se oscurece debido al depósito de alimento, normalmente se denomina “copa” o “marca”. A medida que el diente se desgasta, la cavidad pulposa, cerrada por el depósito de dentina secundaria, aparece sobre la superficie oclusal en lo que se denomina estrella dentaria, modificando esta superficie. Cada diente adelgaza uniformemente desde la corona a su vértice.^{62, 52}

Fórmulas dentales. Dientes deciduos= $2(Di\ 3/3, Dc\ 0/0, Dm\ 3/3) = 24$ dientes; dientes permanentes= $2(I\ 3/3, C\ 1/1\ o\ 0/0, PM\ 3/3\ o\ 4/4, M\ 3/3) = 36 - 44$ dientes (Fig. 38).^{62, 63}



Fuente: Dyce, 2009

Fig. 38 Dientes permanentes del caballo. A) Superior. B) Inferior. 1) Diente de lobo (P1). 2) Diastema.

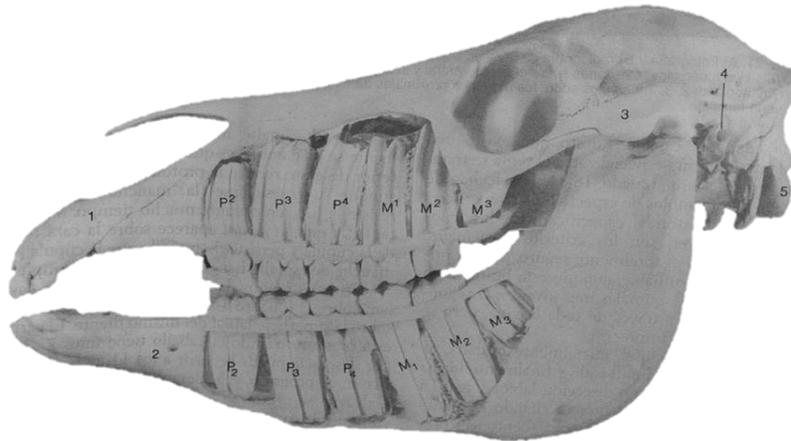
Los incisivos superiores son más convexos y algo más anchos que los inferiores. El último incisivo superior es ligeramente más ancho que los otros; su borde lateral no conecta con el inferior. La corona está cubierta por la encía. El extremo apical del diente, que está abierto al principio, se cierra gradualmente por la adición de dentina y cemento, excepto en un pequeño foramen que da paso al nervio y los vasos.⁵²

Dientes Caninos. Usualmente son rudimentarios o ausentes en la yegua. Los superiores dividen el espacio interdental en dos partes desiguales, mientras que los inferiores se localizan muy cerca del último incisivo. El canino inferior es rostral al superior cuando la boca está cerrada y el contacto entre ellos es raro. Es un diente simple, relativamente pequeño, sin infundíbulo. Puede desgastarse por el contacto con los alimentos y por la acción de morder. Son similares en forma, están curvados y situados en los alveolos, de manera que la concavidad se dirige en sentido caudal. La corona expuesta es comprimida, convexa y lisa en su parte lateral y, en general, cóncava medialmente. Los bordes en los dientes sin desgaste son agudos.⁵²

Premolares y Molares. (Fig. 39) Son dientes grandes, prismáticos de forma cuadrilátera, excepto el primero y el último de la serie, que presenta tres lados. En cada diente, están presentes dos infundíbulos muy profundos. Gran parte de la corona está dentro del alveolo, pero a medida que se desgastan surge una corona funcional de 2cm (depende del grosor de la encía). Las superficies oclusales de los dientes son molariformes y presentan configuración lofodóntica.⁵²

El primer premolar (diente de "lobo") a menudo no se desarrolla y cuando está presente es vestigial. Aunque no es significativamente funcional, tiene un valor potencial de molestia. Los premolares restantes (P2-P4) forman una línea continua con los molares.⁵²

El desgaste es de aproximadamente de 2 a 3 mm cada año.⁶³



Fuente: Getty, 1982

Fig. 39 Premolares y molares expuestos de un caballo. M3 aún no ha hecho erupción. 1) Hueso incisivo. 2) Agujero mentoneano. 3) Arco cigomático 4) Meato acústico externo 5) Cóndilo occipital

2.3.3. FUNCIÓN.

La cabeza del caballo evolucionó para ser relativamente grande, en relación con el resto del cuerpo del animal, esto se debió a cambios en los hábitos de alimentación. El caballo necesitaba dientes largos, para triturar hierbas, y en consecuencia un maxilar amplio para acomodarlos. Los dientes están colocados en alveolos de los huesos mandibular y maxilar. ⁴⁹

Los dientes incisivos están especializados para prensar y cortar el alimento, y los caninos son para la defensa y ataque (en carnívoros para capturar una presa). Los molares equinos funcionan como molinos para la masticación. ⁶²

Los cambios en la apariencia de la superficie oclusal, así como la erupción de cada diente, deciduo o permanente, proporcionan información que puede usarse para estimar la edad (Tabla 2) de los individuos. La exposición de la pulpa por el desgaste se impide por la formación de dentina secundaria, que proporciona la característica conocida como “estrella dental”. ⁶³

Para favorecer el proceso de trituración, el maxilar es más ancho que la mandíbula (anisognatismo) y las superficies dentales constan de pliegues complejos de esmalte. La acción de masticar de lado-a-lado hace que un diente se deslice sobre otro, sin involucrar en su totalidad la superficie oclusal de los mismos. Mientras la parte interna de los molares superiores se desgasta, la parte externa no se gasta lo suficiente, dejando bordes afilados que pueden dañar los carrillos del caballo; los bordes externos de los dientes inferiores se desgastan, pero los bordes internos pueden llegar a tener filos y lacerar la lengua. La situación se agrava cuando el caballo es alimentado con forrajes de poca fibra y grandes cantidades de concentrado de fácil masticación. Los dientes del caballo deben revisarse dos veces al año por un dentista veterinario, y si es necesario limar para remover los bordes afilados. ⁴⁹

Tabla 2 Estimación de edad.

		MUDA		ENRASE		
		Deciduos	Permanentes	Deciduos	Permanentes	
					Inferiores	superiores
INCISIVOS	Pinzas	0-3 s	2 ½ a	1 a	6 a	9 a
	Medios	4-6 s	3 ½ a	1 ½ a	7 a	10 a
	Extremos	6-9 m	4 ½ a	2 a	8 a	11-12 a
CANINOS			4-5 a			
PREMOLARES	1		5-6 m			
	2	0-2s	2 ½ a			
	3	0-2s	3 a			
	4	0-2s	4 a			
MOLARES	1		9-12 m			
	2		2 a			
	3		3 ½ a			

Extremos superiores Gavilán 7a y 11-12 a
 Surco de Galvayne 10-20 a

Fuente: Muylle, 2010; Cardona 2010; Official guide for determining the age of the horse

2.4. MASTICACIÓN.

2.4.1. Aparato estomatognático.

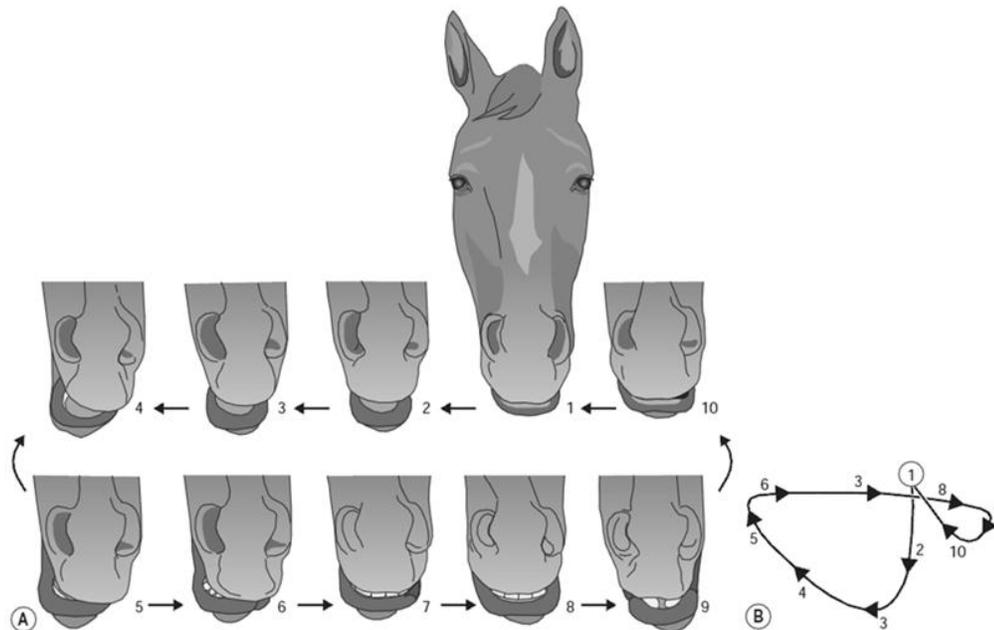
Una causa común de anomalías en la masticación y sus consecuencias en el estado nutricional y salud digestiva de los équidos, es el desarrollo de condiciones que llevan a una inadecuada oclusión dental, desequilibrios del aparato masticatorio y desarrollo de anomalías dentales, producto de alteraciones en los procesos de erupción, muda y desgaste de las piezas; promovido en gran parte por prácticas propias de la domesticación, pues no se reportan este tipo de anomalías en cráneos de fósiles equinos y caballos salvajes.²⁶

El aparato masticatorio tiene componentes del sistema músculo-esquelético y nervioso, con estructuras óseas, musculares, conectivas, nerviosas, vasculares, linfáticas y glandulares que integran un complejo actualmente referido como sistema estomatognático, cuya función principal es triturar y deglutir el alimento, pero también contribuye a la estabilidad de la cabeza y el equilibrio corporal.^{26, 65}

Entre las adaptaciones que se dieron en el aparato estomatognático de los équidos destacan cambios morfo funcionales en estructuras y complejos anatómicos tales como las articulaciones temporo-mandibular, atlanto-occipital y atlanto-axial, los huesos maxilar y mandíbula, los tejidos blandos de paladar y lengua, además de los dientes en los que destaca la distribución del esmalte en la superficie de oclusión, la “molarización” de los premolares y el crecimiento continuo de la corona para compensar el desgaste.²⁶

La masticación es un proceso mecánico por el cual, el alimento se reduce a un tamaño favoreciendo la exposición de las moléculas a las enzimas digestivas y a la actividad microbiana en el ciego-colon. Este proceso se basa en la repetición cíclica de un movimiento (Fig. 40) que resulta de la contracción rítmica controlada de todos los grupos musculares (músculos de la masticación) (tabla 3) asociados con la apertura y el cierre de la boca.^{26, 59}

Estos músculos de la masticación están inervados por el V par craneal, mientras que los músculos de las mejillas y los labios por el VII par craneal. Estos últimos controlan los movimientos de los labios, la elevación y la retracción.⁵⁹



Fuente: Carmalt, 2010

Fig. 40 Ciclo masticatorio. A) Ciclo masticatorio en el caballo. B) Diagrama que ejemplifica el movimiento mandibular durante la masticación. Los puntos 1-4 representan el golpe de apertura, incluye movimiento rostral de la mandíbula. Los puntos 5-6 representan el golpe de cierre y los puntos 7-10 el golpe de potencia. Este análisis del ciclo masticatorio sugiere la presencia de un cuarto golpe "golpe de recuperación". Durante el golpe de apertura, la mandíbula se desplaza (lateralmente) hasta que ocurre la oclusión de las muelas, en cuyo punto se requiere más desplazamiento, se hace necesaria la separación de los incisivos.

En contraste a los carnívoros que tienen una mordida de potencia vertical, los caballos poseen una mordida de potencia transversa en dirección lingual (medial), en consecuencia, los músculos maseteros y pterigoides medial son los más desarrollados para la masticación. El músculo masetero se origina a lo largo de la cresta facial y del arco cigomático y tiene inserciones en el área caudo-lateral de la mandíbula. El músculo pterigoides medial y lateral descansa en la cara medial de la mandíbula, tiene características similares al masetero y puede mover

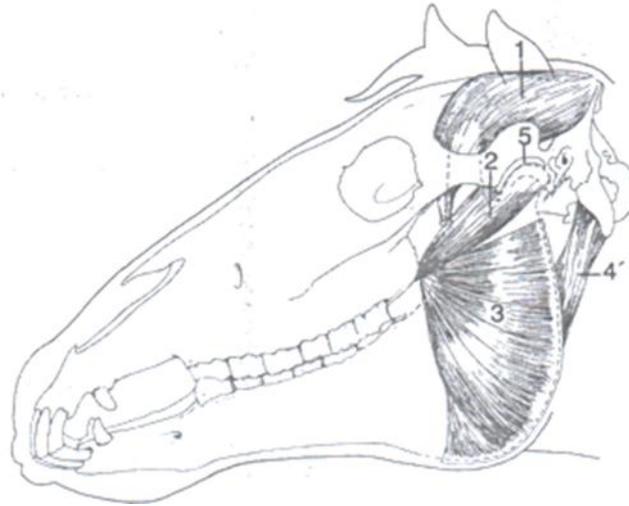
la mandíbula lateralmente casi continuamente con una gran fuerza. El músculo digástrico, que une el hueso occipital con la parte caudal de la mandíbula abre la boca; este músculo es pequeño, ya que el esfuerzo mecánico es asistido por un proceso de gravedad. La extremidad articular está formada por el cóndilo y el proceso coronoides.^{63, 66}

Tabla 3 Músculos de la masticación

Músculo	Origen	Inserción	Función
Masetero	Cresta facial y arco cigomático	Cara lateral de la rama mandibular	Movimiento lateral y de rotación de la mandíbula Eleva la mandíbula para cerrar la boca
Pterigoideo medio	Hueso esfenoides y palatino	Cara medial del ángulo de la mandíbula	Movimiento lateral y elevación de la mandíbula para cerrar la boca
Pterigoideo lateral	Hueso esfenoides	Borde anterior del cóndilo de la mandíbula y disco articular	Pronación, lateralización de la mandíbula Deprime la mandíbula para abrir la boca
Temporal	Fosa del temporal	Apófisis coronoides de la mandíbula	Elevar la mandíbula para cerrar la boca. Actúa con el masetero y pterigoideo medio
Occipito-mandibular	Proceso yugular del occipital	Rama de la mandíbula	Apertura de la boca
Digástrico	Proceso yugular del occipital	Rama de la mandíbula	Deprimir la mandíbula para abrir la boca Retracción de la mandíbula
Estilogloso	Estilohioideo	Punta de la lengua	Retracción de la lengua
Geniogloso	Superficie medial de la mandíbula	Superficie anterior del hioides	Hace la lengua hacia adelante
Milohioideo	Superficie medial del borde alveolar de la mandíbula	Rafe fibroso medio Hueso hioides	Sustentar y eleva la lengua durante la masticación
Estilohioideo	Parte caudal del hioides	Parte rostral del hioides	Elevar la lengua y llevarla dorsal y caudalmente
Occipito-hioideo	Proceso yugular occipital	Hueso hioides	Retrae la lengua

Fuente: Kuryszko, 2004; Dyce, 2009; Getty, 1982; Cuellar, 2001

Los músculos de la masticación (Fig. 41) están muy desarrollados. El masetero y los músculos pterigoideos (medial y lateral) del lado contrario actúan juntos para producir los desplazamientos horizontales que permiten el movimiento principal de trituración.⁶³



Fuente: Dyce, 2009

Fig. 41 Músculos masticatorios. Se han expuesto los músculos masticatorios profundos del lado izquierdo. 1) Temporal. 2) Pterigoideo lateral. 3) Superficie lateral del pterigoideo medio. 4) Digástrico, occipitomandibular. 5) Articulación temporo mandibular (ATM) izquierda.

La masa muscular desproporcionada entre los elevadores y los depresores de la mandíbula se entiende al estudiar la naturaleza de los movimientos de la misma durante la alimentación. Las mandíbulas se cierran contra la resistencia, mientras que la apertura es un movimiento libre sinergizado por la gravedad. La trituración de alimento se lleva a cabo durante el cierre de la mandíbula y requiere de fuerzas que superan los requisitos de elevar solamente la masa de las estructuras mandibulares. Los músculos de la mandíbula tienen tasas de contracción más rápida que la mayoría de los músculos estriados.⁵⁹

El ciclo masticatorio de los equinos es similar al general de los mamíferos herbívoros, consistente de tres fases: 0) golpe de apertura, C) golpe de cierre y P) golpe de poder o deslizamiento, Dichos movimientos son de rotación y translación de la mandíbula en dirección rostrocaudal, dorsoventral y lateromedial. La presión de mayor magnitud se aplica primero en un lado y a medida que las superficies se deslizan entre sí, se transfiere al otro lado. Entre un ciclo y otro, se da la selección y cosecha de forraje con los labios y dientes incisivos, momento durante el cual los incisivos hacen oclusión perfecta sin que alguno haga contacto con cualquier

tejido blando de la cavidad oral, a menos que el animal tenga un defecto de conformación.^{26, 60, 66}

Durante la fase de apertura (Fig. 42) la mandíbula ejecuta un movimiento de bisagra hacia abajo (rotación en el eje dorsoventral) combinado con un movimiento rotatorio en el eje rostrocaudal que implica que las arcadas dentarias superior e inferior del lado que mastica se separen. Al mismo tiempo se produce un movimiento de traslación en el eje lateromedial que hace que la mandíbula se mueva hacia el lado contrario de la masticación. La fase de cierre conlleva una oscilación de la mandíbula hacia el lado de la masticación en dirección rostradorsal y lateral que permite la aposición de la arcada superior e inferior, para finalmente provocar un marcado deslizamiento de la arcada inferior sobre la superior en dirección dorsomedial y así triturar el alimento.⁶⁰



Fuente: Carmalt, 2010

Fig. 42 Fases de apertura en la masticación. A) Diagrama de los dientes de equino, durante el ciclo de apertura de la masticación. En este punto de vista, el movimiento mandibular es a la izquierda del lector y es detenido en el punto de contacto molar. Posteriormente se desplaza lateralmente y la separación de los incisivos ocurre. (B) El movimiento lateral es completado. Las muelas están en oclusión máxima, y los incisivos están separados.

Durante la alimentación, el caballo utiliza sus labios superiores e inferiores como instrumentos para seleccionar, “evaluar” y empujar el alimento dentro de la boca entre los dientes incisivos. Los golpes de desplazamiento cortos seccionan o capturan el material alimenticio. Este proceso continúa hasta que la presión rostral

de la boca queda ocupada con el alimento y se inicia el molido del alimento por acción de las muelas.⁶⁶

Los molares inician la trituración (“molido hasta polvo”) picando en trocitos y machacado el alimento mediante la fase de potencia. Una vez que la cavidad oral interdental (COID) está ocupada con una masa considerable, la función labial e incisiva se limita y tiene lugar el verdadero “deslizamiento” de la arcada que determina la fragmentación incompleta de los materiales alimenticios. Al mismo tiempo se produce un movimiento rostral de un lado de la mandíbula inferior durante el ciclo masticatorio gracias a la configuración de la articulación temporomandibular y la contracción y relajación de los músculos maseteros y pterigoideo medio. Estos movimientos determinan contactos oblicuos con las arcadas dentales superior e inferior.^{66, 67}

Las cuencas crestadas (lofos) de las muelas dirigen el alimento a medida que éste es triturado hacia adentro de la COID; los ciclos masticatorios posteriores Trituran y movilizan el alimento dentro de la misma cavidad. Existen en total 18 pares de crestas palatinas incompletas, en las cuales el alimento es machacado y presionado por acción de la lengua. La acción rotatoria de la masticación y la compresión ejercida por la lengua y los carrillos moviliza el alimento en dirección caudal en forma de espiral.^{66, 67}

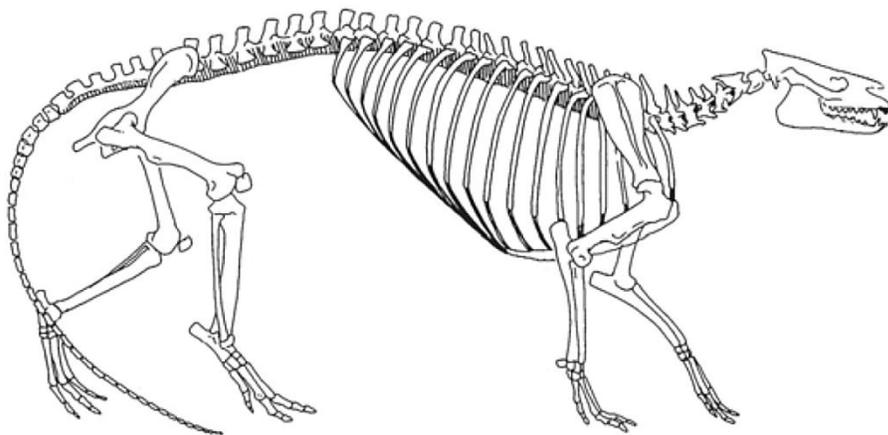
A medida que los bolos de alimento se acumulan en la orofaringe, la constricción faríngea, la elevación del paladar blando, la retracción epiglótica y la contracción laríngea determinan el movimiento del alimento a través de los canales laterales alimenticios y alrededor de la laringe hacia el esófago; estos procesos constituyen la deglución.⁶⁷

2.5. ESQUELETO AXIAL.

2.5.1. PRINCIPALES CAMBIOS.

El sistema de locomoción de los équidos existentes es muy diferente al de sus antepasados; los équidos actuales están dotados de gran velocidad, resistencia y fuerza, estos atributos han hecho que el caballo sea de gran valor y utilidad para muchas actividades humanas (transporte, agricultura, comercio, recreación, deporte, etc.). Dichas exigencias funcionales son enérgicas y requieren de una conformación anatómica apropiada, capaz de soportar una masa corporal con frecuencia superior a 500 kg y grandes esfuerzos de compresión en el esqueleto durante la marcha. ^{8, 10, 28, 34}

En el *Phenacodus* (Fig. 43) las vértebras cervicales eran relativamente más cortas que las del *Hyracotherium*, y las caras craneal y caudal del cuerpo vertebral menos convexas y cóncavas respectivamente. Poseía un cuello corto. Las uniones de los nervios al axis y a las alas del atlas eran pequeñas. Las salientes en pico de la espina neural de cada una de las últimas cinco vértebras del cuello indican la ausencia de cualquier cresta o lámina funicular asociada a los ligamentos largos dorsales del cuello. ^{6, 68}



Fuente: Bennett, 1992

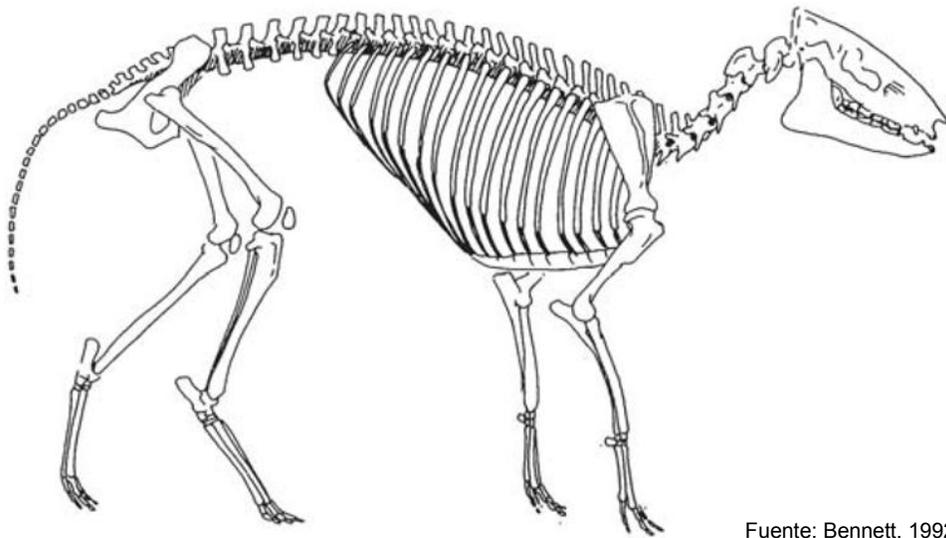
Fig. 43 Esqueleto fósil del pre-équido *Phenacodus*.

En los condilartros, había hasta 18 vértebras torácicas, como en todos los perisodáctilos, y probablemente hasta 8 lumbares.⁶

Los procesos espinosos de las primeras vértebras torácicas (región de la "cruz") eran en forma de picos, no más altos que los lumbares; esta ausencia de cruz se relacionó también con la ausencia de crestas. La quinta vértebra torácica del *Phenacodus* difiere de la del *Hyracotherium* en el tamaño del arco neural y de las superficies articulares, las cuales son mayores en este último. Las apófisis transversas eran más largas y se proyectaban más lateralmente que las del *Hyracotherium*, y las facetas para la articulación de la cabeza de las costillas eran cóncavas, pero poco profundas. El área lumbar era larga, con vértebras individuales grandes y pesadas. Los procesos accesorios orientados oblicuamente permitían el movimiento rotatorio de la caja torácica y del lomo, concluyendo así que los condilartros, al igual que los carnívoros utilizaban un galope rotatorio. El hueso sacro del *Phenacodus* constaba de sólo tres vértebras, las alas se extendían más allá de los bordes laterales; era corto y curvo. No presentaba articulaciones intertransversas entre las vértebras lumbares o entre el sacro y las lumbares. La cola era larga hasta el suelo, con vértebras coccígeas individuales relativamente pesadas.^{6, 68}

El *Hyracotherium* (Fig. 44) poseía 6 vértebras lumbares, de menor tamaño con relación a las del *Phenacodus*, formando una zona lumbar más pequeña. Las apófisis articulares de las vértebras lumbares fueron más verticales y más firmemente articuladas, por lo que, la capacidad de rotar la pelvis de los primeros ancestros del équido se perdió, originando en ellos un galope transversal.⁶

El cuello del *Hyracotherium* era corto, como el de sus antepasados. Hubo un gran aumento en el tamaño de la cresta del axis y las alas del atlas. La apófisis espinosa del axis era ancha y redondeada en lugar de aguda como en el *Phenacodus*.^{6, 68}



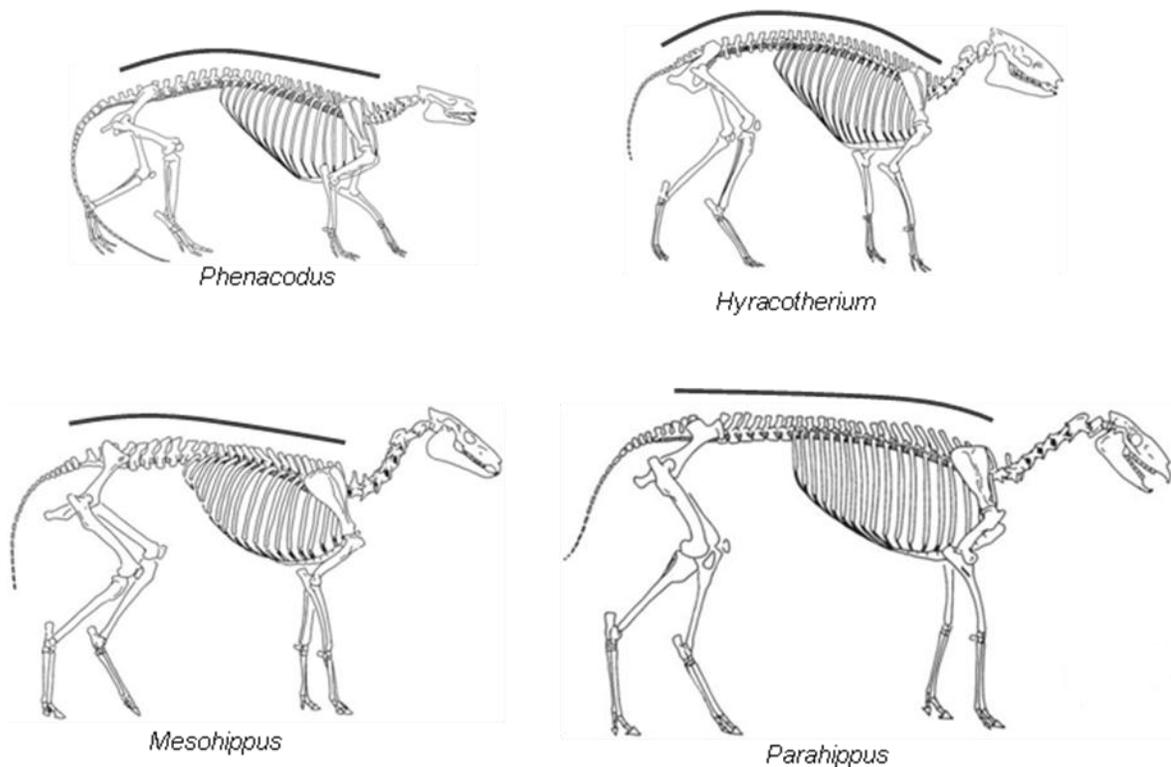
Fuente: Bennett, 1992

Fig. 44 Esqueleto fósil de *Hyracotherium*. La columna vertebral era muy arqueada y sólo la región lumbar era flexible.

La cara craneal del cuerpo de las vértebras torácicas del *Hyracotherium* era semicircular, ligeramente convexa en todas las direcciones y con la parte dorsal plana, para formar el borde ventral del foramen vertebral. La cara caudal era de forma similar a la craneal pero cóncava. Las apófisis articulares craneales (procesos articulares craneales) consistían en dos pequeñas proyecciones anteriores; la mayor parte de esta faceta articular craneal se encontraba en el cuerpo del arco neural, era lateral y ligeramente convexa, casi dorsal pero inclinada levemente hacia craneal. La ovalada apófisis articular caudal era ligeramente cóncava y lateral a la porción caudal de la base de la vértebra. Los procesos transversos se proyectaban dorsolateralmente en un ángulo de 45° , y en sus superficies ventrolaterales se encontraban las superficies articulares para el tubérculo de la costilla correspondiente; estas facetas se enfrentaron craneoventralmente en un ángulo aproximado de 25° . La cara media para la articulación de la cabeza de la costilla se proyectaba lateralmente desde la mitad dorsal de la cara craneal y caudal del cuerpo vertebral; la faceta media craneal se proyectaba craneolateralmente en un ángulo aproximado de 45° y era ligeramente cóncava, mientras que la media caudal se proyectaba caudoventralmente en un ángulo aproximado de 10° y era más cóncava que la faceta media craneal.^{6, 68}

En el *Orohippus* y todos los demás ramoneadores, las apófisis transversas cervicales eran grandes; estos cambios, en combinación con los ocurridos en la región occipital del cráneo, indican que la corta musculatura epiaxial de la parte craneal del cuello era fuerte y permitía al animal hozar con el hocico. Otro cambio producido, fue la pérdida de las espinas neurales de C3 a C5, y la reducción de las espinas en C6 y C7.⁶

Ningún ramoneador desarrolló “cruces” altas (Fig. 45); estos animales poseían cuello musculoso, tubular, carente de una cresta.⁶



Fuente: Bennett, 1992

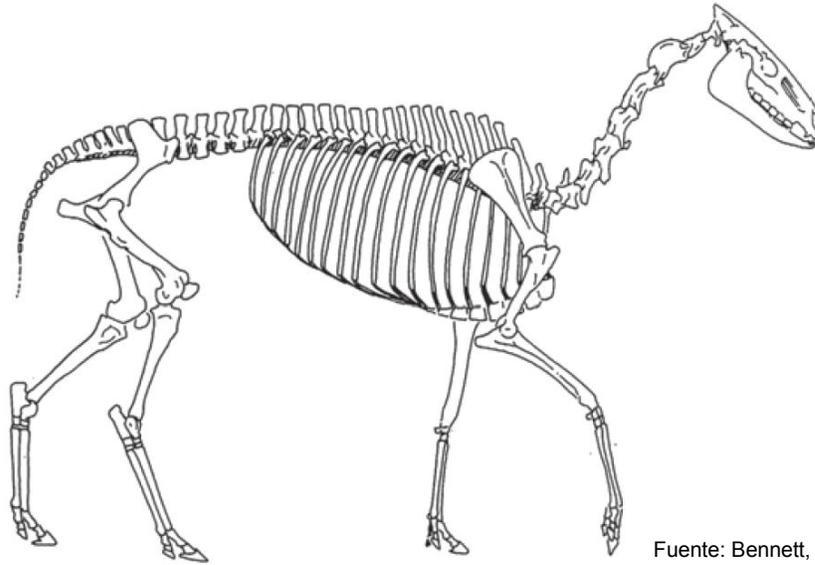
Fig. 45 Esqueletos fósiles de caballos ramoneadores. La línea oscura sobre la columna vertebral indica la ausencia de cruces altas en esta fase de la evolución equina

Las vértebras torácicas y lumbares del *Mesohippus* eran, aparentemente, similares a las del *Hyracotherium*. La décima vértebra torácica era similar a la quinta, sin embargo, difiere en las facetas para los tubérculos de las costillas, las cuales eran considerablemente más pequeñas y ligeramente convexas.⁶⁸

El cuerpo de las vértebras lumbares presentaba una cresta ventral; hallazgos en la superficie articular de la faceta caudal de la quinta vértebra lumbar, sugieren que esta superficie era casi semicircular, la cara dorsal enfrentaba dorsalmente a la cara articular de la vértebra anterior (apófisis articular craneal, faceta hacia ventral), indicando que esta apófisis articular rodeaba a la de la siguiente vértebra; es muy probable que algunas de los apófisis articulares de las vértebras lumbares del *Hyracotherium* presentaran este patrón, restringiendo en gran medida el movimiento entre vértebras.⁶⁸

El sacro del *Hyracotherium* estaba formado por cinco vértebras fusionadas con la porción distal de las espinas neurales separada; las alas estaban expandidas moderadamente hacia dorsal; los bordes laterales se dirigían levemente hacia caudal y se articulaba con mayor fuerza en la última vértebra lumbar. El sacro del *Mesohippus* es muy similar al del *Hyracotherium*; carece de articulaciones intertransversas en todos los ramoneadores primitivos; y en los équidos es más largo que el de los condilartros.^{6, 68}

Los Chalicomorfos (Fig. 46) poseían estructuras que les permitían alcanzar la vegetación frondosa de lugares altos con el hocico. Fueron los primeros en adquirir cuello largo y miembros torácicos largos. Poseían fosas nasales profundas, cara alargada, maxilar y mandíbula en forma de pico, lo que sugiere la presencia de una lengua larga y por lo menos una trompa corta. Tenían una pequeña cruz definida. La cresta del axis y las alas del atlas eran pequeñas, el proceso odontoides del axis era largo; el occipital alto y estrecho con cóndilos prominentes. Estas características sugieren que la parte superior del cuello era flexible y probablemente podía girar o rotar fácilmente.⁶



Fuente: Bennett, 1992

Fig. 46 Esqueleto fósil de Chalicomorfo: *Hypohippus*. Poseía cuello largo, cruz definida y miembros torácicos y pelvianos largos.

En los chalicomorfos la primera vértebra torácica se modificó para parecer uno de los huesos del cuello; funcionalmente, esto les dio una articulación extra en esta zona, que aumentó su longitud y flexibilidad.⁶

El *Parahippus* fue el primer género en huir de sus depredadores mediante persecuciones prolongadas; ya que el método que sus antepasados utilizaban, de correr y esconderse entre la maleza y los arbustos, era de poca utilidad en los nuevos entornos despejados. Las modificaciones que se dieron en el esqueleto axial de los équidos les permitieron huir en línea recta, disminuir la velocidad y flexibilidad en las vueltas, así como mantener una velocidad relativamente alta por más de una milla.⁶

La columna vertebral de los équidos es relativamente rígida, posee un mecanismo perfectamente diseñado para el almacenamiento y liberación elástica de energía. El movimiento de los caballos pastadores es sinusoidal, regresando siempre a su posición original; éste mecanismo también está presente en los miembros locomotores, siendo el cuerpo axial la fuente de energía. En los artiodáctilos, como los bovinos y los antílopes, también se presenta un mecanismo

de resorte en los miembros, pero como no tienen el diseño de la espalda como los équidos, los movimientos de estos animales son mucho más rígidos.⁶

El *Parahippus* fue el primer équido en desarrollar articulaciones intertransversas entre el sacro y la última vértebra lumbar, y el primero en tener procesos lumbares espinosos estrechamente unidos. Estas adaptaciones evitaron la rotación y la flexión lateral del lomo, promoviendo al mismo tiempo la flexión a través de la articulación lumbosacra.⁶

Las articulaciones intertransversas y el aumento de longitud del hueso isquion en los pastadores implicaron la presencia de un sistema “estático” en los miembros pelvianos, permitiendo un mayor apalancamiento de la musculatura isquiotibial. Junto con este aumento se produjo la ampliación y desplazamiento de las primeras dos vértebras coccígeas, convirtiéndose en parte funcional del sacro. Estas dos modificaciones son elementos mecánicos importantes del sistema estático.⁶

El sacro en los pastadores es sólido y estrecho en la parte caudal ya que las vértebras coccígeas son más pequeñas por lo que la cola también es corta. Los procesos espinales del sacro se inclinan hacia caudal, mientras que los de las vértebras lumbares se inclinan hacia craneal; esta disposición corrobora la presencia del sistema estático en los miembros pelvianos, su funcionamiento eficaz depende de la extensión de los ligamentos insertados en los procesos opuestos, que forman un espacio en forma de “V”. En muchas especies, los procesos espinales dorsales de las vértebras lumbares son grandes, formando una especie de "segunda cruz" haciendo que la transferencia de energía sea aún más eficiente.⁶

En los équidos pastadores el cuello era más largo y flexible, con la primera vértebra torácica modificada formando parte funcional del cuello. La cruz tuvo su mayor desarrollo a partir del *Parahippus*; implicando la presencia de crestas. Todos los vestigios de espinas neurales se perdieron en todas las vértebras del

cuello, indicando la presencia de la parte funicular y laminar del ligamento nucal del caballo actual.⁶

2.5.2. ANATOMÍA ACTUAL.

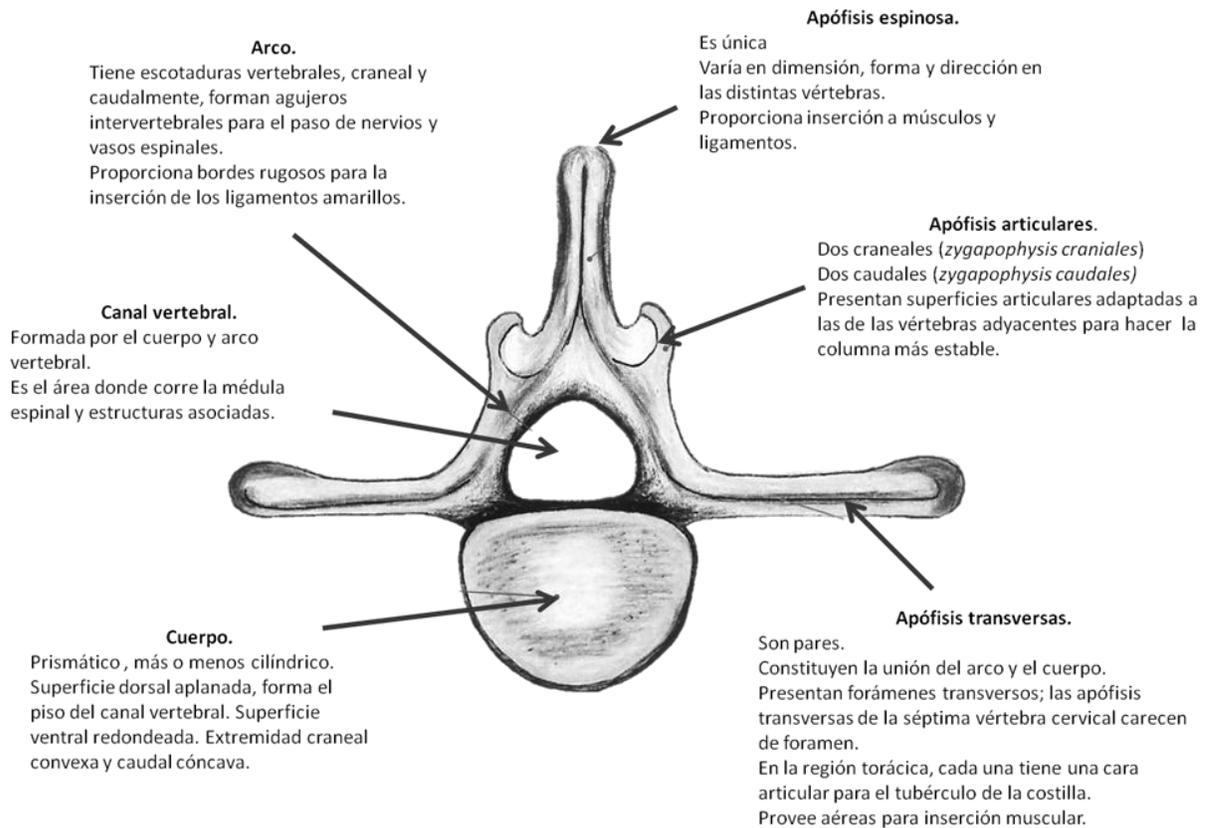
La columna vertebral es el esqueleto que se extiende desde el cráneo hasta la cola. Está formada por una serie vinculada de huesos a lo largo de la línea media del cuerpo que reciben el nombre de vértebras. Se divide en cinco regiones, de acuerdo a la parte del cuerpo en que están situadas:^{28, 52; 56, 57}

- ❖ Cervical (cuello, C7)
- ❖ Torácica (tórax, T18)
- ❖ Lumbar (lomo, L6-5)
- ❖ Sacro (grupa, S5)
- ❖ Coccígea o caudal (cola, Ca 15-21)

Las vértebras se clasifican como huesos irregulares que encajan como piezas de rompecabezas, ya que, cada una varía ligeramente de la adyacente. Entre cada una hay pequeñas almohadillas fibrocartilaginosas que cuando se comprimen permiten un ligero movimiento. Se mantienen unidas por ligamentos fuertes y pequeñas inserciones musculares profundas que se cruzan entre sí para estabilizar la columna vertebral y mantener las posturas; la fuerza de la columna vertebral se deriva de una combinación de vértebras, cartílagos, músculos y ligamentos.⁵⁶

a) Vértebras

Forman una cadena ósea para proteger la médula espinal, a partir de la cual, un par de nervios espinales se ramifican para penetrar en todas las partes del cuerpo del caballo. Los músculos se unen mediante ligamentos a los procesos laterales y articulares de las vértebras permitiendo así que el caballo se mueva. La médula espinal termina en el centro del sacro. Las vértebras de cada región poseen características que permiten diferenciarlas de las de otra región, pero poseen estructuras en común (Fig. 47): cuerpo, arco y apófisis.^{49, 50, 52, 57, 69}

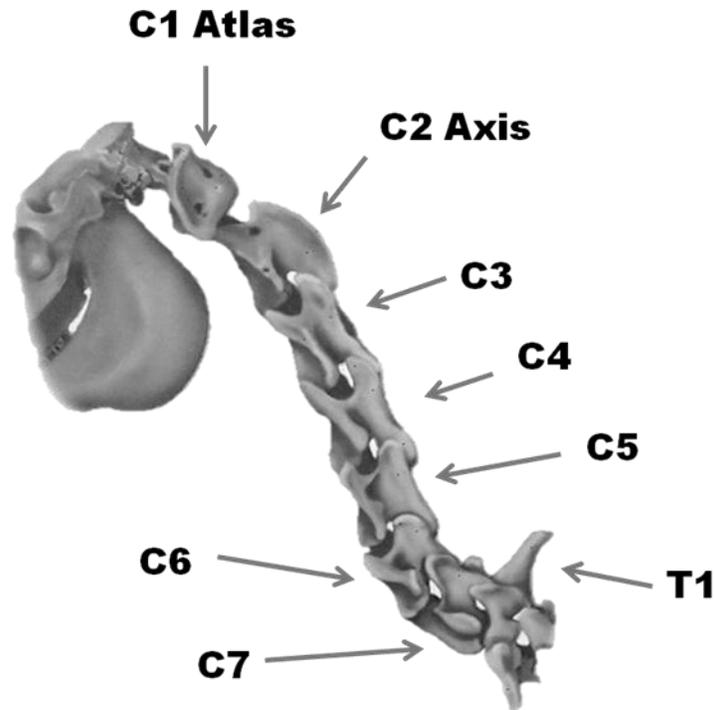


Fuente: Modificado Higgins, 2009

Fig. 47 Estructuras de la vértebra.

Cervicales.

El esqueleto del cuello del caballo consta de siete vértebras cervicales (Fig. 48). La primera es el atlas y la segunda el axis; en ésta última se inserta el ligamento nuchal, que ayuda a sostener la cabeza y cuello del caballo, permitiendo su elevación y descenso. Las articulaciones entre las otras vértebras cervicales permiten al caballo estirar el cuello hacia abajo, doblarlo hacia los lados y arquearlo. Esto permite al caballo pastar y mover la cabeza hacia situaciones de interés.⁴⁹



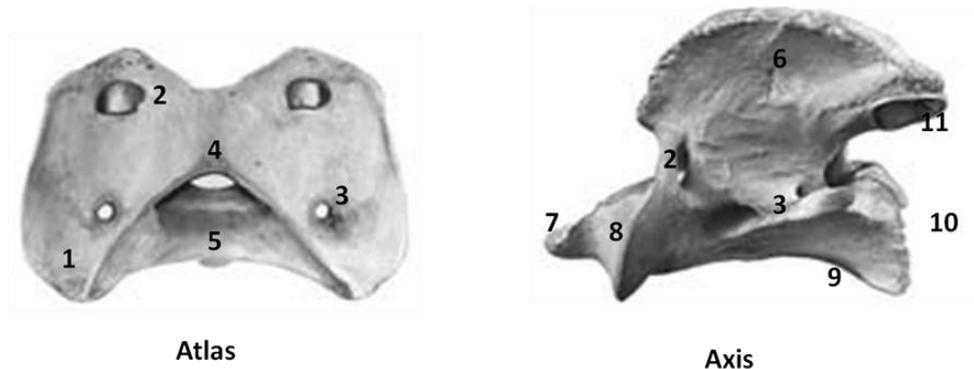
Fuente: Modificado Grönberg, 2002

Fig. 48 Vértebras cervicales.

Atlas. Vértebra atípica en forma y estructura (Fig. 49). Carece de cuerpo y apófisis espinosa; tienen la forma de anillo, a cada lado, surge una apófisis transversa denominada “ala del atlas”. Se articula con el occipital en el cráneo, lo que permite al caballo asentir con la cabeza. Caudalmente y en el plano mediano tiene una superficie articular transversa, fosa odontoidea, para la articulación con la apófisis odontoidea del axis. ^{49, 50, 52}

Las amplias alas de la primera vértebra cervical tienen como función brindar inserción a la musculatura ventral y dorsal que establece la vinculación muscular de la columna vertebral con la superficie nugal del occipital. Por otro lado, la superficie articular caudal del atlas también se vincula con la segunda vértebra cervical; para lo cual, las dos alas poseen anchos bordes laterales que brindan una superficie amplia de inserción para la musculatura que hace girar la cabeza. Los amplios movimientos entre la cabeza y el cuello (arriba, abajo y de giro de la

cabeza) están apoyados por los amplios espacios intervertebrales de las articulaciones atlantooccipital y atlantoaxial.⁵⁰



Fuente: Grönberg, 2002

Fig. 49 Atlas y Axis. 1) Alas del atlas. 2) Foramen vertebral lateral. 3) Foramen transverso. 4) Arco dorsal. 5) Arco ventral. 6) Proceso espinoso. 7) Diente. 8) Proceso articular craneal. 9) Cresta ventral. 10) Cuerpo. 11) Proceso articular caudal

Axis. (Fig. 49) La cara craneal del cuerpo presenta una proyección similar a un diente, conocido como proceso odontoides, que permite a la cabeza moverse de lado a lado; posee ventralmente una superficie articular convexa, que se articula con el arco ventral del atlas, y dos depresiones para la inserción del ligamento longitudinal dorsal. A cada lado de esta apófisis se hallan las apófisis articulares craneales. Las apófisis transversas son pequeñas y están dirigidas caudalmente. El atlas también tiene una apófisis espinosa dorsal muy larga y fuerte para permitir la fijación de los músculos del cuello y el ligamento nucal central del cuello^{49, 52}

La principal función de esta vértebra es asegurar los movimientos giratorios de la cabeza. El diente es el eje alrededor del cual gira la primera vértebra cervical, y a través de ella, toda la cabeza.⁵⁰

Las vértebras cervicales de C3 a C7 han reducido sus apófisis espinosas, se ensanchan por la parte caudal y se conectan con las apófisis articulares caudales. Tienen apófisis articulares largas con superficies articulares ovas y

ligeramente cóncavas; las craneales se dirigen dorsomedialmente y las caudales ventrolateralmente. Apófisis transversas largas y casi planas.^{49, 52}

Torácicas.

La espalda del caballo es una estructura fuerte y compleja, formada por vértebras torácicas y lumbares soportadas por numerosos músculos y ligamentos. La columna torácica consiste en 18 vértebras, algunas veces son 19, y, raramente, 17. Cada una separada por discos intervertebrales y unidos por procesos articulares. Es un área muy rígida.⁵⁶

Los cuerpos son cortos, disminuyen gradualmente en longitud y anchura hasta la mitad de la región, para después aumentar ligeramente. La superficie craneal es convexa y la caudal cóncava. Hacia dorsal y lateralmente, en ambos lados, se encuentran las carillas costales craneal y caudal, que forman estructuras para alojar las cabezas costales; la última vértebra torácica carecer del par caudal de carillas costales. La cresta ventral se aprecia en las tres o cuatro vértebras iniciales y finales de ésta región.⁵²

Las apófisis transversas son cortas, gruesas y con una extremidad libre tuberosa. Disminuyen de tamaño y se sitúan más ventralmente a medida que se hacen caudales.⁵²

Los arcos son pequeños y sus escotaduras caudales relativamente largas.⁵²

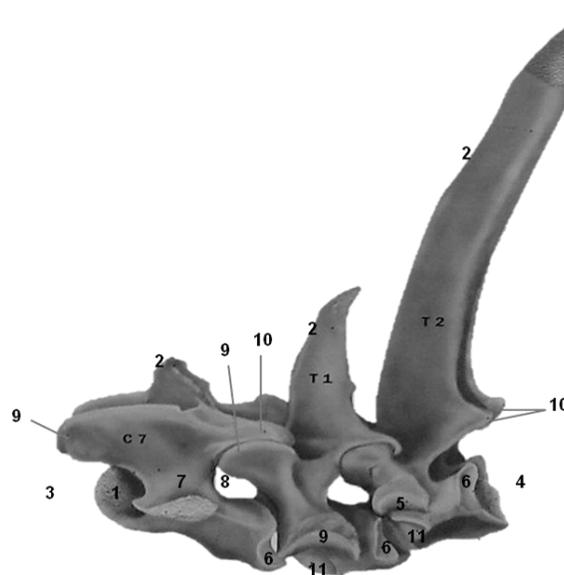
Las apófisis articulares son pequeñas; las craneales están representadas solamente por dos carillas ovales situadas sobre la parte craneal del arco y orientadas directamente hacia el dorso. Las apófisis caudales emergen de la base de la apófisis espinosa y sus carillas miran casi directamente en dirección ventral.⁵²

La apófisis espinosa es larga, estrecha y dirigida dorsocaudalmente. El borde craneal es delgado y el caudal más ancho y estriado. La punta es ancha y rugosa. Las vértebras craneales están ligeramente inclinadas en sentido caudodorsal, mientras que las posteriores, así como las lumbares, se inclinan en

dirección craneodorsal. Aumenta en longitud hacia la vértebra T3 y 4, posteriormente disminuyen de forma gradual hasta la vértebra T15; la apófisis espinosa de la vértebra T16 es perpendicular al cuerpo de la vértebra, esta estructura recibe el nombre de vértebra anticlinal o diafragmática. ^{49, 50, 52}

La cruz es el punto más alto de la columna torácica, se origina por el proceso espinoso más largo, que corresponde a la vértebra T4 y T5. ^{52, 56}

La vértebra T1 (Fig. 50) tiene cuerpo ancho y plano dorsoventralmente; cranealmente, posee una cabeza semejante a la de la vértebra cervical y caudalmente una cavidad, algunas veces profunda; a cada lado existen dos carillas costales largas y una cresta bien marcada ventralmente. El arco es largo y fuerte, con escotaduras caudales. Las apófisis articulares son, mucho más largas que las de las otras vértebras torácicas. Las apófisis transversas son cortas y gruesas y cada una tiene, en su parte ventral, una carilla cóncava larga para articularse con el tubérculo de la 1ª costilla. La apófisis espinosa está curvada caudalmente y su vértice termina en punta, su longitud es de 8 a 10 cm aproximadamente. ⁵²



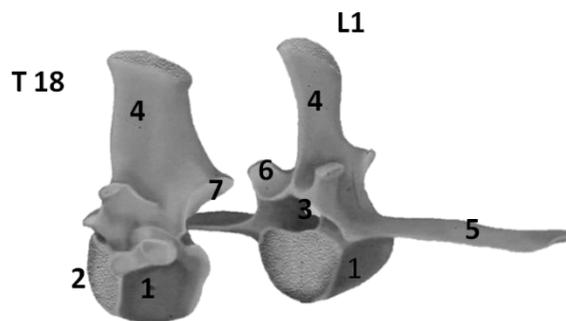
Fuente: Grönberg, 2002

Fig. 50 Estructuras de vertebras torácicas. Vista lateral izquierda de las vértebras C7, T1 y T2. 1) cuerpo vertebral. 2) proceso espinos. 3) extremo craneal. 4) extremo caudal. 5) proceso transverso, faceta costal. 6) faceta costal caudal. 7) proceso transverso. 8) foramen intervertebral. 9) proceso articular craneal. 10) proceso articular caudal. 11) faceta costal craneal.

Lumbares.

Las vértebras lumbares se encuentran caudalmente de las vértebras torácicas y forman la región del lomo. Normalmente son seis; sin embargo, en el caballo árabe, en el Przewalski, en el asno y en el mulo pueden existir cinco. Esta compleja área se caracteriza por la longitud y el ancho de los procesos transversos, los cuales se proyectan horizontalmente para proveer de puntos de inserción de largos y fuertes ligamentos y grupos musculares.^{49, 52, 56}

Las vértebras lumbares (Fig. 51) del caballo poseen tres facetas articulares adicionales, difiriendo de la mayoría de los otros mamíferos; esto limita el movimiento de la columna vertebral en la región lumbar, sin embargo, el lomo, es la parte más flexible y vulnerable del dorso. Una silla bien diseñada y correctamente ajustada, asegura que el peso del jinete no es soportado por la columna vertebral, lo que ayudará a proteger el lomo del caballo.^{49, 52}



Fuente: Grönberg, 2002

Fig. 51 Vértebra lumbar. 1) cuerpo vertebral. 2) extremidad craneal. 3) foramen vertebral. 4) apófisis espinoso. 5) apófisis transversa. 6) proceso articular craneal. 7) proceso articular caudal

Los cuerpos de las tres primeras son semielípticos con crestas ventrales. A partir de la L4 se hacen más anchas y planas y disminuye la cresta ventral. Los arcos de estas tres son similares en tamaño y forma al arco de última torácica; caudal a ellas aumentan en anchura y altura. Las escotaduras caudales, sobre los pedículos, son mucho más profundas que las craneales.⁵²

Las apófisis articulares craneales se unen a las apófisis mamilares. Presentan superficies cóncavas, dorsalmente, para la articulación con el par

caudal de vértebras precedentes. Las apófisis articulares caudales se proyectan desde el arco, en la base de la apófisis espinosa, y ventralmente tienen superficies articulares convexas que se fijan en las superficies cóncavas del par craneal de la vértebra siguiente.⁵²

Las apófisis transversas son láminas alargadas, aplanadas dorsoventralmente, proyectadas lateralmente, y que pueden estar inclinadas ligeramente en dirección ventral o dorsal; su longitud aumenta en la L3 y 4, después disminuye hasta la última. Las apófisis transversas de la primera, o de las dos primeras lumbares poseen dirección ligeramente caudal, mientras que las de las dos últimas se dirigen hacia craneal.⁵²

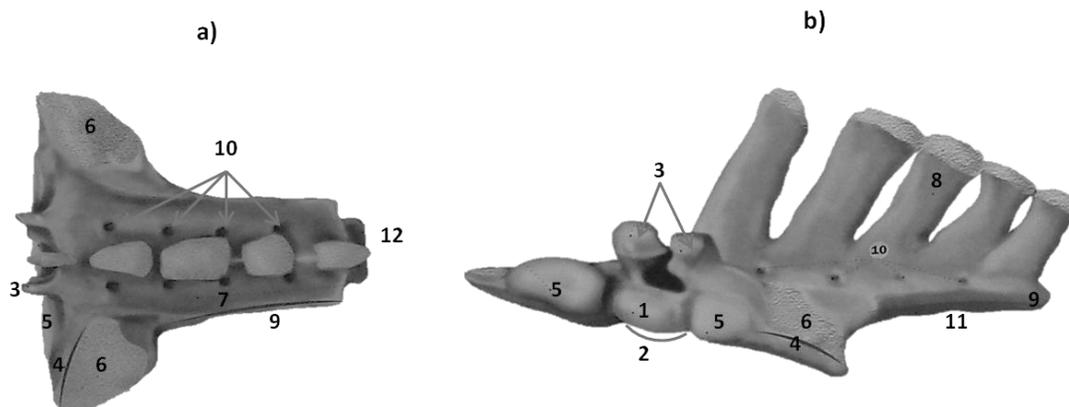
La apófisis espinosa es semejante a la de las últimas vértebras torácicas, pero su anchura disminuye en las tres últimas.⁵²

Los procesos costales y espinosos, así como la cresta ventral, proporcionan zonas amplias de inserción para la musculatura del cinturón pelviano, el abdomen y la pelvis. Debido a su posición sagital, las apófisis articulares craneales sólo permiten una curvatura dorsal de la columna lumbar, mientras que los movimientos laterales son prácticamente imposibles.⁵⁰

Sacro.

Es un hueso triangular (Fig. 52) formado por cinco vértebras, fusionadas en caballos de cinco años. Es parte de la cintura pélvica, proporciona un enlace firme entre los cuartos y el tronco. La primera vértebra sacra tiene un amplio proceso transversal llamado ala del sacro, el cual forma una articulación sinovial con la apófisis transversa de la última vértebra lumbar, articulación lumbosacra; la parte ventral del ala forma la articulación sacroilíaca con el hueso ilion de la pelvis.^{49, 50,}

56



Fuente: Grönberg, 2002

Fig. 52 Hueso sacro. a) vista dorsal. b) cráneo lateral. 1) extremidad craneal del hueso sacro. 2) promontorio. 3) proceso articular craneal. 4) alas del sacro. 5) cara articular del proceso transverso del sacro. 6) cara auricular. 7) cara dorsal. 8) proceso espinoso. 9) cresta lateral. 10) forámenes dorsales. 11) cara pélvica o ventral. 12) extremidad caudal del sacro

El hueso sacro está colocado entre los huesos iliacos, con los que se articula firmemente en cada lado. Tiene un eje longitudinal curvo, ligeramente oblicuo, de tal modo que, su extremidad caudal es un poco más alta que la craneal. Presenta dos caras, una dorsal con apófisis espinosa o rudimentos y varias crestas, y una ventral que posee líneas transversas; dos bordes laterales ampliados por las alas del sacro; una base ancha en el borde craneal; y un vértice que se une en el plano caudal con las alas.^{50, 52}

El primer segmento tiene un cuerpo ancho en posición transversal, aplanado dorsoventralmente y una superficie redondeada para articularse con la última vértebra lumbar. Dorsocranealmente se proyectan las apófisis articulares, las cuales están provistas de superficies cóncavas para la articulación con las de la última vértebra lumbar. Las alas son masas fuertes con extremidades puntiagudas; cada una posee una superficie grande, oval, ligeramente convexa para articularse con las apófisis transversas de la última vértebra lumbar. Caudalmente, hay una zona oval elongada, es la superficie auricular, con la que se articula el ilion; es ligeramente cóncava en longitud y algunas veces rugosa e irregular.⁵²

La parte caudal de la última vértebra sacra es el vértice, es pequeño. El cuerpo presenta una cara aplanada sobre la cual se observa la abertura caudal triangular del canal sacro.^{50, 52}

Coccígeas.

Generalmente el caballo tiene 18 vértebras coccígeas, pero el número puede variar de 15 a 21. Disminuyen de tamaño de la primera a la última y, a excepción de las más craneales, constan sólo de cuerpo. Las tres primeras presentan cuerpos algo aplanados dorsoventralmente, estrechos en el centro, con superficies articulares convexas y elípticas en los extremos. Ventralmente hay un surco medio para la arteria media coccígea. El arco es pequeño, triangular, constituido por dos láminas planas que se prolongan para formar la apófisis espinosa, la cual presenta un vértice tuberoso a menudo bifido; no hay escotadura craneal, ni apófisis articulares, de las cuales frecuentemente se hallan pequeños rudimentos del par anterior. Las apófisis transversas son láminas relativamente anchas, proyectadas horizontalmente; se desvanecen gradualmente y la vértebra queda reducida a un cilindro, cuyo tamaño también va reduciendo. Hacia caudal el arco se hace incompleto, hasta desaparecer. La última vértebra caudal es puntiaguda.^{49, 52}

b) Costillas.

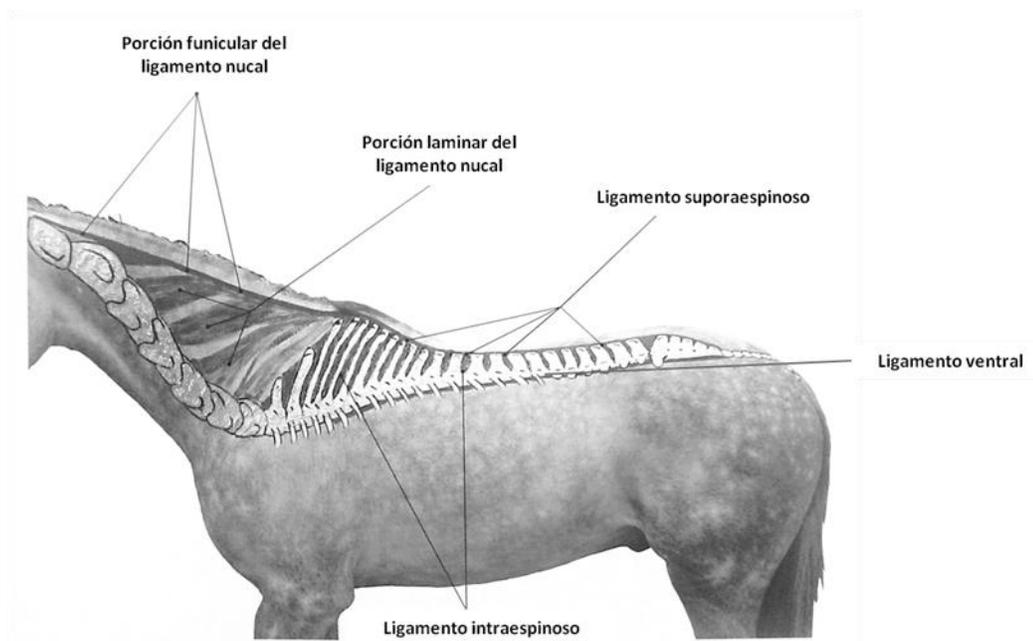
Son 18 pares que se insertan entre las vértebras torácicas adyacentes a, forman las paredes laterales del tórax, son el doble de número que las vértebras torácicas. Los primeros 8 pares son las llamadas costillas verdaderas, que albergan y protegen al corazón y los pulmones. Se articulan ventralmente con el esternón y permiten expandir y reducir la cavidad pectoral cuando el caballo respira. Los otros diez pares son conocidos como costillas falsas o esternales, cada par se une por ligamentos y cartílagos al par de costillas craneales, formando así el arco costal. El par 7 y 8 son las costillas más largas.^{28, 51, 56}

c) Esternón.

El esternón del caballo es un hueso impar que forma el piso del tórax y no se osifica completamente en el animal adulto. Se compone por la unión de ocho segmentos de cartílago llamados esternebras, tiene forma curva que semeja una canoa, se articula con los cartílagos costales de la primeras costillas y con el arco costal.^{28, 51}

d) Ligamentos.

Los principales ligamentos que apoyan la espalda (Fig. 53) son como una serie de cables que sostienen un puente.⁵⁶



Fuente: Higgins, 2009

Fig. 53 Ligamentos de la columna vertebral del caballo. Vista lateral de la columna

Ligamento supraespinoso. Se encuentra dorsal a las vértebras y se inserta a la apófisis espinosa desde la cruz hasta el sacro. A medida que se aleja del ligamento nual se hace más fibroso y menos elástico. Cuando se estira, la columna se arquea ligeramente hacia arriba. Su función principal es restringir los movimientos de la columna vertebral dorsal y mantener las vértebras en su lugar

dando así soporte, fuerza y estabilidad a la espalda. Cuando trabajan de manera eficiente en conjunto con el ligamento nucal, posibilita a los músculos de la espalda contribuir a la propulsión así como el soporte y, junto con los músculos abdominales, ayuda a levantar el lomo del caballo. ⁵⁶

Ligamento longitudinal dorsal. Se localiza en el canal vertebral, desde el axis al sacro; es estrecho en la parte en la parte media de los cuerpos vertebrales y se ensancha sobre los discos intervertebrales, uniéndose firmemente a ellos. ⁵²

Ligamento longitudinal ventral. Une la parte ventral de los cuerpos vertebrales. Es un ligamento poderoso que sostiene la región torácica, lumbar y sacra de la columna; inicia en la vértebra T5 y termina sobre la superficie pélvica del sacro confundido con el *periostio*. Tiene mayor fuerza en la región lumbar y se estira cuando se la espalda se hace cóncava. ⁵²

Ligamento nucal. Es elástico y poderoso, su función principal es asistir a los músculos extensores de la cabeza y cuello. Sostiene y mantiene la cabeza y cuello del caballo en su posición. Se extiende desde el hueso occipital hasta las vértebra T4 y T5, se continúa con la parte toracolumbar del ligamento supraespinoso. Está formado por la porción funicular, que es el ligamento que sostiene la cabeza y corre a lo largo de la parte superior del cuello, y la porción laminar, es una banda que fija a las vértebras cervicales, restringe el movimiento de la espina dorsal y soporta el peso de la cabeza. ^{49, 52}

El ligamento nucal actúa como un dispositivo de ahorro de energía reduciendo la cantidad de esfuerzo muscular necesario para soportar el peso de la cabeza. Permite al caballo subir y bajar el cuello. Restringe y estabiliza el movimiento de las apófisis espinosas en el punto más alto de la cruz. Mantiene la correcta alineación de las vértebras cervicales. ⁵⁶

Ligamento interespinoso. Se extiende entre las espinas de las vértebras contiguas, llena los espacios entre los procesos espinosos. Provee soporte y estabilidad a las vértebras. Las fibras se unen en diagonal a fin de no interferir con la flexión y extensión de la espalda ^{52, 56}

Ligamentos amarillos. Conectan los arcos de las vértebras adyacentes, son membranosos y formados por tejido elástico, principalmente.⁵²

Ligamentos intertransversos. Son membranas que conectan las apófisis transversas adyacentes de la región lumbar.⁵²

e) Articulaciones.

Articulación atlantooccipital. Es una articulación sinovial formada por dos cavidades ovals profundas del atlas y los cóndilos del occipital. Permite al caballo asentir con la cabeza.^{52, 56}

Articulación Atlantoaxial. Es una articulación de pivote o trocoide, está unida al atlas mediante una proyección como diente que permite al caballo girar la cabeza de lado a lado.^{52, 56}

Articulación intervertebral. Las apófisis articulares de las vértebras forman articulaciones sinoviales con las vértebras adyacentes. La cápsula articular es fuerte y amplia en la región cervical; en la región torácica y lumbar es más pequeña y ajustada. Entre los cuerpos de las vértebras adyacentes hay un disco intervertebral que ocupa el espacio existente. Son muy delgados en la parte media de la región torácica, más gruesos en las regiones cervical y lumbar y mucho más grueso en la región caudal. Las vértebras caudales están unidas por discos intervertebrales relativamente gruesos y bicóncavos. El movimiento de esta región es extenso y variado. En los caballos viejos frecuentemente la primera vértebra caudal se une con el sacro.⁵²

Articulación lumbosacra. Es parte de la columna vertebral, transmite el impulso generado por los miembros pelvianos. Es flexible, pero limitada, permite que la pelvis rote hacia delante debajo del cuerpo del caballo durante el trote y el galope. Esta rotación se produce principalmente cuando ambos miembros pelvianos se mueven hacia adelante.⁴⁹

Articulación sacroiliaca. No posee movimiento y está apoyada por ligamentos sacroilíacos ventrales, dorsales y laterales.⁴⁹

f) Músculos.

El esqueleto del caballo es incapaz de moverse por sí mismo, todos los movimientos, son realizados por un complicado sistema de músculos esqueléticos. Todos los caballos, independientemente de la raza, tamaño o edad tienen la misma disposición del aparato locomotor, pero en determinados caballos, dependiendo de su tipo de formación, puede estar mejor desarrollado.⁴⁹

Los músculos de la espalda se dividen en:

Extensores de la espalda, grupo erector de la columna consiste en el iliocostal, longuísimo dorsal, y el músculo espinal torácico, los cuales corren a lo largo de la parte dorsal de las vértebras y a cada lado de las apófisis espinosas.⁵⁶

Flexores de la espalda. Incluye a los músculos abdominales, los cuales consisten en los músculos oblicuo abdominal externo, oblicuo abdominal interno, transverso del abdomen y al recto del abdomen. Estos trabajan conjuntamente para mantener al abdomen en su posición, ayudar a la respiración mediante el movimiento de las costillas, y mantiene la columna vertebral en su posición correcta. Estos músculos deben ser fuertes para ayudar a la espalda a soportar el peso del jinete.⁵⁶

El músculo longuísimo dorsal es el músculo más largo del cuerpo del caballo. Corre a todo lo largo de la columna vertebral, desde las últimas vértebras cervicales hasta la pelvis y el sacro. Es el responsable de extender la columna, levantar y detener la cabeza y cuello. Es el principal músculo usado para girar, patear y saltar.⁵⁶

Estos músculos son responsables de la estabilización, movimientos gimnásticos y soporte de la espalda. También están involucrados en la transferencia de los movimientos creados en el extremo caudal. Entre más lejos estén de las vértebras, los músculos se vuelven más voluminosos y más potentes.

⁵⁶

2.5.3. FUNCIÓN.

La columna vertebral del caballo corre por la línea media del dorso. Su función principal es proporcionar estabilidad y protección al cordón espinal. También proveen de puntos de inserción para músculos, tendones y ligamentos que sostienen el peso corporal.^{56, 69}

La estructura ósea de un miembro locomotor en condiciones normales presenta cambios en su dirección axial formando así distintos ángulos en cada una de las articulaciones, ya sea desde el hombro o cadera hasta el casco. Esto contribuye a repartir de manera correcta el peso del cuerpo y distribuir las fuerzas de carga que se aumentan con la gravedad. De esta manera es posible mantener intactas las superficies articulares de los huesos largos sin que se deforme y desgaste el cartílago articular.⁶⁹

Es una estructura rígida capaz de pequeños ajustes. Esta rigidez soporta el peso del tronco, y es lo que permite llevar cargas sobre el lomo del caballo.⁵⁶

La función de las vértebras torácicas es transmitir el peso corporal hacia los miembros torácicos, actuar como palancas de movimiento y junto con las costillas dar inserción a los músculos costales torácicos y de la espalda. También proporciona protección a los órganos que se encuentran por debajo. La región lumbar transmite fuerzas creadas en el extremo trasero hacia adelante.^{49, 52, 56}

La osificación de las vértebras ocasiona pérdida de movilidad de la columna sacra, pero el aumento de la estabilidad que así se logra, incrementa la potencia de locomoción de los miembros pelvianos, por intermedio de la pelvis hacia la columna vertebral, sin una pérdida importante de fuerza. La transmisión de fuerzas desde la cintura pelviana hacia el sacro, se da por medio de la primera vértebra sacra y su superficie alar. Las vértebras sacras caudales no participan de esta transmisión de fuerzas, su función es limitar dorsalmente la cavidad pelviana.⁵⁰

En el paso y al trote ambos miembros pelvianos se mueven en direcciones opuestas; algunos de estos movimientos son realizados por las articulaciones

sacroilíacas, ya que, la articulación lumbosacra es incapaz de flexionar lateralmente. La articulación lumbosacra se posiciona lo más lejos posible de las prominencias sacroilíacas para obtener una mayor eficacia. Si el lomo de un caballo es largo, la tensión aplicada a la región incrementa por el peso del jinete y las exigencias de la acción. Esta área se puede mantener y fortalecer por el desarrollo correcto de la musculatura.⁴⁹

2.6. ESQUELETO APENDICULAR.

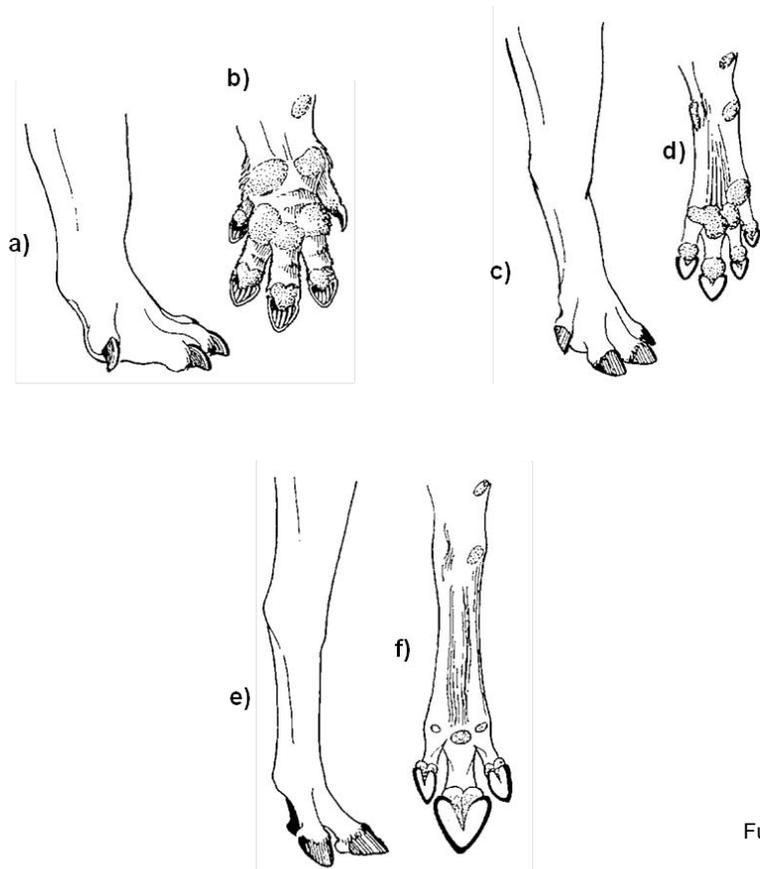
2.6.1. PRINCIPALES CAMBIOS.

Las estructuras de los miembros locomotores de los équidos sufrieron algunas modificaciones que favorecieron el desarrollo de la velocidad durante su evolución. Para dicha finalidad, la parte distal de cada miembro se mantuvo lo más ligera posible, dando como resultado: la ausencia de músculos por debajo de la rodilla y el corvejón, y la presencia de largos tendones. El diseño de los miembros asegura que la fuerza se dirija en línea recta hacia proximal y distal de la misma, de modo que una estructura no se tensa más que otra.⁴⁹

En el *Merychippus* y otras especies tridáctilas la superficie articular distal de los metacarpos/metatarsos tenía la cresta sagital mejor desarrollada, esto mejoraba el movimiento craneocaudal y prevenía dislocaciones laterales. Se desarrollaron los huesos sesamoideos en los miembros torácicos y pelvianos, proporcionando mayores ventajas mecánicas a los tendones y ligamentos de la superficie articular distal de los metacarpos/metatarsos.³⁴

Los huesos de la palma de la mano (metacarpianos) y la planta del pie (metatarsianos) en el condilartro *Phenacodus* eran largos, implicando un cambio de postura plantígrada, en la cual la palma de la mano y la planta del pie tocaban el suelo a cada paso, a una postura digitígrada, en la que los talones de los pies y las manos se elevan durante la marcha. Los mamíferos con miembros torácicos digitígrados soportan el peso sobre el borde frontal de la palma de la mano, a lo largo de un arco formado por las bases de los dedos. El peso en los miembros

pelvianos está igualmente soportado a lo largo del borde frontal de la planta del pie. Los pequeños y medianos mamíferos digitígrados poseen almohadillas (cojinetes fibroelásticos) en los dedos, que sobrellevan el arco de soporte del peso y la parte distal de cada dedo (Fig. 54).⁶



Fuente: Bennett, 1992

Fig. 54 Reconstrucción del miembro locomotor de: a) *Phenacodus*, vista lateral de la mano izquierda, y b) vista palmar; postura digitígrada. c) *Miohippus*, vista lateral de la mano izquierda, y d) vista palmar; postura semi-unguligrade, el peso aún es soportado sobre las almohadillas. e) *Protohippus*, vista lateral de la mano derecha, y f) vista palmar; postura unguligrade. Las almohadillas digitales se volvieron parte de la suela, formando la ranilla. Las almohadillas metacarpianas distales se redujeron hasta convertirse en las cernejas; mientras que los cojinetes carpianos y metacarpianos proximales desaparecieron o se convirtieron en el espejuelo del caballo actual.

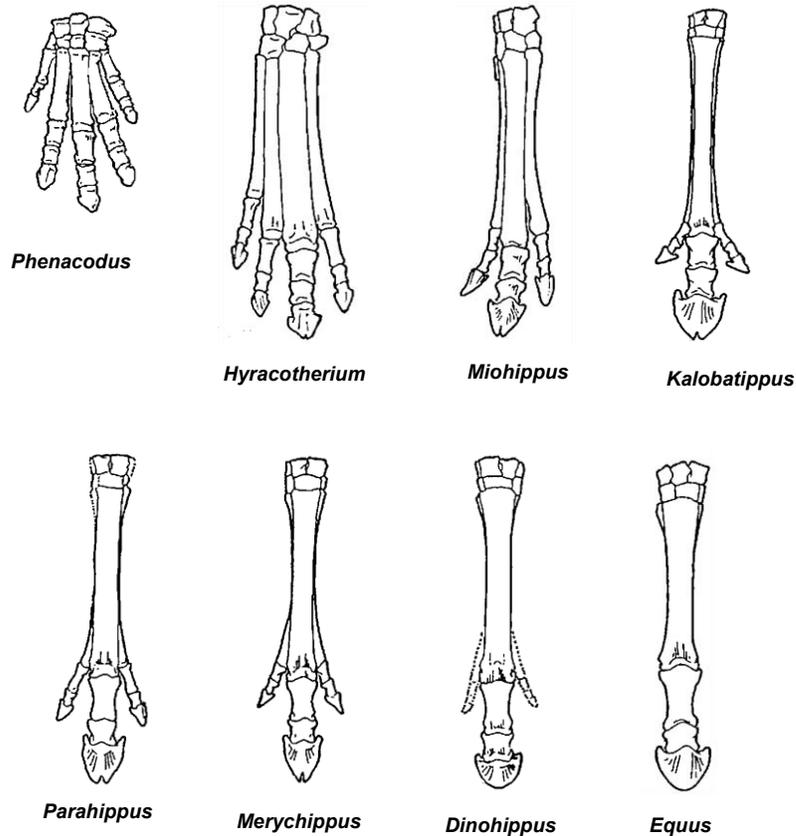
Los miembros locomotores del *Phenacodus* poseían tres elementos estructurales centrales grandes (dígitos II, III y IV), uno lateral y otro medial notablemente más pequeños (dígito I y V) especialmente en el miembro pelviano. Los dedos estaban más juntos que en los carnívoros primitivos. A diferencia de los

carnívoros, cada dedo del *Phenacodus* no terminaba en una garra, sino en un pequeño casco.⁶

En los mamíferos, los huesos del carpo estaban dispuestos en dos filas sobrepuestas una proximal y otra distal; en el *Phenacodus* los huesos de la hilera distal estaban directamente alineados con los huesos de la hilera proximal (Fig. 55). El hueso talus que se articula proximalmente con la tibia, poseía una cara convexa para articular ventralmente con el hueso navicular, siendo una característica primitiva del *Phenacodus*.⁶

Los miembros del *Hyracotherium* eran más largos que los del *Phenacodus*, especialmente los pelvianos, los cuales en los primeros équidos eran alrededor de 40% más largas que las frontales. Dotando probablemente al *Hyracotherium* de una grupa alta y una marcha a saltos.⁶

En el *Hyracotherium* los huesos metacarpianos y metatarsianos eran aproximadamente el doble de largo y más delgados que en el *Phenacodus*. Los dígitos I y V del miembro pelviano y el I del miembro torácico ya no estaban presentes. Los metacarpianos y metatarsianos se comprimieron más, formando una muñeca y tobillo más estrechos que en el *Phenacodus*. El tobillo se estabilizó para la liberación eficiente de impulso mediante el desarrollo de una única superficie convexa en el talus. Las crestas en la superficie articular tibial del talus eran más prominentes que en los condilartros. El miembro torácico se vio reforzado por el desarrollo de carpos "alternos", es decir, la fila superior del carpo se entrelazaba con la fila inferior (Fig. 55). Estos cambios son significativos en el desarrollo de la aceleración rápida, la marcha a saltos y el movimiento característico de locomoción de los ramoneadores.⁶



Fuente: Bennett, 1992

Fig. 55 Huesos de la mano de condilartro a Equus, con dimensiones similares para facilitar su comparación.

En el *Miohippus* la región del tobillo se fortaleció; la parte proximal del tercer metatarsiano de los équidos primitivos hacia contacto con el hueso ectocuneiforme del tarso. En el *Mesohippus*, se desarrolló una estructura más compacta y estrechamente entrelazada, en la que el metatarso III tenía contacto tanto con el hueso ectocuneiforme como con el hueso cuboide. El *Parahippus* y todos los équidos pastadores heredaron esta estructura del tobillo. Todos los descendientes del *Mesohippus* (*Mesohippus* y pastadores) no poseen más de tres dedos en cada miembro locomotor.⁶

En los chalicomorfos del post-Eoceno todo el miembro se alargó proporcionalmente, manteniendo la grupa alta como en el *Miohippus*. Los huesos metacarpianos se alargaron para producir los primeros équidos en posición

"elevada". Todos los elementos distales se alargaron, mientras que la escápula, húmero y fémur mantuvieron las proporciones aproximadas que tenían en el *Mesohippus*. Las falanges de los chalicomorfos tendieron a ser más amplias y más pesadas que en otros équidos.⁶

Los elementos distales de los équidos pastadores se mantuvieron constantes, mientras que la escápula, el húmero y el fémur fueron proporcionalmente más cortos que en los chalicomorfos.⁶

Algunos mamífero pueden girar la mano y colocar la palma hacia dorsal (supinación) siempre y cuando la cabeza del radio sea redondeada y su eje sea independiente al eje de la ulna, sin embargo, en los équidos las partes distales de los miembros no deben rotar durante el desplazamiento o locomoción, es decir, los cascos deben hacer contacto en el suelo con la punta mirando hacia el frente. En los chalicomorfos los ejes del radio y de la ulna, aunque muy aplanados, estaban separados, permitiendo le supinación; esta acción se inhibe por el desarrollo de un proceso lateral proximal del radio, que extiende la superficie articular lateralmente para el húmero y que detiene la rotación del radio. En los pastadores, este proceso se perdió, pero el eje de la ulna se fusionó con el del radio, evitando completamente la supinación.⁶

Únicamente los équidos pastadores desarrollaron en los extremos distales de los metacarpos/metatarsos y en ambos extremos de las falanges proximales un sistema de bordes prominentes y ranuras profundas. Las crestas y surcos se orientaron en dirección craneal y caudal para limitar la flexión y extensión de la articulación.⁶

Los équidos ramoneadores y probablemente también los équidos de transición tenían grandes almohadillas en los dedos. Las almohadillas de los dedos lateral y medial se perdieron en los pastadores. La planta del pie se hizo gruesa y dura para protegerlo de golpes en los terrenos duros, mientras que la antigua almohadilla del dedo central persistió como la ranilla y el cojinete digital, que es una almohadilla fibroelástica llena de sangre. El cojinete digital se

desarrolló en el mismo lugar de la antigua almohadilla del dedo, por debajo y caudal del último hueso, pero en los pastadores, incorporó a las paredes tejido córneo (casco) para protegerse.⁶

Ya que los équidos llegan a permanecer de pie hasta 18 horas por día, durante la evolución tuvieron que desarrollar un mecanismo que les permitiera mantenerse en pie durante periodos prolongados con un gasto reducido de energía muscular; este sistema se conoce como "aparato estático pasivo". Debido a que este aparato implica la interacción de estructuras óseas, su desarrollo puede ser rastreado a través de fósiles. Estas investigaciones han mostrado un aparato estático pasivo rudimentario en algunas especies de *Dinohippus* y uno mejor desarrollado en especies extintas de *Equus*.³⁴

Reducir el número de dedos de cinco a uno requiere de algunas adaptaciones que aseguren el balance y estabilidad del animal cuando esté de pie o en movimiento sobre la punta de un solo dedo. En humanos el soporte del peso corporal está concentrado en el metatarso y falanges del dedo I, pulgar. Los otros cuatro dedos proveen el balance lateral y estabilidad al miembro; esta función se logra con la posición en abanico de los cuatro dígitos. En carnívoros el dedo I ha retrocedido a un estado no funcional, y el soporte del peso corporal parece tener lugar principalmente en el tercer y cuarto dígitos; el segundo (y, en cierta medida el cuarto) proporcionan el equilibrio mediolateral.²⁰

En los caballos, la evolución se concentró en el soporte del peso corporal y el balance de cada miembro en un solo dedo (el tercero) asociado a la cápsula del casco. Los otros cuatro dígitos desde hace mucho tiempo dejaron de tener contacto con el suelo, haciendo de la parte distal de los miembros de los equinos una estructura altamente especializada. Se puede suponer que el III dígito equino ha evolucionado para proporcionar las mismas funciones de apoyo y equilibrio proporcionado por los otros dígitos de las especies de mamíferos con varios dedos, a través de un cambio sofisticado en su construcción anatómica.²⁰

Existe una simetría general en la parte distal de los miembros de los equinos, en la que los cuatro son estructuralmente similares. Dentro de esta simetría general hay un patrón consistente de asimetría entre los lados medial y lateral. Desde el extremo distal del tercer hueso metacarpiano/metatarsiano (huesos de la caña) hasta la falange 3, las superficies articulares de cada una de las estructuras son ligeramente más grandes en la zona medial de la extremidad que en la lateral.²⁰

En la articulación metacarpo o metatarso falángica (menudillo), la superficie articular del extremo distal del hueso de la caña comprende dos cóndilos que están separadas por una cresta sagital. Esta cresta no es central, por lo que la superficie articular se divide en un cóndilo medial ligeramente más grande y un cóndilo lateral ligeramente más pequeño, haciendo que la cavidad articular medial al surco de la superficie articular proximal de la primera falange (P1) sea poco profunda y ligeramente más grande que la lateral de la ranura.²⁰

Este patrón continúa hacia el dedo, en la articulación interfalángica proximal (entre la falange proximal y media o de la cuartilla) y la articulación interfalángica distal (entre la falange media y distal) así como en la forma de la tercera falange. Este último hueso tiene forma de abanico, se ensancha dramáticamente de proximal a distal (al igual que la pared del casco supra yacente) y el lado medial es un poco más inclinado que el lateral. La pared del casco también es ligeramente más vertical en el lado medial que en el lado lateral. La cápsula prehistórica del casco no está disponible para su observación, sin embargo las falanges de los ancestros monodáctilos del caballo muestran las mismas diferencias en el tamaño de la zona medial y lateral descritas en los actuales.²⁰

El caballo parece haber adaptado la parte distal de sus miembros de manera que las funciones de cargar el peso corporal y el equilibrio mediolateral se consiguen en un solo dígito. Sus estructuras sugieren que los cóndilos mediales y las cavidades articulares correspondientes eran largas, para soportar más proporcionalmente el peso del cuerpo del caballo y las fuerzas de compresión. El hecho de que la superficie parietal de la falange III y la pared del casco supra

yacente sean ligeramente más verticales medial que lateralmente también sugiere que el casco estaba adaptado a soportar un poco más peso e impacto en el lado medial. Lógicamente, una superficie vertical está mejor equipada y capacitada para la función de carga que una estructura inclinada.²⁰

La pendiente es ligeramente mayor en el lado lateral de la falange III y la pared del casco que la cubre sugiere que este lado del dedo se adaptó a la función de estabilidad y equilibrio, al igual que el papel desempeñado por los cuatro dígitos laterales del pie humano y por el segundo y cuarto dedos en el pie canino. Con la disminución en el número de dedos que proporcionan el equilibrio y la estabilidad, el único dedo del caballo se modificó de manera que fuera capaz de expresar las funciones tanto de soporte de peso como de equilibrio de forma simultánea.²⁰

Estructuras vestigiales.

Crena. Es una muesca situada en el margen dorsal distal de la falange III que a menudo se encuentra en los caballos. Uno de los hallazgos más interesantes en la investigación de los dígitos fósiles, es que la falange distal del tercer dedo de los pre-caballos tenía una fisura o ruptura en el centro, desde la punta del dedo hasta un tercio de la superficie de la falange distal. Esta hendidura se encontró en todas las muestras observadas hasta la mitad del Pleistoceno, en el tiempo en que el antepasado inmediato del caballo emergió; aunque su función en el caballo prehistórico queda por determinar, la presencia y la ubicación común de esta muesca en el caballo indican que la crena es vestigial y no debe ser considerada como algo patológico.²⁰

Almohadilla del casco. Son de gran interés los cambios evolutivos que causaron que la almohadilla del tercer dedo se convirtiera en bulbos blandos, ranilla y cojinete digital del caballo actual. El primer pre-caballo que se conoce (*Hyracotherium*) tenía una almohadilla muy parecida a la de los digitígrados, como los perros, con una cápsula de casco situada frente a ella, que no sobrellevaba el peso corporal. Millones de años de presión evolutiva llevaron a que la almohadilla

se situara debajo del casco, haciéndolo una estructura funcional de soporte de peso. El impacto del talón es seguido por un ahuecamiento natural del terreno, que permite que el tejido blando se mueva proximalmente dentro de la cápsula del casco, forzando a la sangre a salir temporalmente de los tejidos del cojinete digital, bulbos y ranilla. La presión constante en la ranilla o en los bulbos provoca compresión de la circulación bulbar y debilita los talones y su sistema de soporte de tejido blando²⁰

Los équidos actuales son los que alcanzaron el más alto grado de especialización en los miembros, un mecanismo casi perfecto, adaptado al desplazamiento rápido sobre la tierra y casi incapaz de ningún otro tipo de movimiento. El húmero y el fémur son cortos pero pesados, y el radio y la tibia presentan mayor longitud y son los principales soportes de los miembros torácicos y pelvianos respectivamente. La diáfisis de la ulna está reducida y fusionada al radio, mientras que la fíbula queda reducida a una esquirra en la parte proximal de la tibia. Sólo el dedo III, está bien desarrollado, y tiene un metacarpo/metatarso muy alargado y falanges cortas; la falange distal termina en una estructura semicircular que soporta el casco. Los dedos laterales y mediales quedan reducidos a esquirras con articulaciones proximales, que corresponden a los dedos perdidos.¹

2.6.2. ANATOMÍA ACTÚAL.

Las proporciones y posición de los miembros locomotores de los équidos cambiaron a partir de su evolución a herbívoro de pies ligeros. El caballo es un animal unguligrade con un único dedo desarrollado para soportar el peso del cuerpo. Sin embargo los miembros locomotores muestran adaptaciones que lo especializan en el desarrollo de grandes velocidades, con la inherente pérdida de habilidad y versatilidad de movimientos.^{49, 63, 70}

a) Miembro torácico.

El miembro torácico del caballo está compuesto de cuatro segmentos principales: cinturón escapular, brazo (húmero), antebrazo (radio y ulna) y mano (carpo, metacarpo, falanges y huesos sesamoideos) (Fig. 56).⁵²

El caballo no tiene clavícula, por lo tanto no hay conexión ósea entre los miembros torácicos y el tronco. Estas estructuras se unen al cuerpo por medio de ligamentos, fascia y un potente conjunto de músculos posturales, que estabilizan el hombro y el codo y unen la escápula al tórax. El músculo serrato ventral y los músculos pectorales están dispuestos en forma de cabestrillo, en el que el tórax se suspende; esto permite al caballo dar saltos sin peligro de fractura. Estos elementos de tejido blando se conocen colectivamente como cinturón torácico o escapular.^{31, 49, 56}

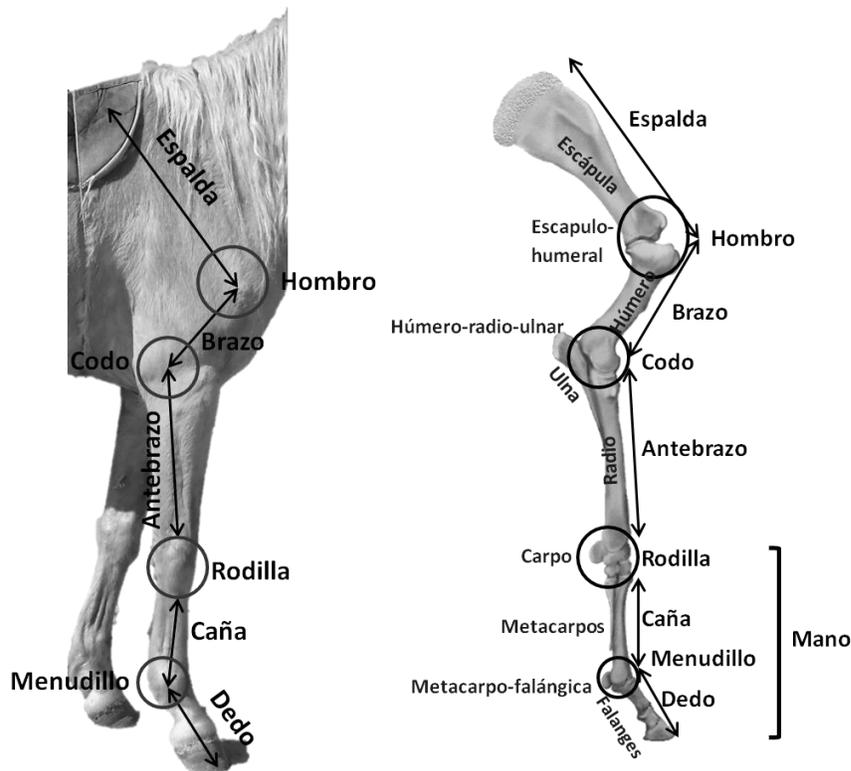


Fig. 56 Regiones en exterior y huesos del miembro torácico derecho de caballo.

Escápula.

Es un hueso triangular aplanado situado en la parte craneal de la pared lateral del tórax. Está curvado ligeramente e inclinado para adaptarse a la pared torácica. La longitud y la angulación de la escápula (idealmente 45°) determinan la pendiente de los hombros del caballo y la longitud de la zancada. Medialmente es lisa, ligeramente cóncava, lo que le permite deslizarse sobre las costillas, así como proporcionar tracción a los músculos y ligamentos del cinturón torácico. Distalmente presenta una cavidad glenoidea para la articulación con la cabeza del húmero.^{49, 52, 56}

Articulación escápulo-humeral.

Es una articulación formada por la unión de la cavidad glenoidea de la escápula y la cabeza del húmero. Está reforzada cranealmente por dos ligamentos elásticos. Carece de ligamentos colaterales, que son sustituidos por músculos que le proporcionan seguridad; de modo que es difícil que ocurra una dislocación. Los movimientos normales son de flexión y extensión; la aducción y abducción son muy limitadas.^{49, 52, 56}

Húmero

Es uno de los huesos más fuertes en el cuerpo del caballo y su angulación permite la absorción de impactos. Tiene una prominencia ósea en el extremo proximal, el tubérculo mayor, que crea la punta del hombro.^{49, 56, 70}

Articulación húmero-radio-ulnar.

Es la articulación formada entre el húmero, el radio y la ulna. Presenta un ligamento colateral medial y un lateral. Es una articulación que solo permite el movimiento de flexión y extensión.^{52, 56}

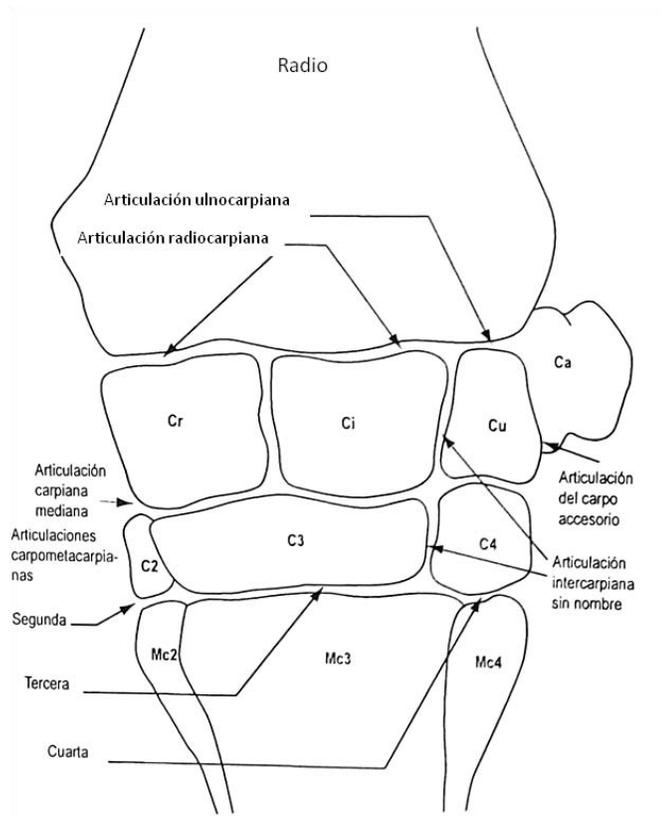
Radio y Ulna.

El radio y la ulna del equino conforman el antebrazo, en el caballo estos se fusionan para evitar la rotación del miembro torácico y para la eficiencia o

rendimiento. De los dos huesos, ulna y radio, sólo el radio soporta el húmero en la articulación del codo. El olecranon, situado en la extremidad proximal de la ulna, forma una palanca para los músculos extensores del codo.^{49, 52, 56, 70}

Carpo.

Es equivalente a la muñeca humana. Es una articulación en la que participan una serie de siete u ocho huesos cortos, compactos y dispuestos en dos filas, una proximal y otra distal (Fig. 57). Permite la flexión y la extensión, y no hay movimiento lateral o de rotación. En conjunto está diseñado para absorber el impacto. En la cara palmar de estos huesos corren los tendones flexores digitales que controlan la parte distal del miembro.^{28, 49, 52, 56}

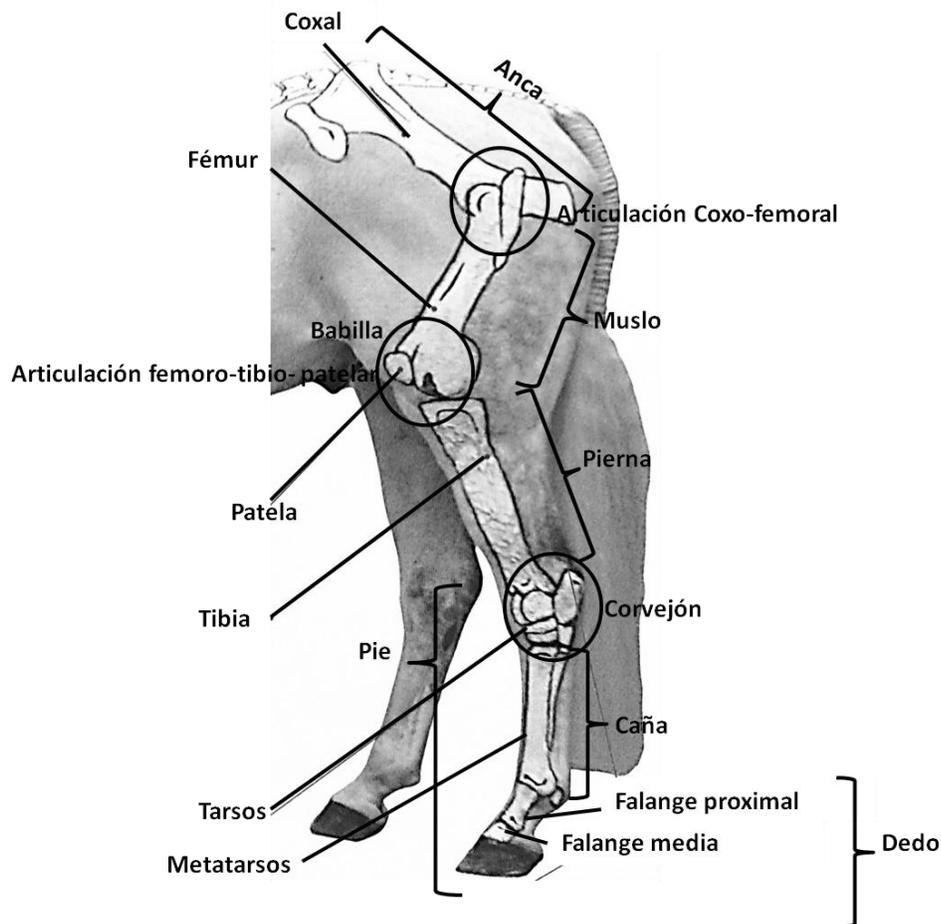


Fuente: Cuellar, 2001

Fig. 57 Carpo del caballo. Parte dorsal del carpo izquierdo del equino. Los huesos de la fila proximal de medial a lateral son: carpo radial (Cr), intermedio (Ci), ulnar (Cu) y accesorio (Ca). Los huesos de la fila distal están numerados segundo (C2), tercero (C3), cuarto (C4). Huesos metacarpos (Mc)^{49, 51}

b) Miembro pelviano.

El miembro pelviano (Fig. 58), está formado por cuatro segmentos: cinturón pelviano (hueso coxal, sacro y primeras tres vértebras caudales), el muslo (fémur y rótula), pierna (tibia y fíbula) y pie (tarso, metatarso y dedos). Abarca 40 huesos y proporciona al animal la principal propulsión hacia adelante.^{28, 52}



Fuente: modificado de Higgins, 2009

Fig. 58 Regiones en exterior y huesos del miembro pelviano izquierdo de caballo.

Pelvis.

El hueso coxal consta de tres huesos fusionados: el ilion, isquion y pubis. Estos huesos se unen y forman una depresión conocida como acetábulo en la que se articula la cabeza del fémur. Ambos huesos coxales están unidos por medio de

la sínfisis púbica formando así la pelvis, la que se une con el sacro y las tres primeras vértebras coccígeas para constituir el cinturón pelviano ^{49, 52, 56, 70}

Articulación lumbosacra.

Es la unión de la sexta vértebra lumbar y la primera sacra. Es una articulación sinovial, con aproximadamente 20° de flexión, que hacen de ésta la parte más flexible de la columna vertebral después del cuello y la cola. No hay flexión lateral. ⁵⁶

Articulación sacroiliaca.

Articulación sinovial formada por las superficies articulares del sacro y el ilion. Tiene un movimiento insignificante y se mantiene en su lugar por los ligamentos sacro ventral y dorsal. Esta es un área anatómica compleja. Es la única parte del esqueleto donde el esqueleto axial y apendicular tienen contacto directo. ^{52, 56}

Articulación coxo-femoral.

Es una articulación esferoidal formada por la cabeza del fémur y el acetábulo del hueso coxal. Actúa como un sitio de inserción muscular para la transferencia eficiente de la fuerza a la columna vertebral. ^{49, 52}

La cadera tiene gama completa de movimiento restringido solamente por el ligamento accesorio. Presenta movimiento de flexión, extensión, abducción, aducción, rotación y circunducción. ^{49, 52}

Fémur.

Es el hueso más largo y sólido de los huesos largos, es muy fuerte y pesado. Está adaptado para la inserción de músculos. Se articula proximalmente con el acetábulo y distalmente con la patela. La extremidad proximal es larga y consta de cabeza, cuello y trocánter mayor. La cabeza se articula con el acetábulo y está cortada medialmente por una escotadura profunda (*fóvea capitis femoris*), en la que se insertan los ligamentos accesorios y la cabeza del fémur. En la

extremidad distal presenta la tróclea, una superficie extensa de deslizamiento para la articulación con la rótula.^{49, 52, 56, 70}

Patela.

Es un hueso sesamoideo largo asociado con la babilla, que se articula con la tróclea del fémur. Es más o menos triangular, presenta una base proximal y un vértice distal.^{49, 52, 70}

Articulación fémoro-tibio-patelar.

Es la articulación formada por el fémur, la tibia y la patela. Es la más grande en el cuerpo del caballo y corresponde a la rodilla en el humano.^{28, 49}

La articulación femoropatelar está formada por la tróclea del fémur y la superficie articular de la patela. La articulación femorotibial está compuesta por los cóndilos del fémur, el extremo proximal de la tibia y los meniscos o cartílagos semilunares articulares. Los principales movimientos de la articulación de la babilla son los de extensión y flexión.⁵²

Una de sus principales funciones es mantener el miembro pelviano rígido cuando se coloca el pie en el suelo. Esto se logra mediante la contracción de los músculos insertados en la patela. La semiflexión de la articulación de la babilla actúa como un amortiguador y reduce los efectos del impacto.⁴⁹

Tibia.

Es un hueso largo, que se articula proximalmente con el fémur, distalmente con el tarso y lateralmente con la fíbula. Su función principal es proveer un área de inserción para músculos y ligamentos, el de mayor importancia es el tendón flexor digital profundo.^{49, 52, 56}

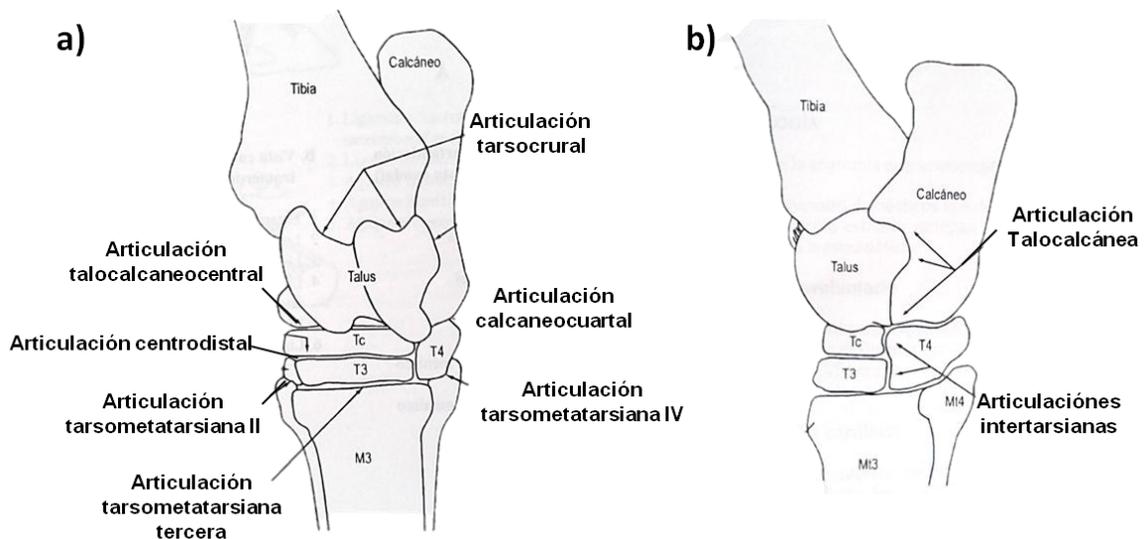
Fíbula.

La fíbula del caballo es un hueso largo reducido, situado a lo largo del borde lateral de la tibia. La superficie lateral proporciona inserción al ligamento colateral

lateral de la articulación de la babilla. La fíbula del caballo es reducida en tamaño, prácticamente es rudimentaria o vestigial.^{49, 52, 56, 70}

Huesos del Tarso.

El tarso o corvejón del caballo (Fig. 59), normalmente, comprende seis huesos cortos, en raras ocasiones pueden estar presentes siete, dispuestos en tres filas. En la fila proximal están el talus y el calcáneo; en la fila central el tarso central; y en la fila distal los huesos del tarso 1-4, el primero y segundo huesos del tarso algunas veces se fusionan. El cuarto tarsal ocupa parte de la fila central y la fila distal.^{49, 52, 70}



Fuente: Cuellar, 2001

Fig. 59 Tarso izquierdo del equino. . a) Vista dorsolateral, b) vista lateral. Tc, hueso tarsal central. T1+ 2, hueso del tarso 1 y 2 (fusionados). T3, hueso del tarso 3. T4, hueso del tarso 4. Mt3, hueso metatarsiano III. Mt4, hueso metatarsiano IV.

c) Porción distal de los miembros apendiculares.

La porción distal del miembro pelviano del equino posee la misma disposición anatómica a partir de los metacarpos/metatarsos hasta el casco, tanto en el miembro torácico como en el pélvico.⁵⁶

No tiene músculos debajo de los carpos y tarsos. Esto los hace ligeros, permitiendo que el caballo se mueva con velocidad, reduce la demanda de energía y mejora la resistencia.⁵⁶

Metacarpos/metatarsos.

El hueso de la caña, o metacarpos y metatarsos del miembro torácico y pelviano respectivamente, es un hueso delgado, fuerte y largo que sostiene el peso del cuerpo. En el caballo están presentes tres huesos metacarpianos, de estos solamente uno, el tercero, está bien desarrollado por lo que solo presenta un dedo; los otros dos, el segundo y cuarto, son el equivalente evolutivo del dedo índice y anular humanos, abarcan tres cuartas partes de la caña y comúnmente son llamados pequeños metacarpianos o “sebrehuesos”.^{52, 56}

Presentan la misma disposición en los miembros torácicos y pelvianos, aunque si tienen algunas diferencias importantes. El tercer metatarsiano tiene alrededor de una sexta parte menos de longitud que su homónimo metacarpiano. El cuerpo o eje es más cilíndrico. El foramen nutricio es relativamente mayor que el del hueso metacarpiano. La base es mucho más ancha, dorsopalmarmente, que la del hueso metacarpiano. El metatarso III tiene una sección transversal redonda, mientras que la de metacarpo III es un óvalo orientada lateromedialmente. El segundo y cuartos son un poco más largos que sus homónimos metacarpianos.^{52,}
70

Articulación metacarpo falángica o metatarso falángica.

La articulación del menudillo está formada por la unión de la del extremo distal del metacarpo o metatarso III, el extremo proximal de la falange proximal y los dos huesos sesamoideos proximales. Posee movimientos de flexión y extensión. Su papel es el de transferir fuerzas por todo el miembro. Los huesos sesamoideos proximales se encuentran en la cara palmar de la articulación metacarpo falángica. Cada hueso sesamoideo tiene la forma de una pirámide de tres lados.^{49, 52}

Huesos sesamoideos

Los huesos sesamoideos proximales y distales son huesos cortos que actúan como poleas, permiten a los tendones ejercer tracción sobre las falanges. Los proximales (dos) se articulan con el metápodo III, mientras que el distal (uno), conocido como el hueso navicular, se encuentra en la cara palmar, en contacto con la falange media y la distal, cubiertos por el casco.⁷⁰

Falanges.

Los huesos del dedo incluyen las falanges proximal, media, dos huesos sesamoideos, la falange distal y el navicular. Juntos forman una complicada disposición de articulaciones, cartílagos, ligamentos, vasos sanguíneos y nervios. Son los primeros huesos del pie para absorber el impacto. Poseen un poco de movimiento lateral y de rotación. Esto permite a la extremidad hacer frente cuando el pie se planta de forma inesperada en una superficie irregular evitando que el pie se tuerza.⁵⁶

Las falanges forman el esqueleto de soporte del único dígito. La falange proximal, también conocido como falange I, es la más larga de las tres, presenta un área rugosa triangular en su superficie palmar. La falange media o falange II, es la mitad de largo que la anterior y presenta una tuberosidad flexora en su aspecto proximopalmar que se amplía proximalmente por un fibrocartílago complementario para la fijación de los ligamentos y el tendón flexor digital superficial. La falange distal o falange III está enteramente cubierta por el casco, al cual se adapta; presenta tres superficies, tres bordes y dos ángulos. La superficie articular proximal se articula con la falange media, presenta una zona lisa y estrecha a lo largo del borde palmar para articularse con el sesamoideo distal. El borde proximal o coronario presenta una eminencia central, la apófisis extensora, en la que se inserta el tendón del músculo extensor común. A cada lado, existe una depresión para la inserción del ligamento colateral.^{52, 70}

Articulación interfalángica. Está formada por la unión del extremo distal de la falange proximal y el extremo proximal de la falange media. Los movimientos

son muy limitados, sólo de flexión y extensión. Mediante manipulación de la estructura se puede producir una ligera flexión lateral y medial de rotación cuando la articulación está flexionada.⁵²

Articulación interfalángica distal. Está formada por la unión de las falanges media, distal y el hueso sesamoideo distal. Los principales movimientos son los de flexión y extensión. En estática, la articulación se encuentra extendida y durante la flexión palmar puede existir un pequeño movimiento lateral y rotación cuando se manipula la articulación.⁵²

Casco.

El casco es una modificación córnea de la epidermis que protege estructuras sensibles, es similar a las garras y cuernos presentes en otros animales. Rodea a la falange distal, el sesamoideo distal y parte de la falange II.^{49,}

71

La falange III proporciona la forma y rigidez necesaria para soportar el peso. El hueso navicular, situado justo en la cara palmar de la falange distal y en frente de los bulbos actúa como una polea sobre la que corre el tendón flexor digital profundo, que es responsable de la flexión de la mano o del pie. El casco también contiene cartílago, vasos sanguíneos y nervios. Las láminas sensibles proporcionan el área principal de circulación sanguínea y fijan el casco al hueso de la tercera falange.⁵⁶

El casco del caballo crece en promedio 5 mm al mes y es una estructura altamente especializada, diseñada para:^{49, 56}

- Proveer una superficie de soporte del peso que no se desgaste fácilmente;
- Proteger estructuras internas sensitivas del pie;
- Actuar como amortiguador.

Estructura del casco.

Muralla. Es el área visible del casco, compuesta de una capa córnea insensible (queratina) de la epidermis que cubre el extremo distal del dígito, se produce y crece por debajo de la banda coronaria. Cubre la parte dorsal y lateral de la mano y el pie, se refleja palmar o plantarmente para formar las barras del casco. La superficie interna presenta unas láminas córneas; las láminas primarias son estrechas y delgadas en su origen y en el borde inferior del surco coronario, pero distalmente se hacen más gruesas y altas; se unen a la pared y la planta por medio de una sustancia cornea interlaminar, así se forma la zona blanca.^{31, 49, 52}

Periople. Es una fina capa córnea blanca y brillante que cubre la pared del casco, el cual se origina a partir de la banda coronaria.^{49, 52}

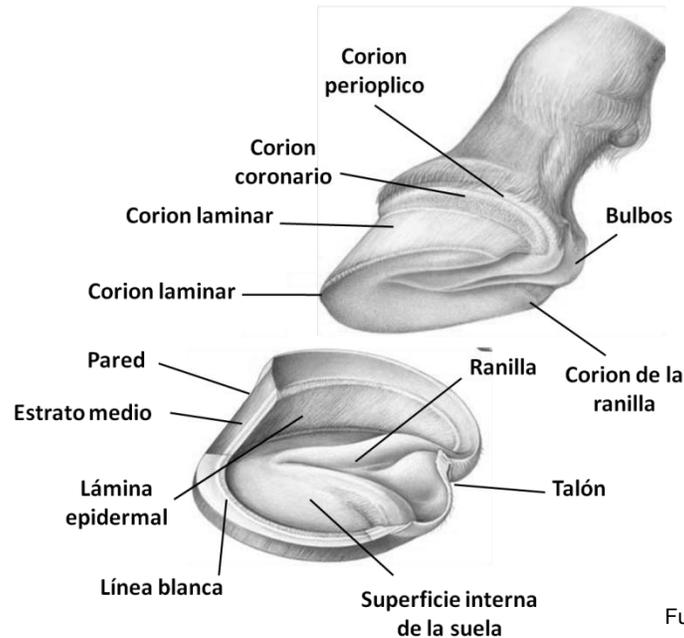
Suela. Forma la mayor parte de la superficie basal del casco. Es una placa de forma ligeramente semilunar, cóncava queratinizada que se adhiere a la superficie plantar/palmar de la tercera falange, de modo que se arquea sobre el suelo para proteger las estructuras sensibles dentro del pie. Normalmente, la concavidad de la suela permite a la pared y a la ranilla soportar la mayor parte del peso y el desgaste.^{49, 52, 71}

La línea blanca es la unión del margen exterior de la suela con el borde interior de la pared, y es donde las láminas epidérmicas de la pared del casco se desgastan. Es útil como punto de referencia para los clavos del herraje. Un clavo colocado correctamente inicia en o fuera de la línea blanca, sin tocar las estructuras sensibles del pie.⁷¹

Ranilla. Es una plataforma especializada, en forma de cuña cerca de los talones, de tejido corneo suave, relativamente flexible. Está diseñada para el soporte de peso, actúa como un amortiguador, pero también como una bomba que mueve la sangre de los miembros locomotores de regreso al corazón.^{56, 71}

La pared, barras, y ranilla son las estructuras de soporte de peso. Éstos se expanden y contraen con cada paso como el peso se transfiere de un pie a otro.⁵⁶

El casco carece de vasos y recibe su nutrición por medio del corion (Fig. 60). El corion del casco o pododermis es la porción del integumento común especialmente modificado y muy vascular. Se divide en cinco partes que nutren porciones correspondientes del casco.⁵²



Fuente: Grönberg, 2002

Fig. 60 Estructuras internas del casco.

Corion perioplico. Es una banda que se encuentra en el surco existente entre el perioplo y el borde coronario de la pared. Presenta papilas muy finas que se incurvan hacia abajo y se alojan en depresiones del perioplo, al que nutre. Es una membrana especial que controla la cantidad de humedad en el pie.^{52, 56}

Corion coronario. Es la parte gruesa del corion que ocupa el surco coronario y nutre la masa de la pared y a partir de ella crece la muralla. La cara superficial, convexa, está cubierta de papilas filiformes que se alojan en los orificios infundibulares del surco coronario. En los talones y a lo largo de las barras, las papilas están dispuestas en filas separadas por finos surcos. La cara profunda está unida al tendón extensor y a los cartílagos de la falange distal.^{52, 56}

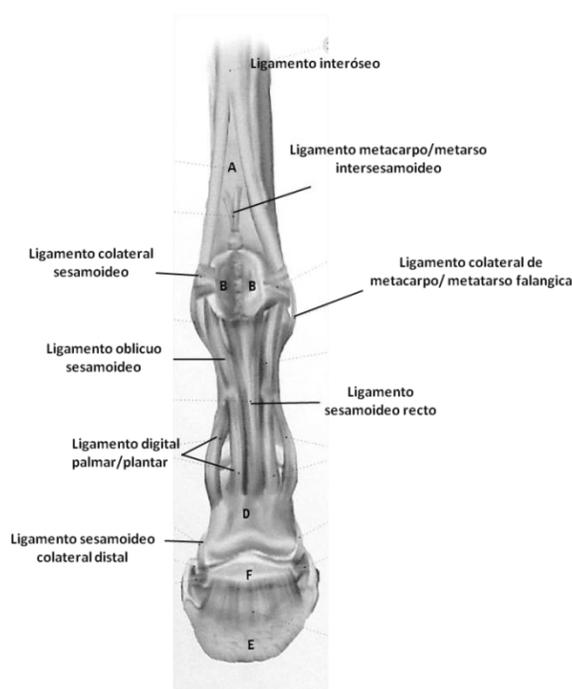
Corion laminar. Presenta láminas primarias y secundarias interfoliadas con láminas córneas de la pared y las barras. Se inserta en la cara dorsal de la falange

distal, mediante un periostio modificado, que contiene un rico plexo venoso. Nutren a la lámina córnea y a la línea blanca. Debido a su inervación, frecuentemente es llamado lámina sensitiva del casco. La lámina sensitiva se entrelaza con una lámina epidermal, debido a que esta última no está inervada, se describe como lámina no sensitiva. La mayor parte del peso del caballo se transfiere por las láminas a la pared del casco en lugar de la suela del pie directamente.^{52, 71}

Corion de la palma. Corresponde a la palma córnea, a la que nutre. La superficie profunda está unida a la superficie palmar de la falange distal por un periostio modificado y muy vascularizado.⁵²

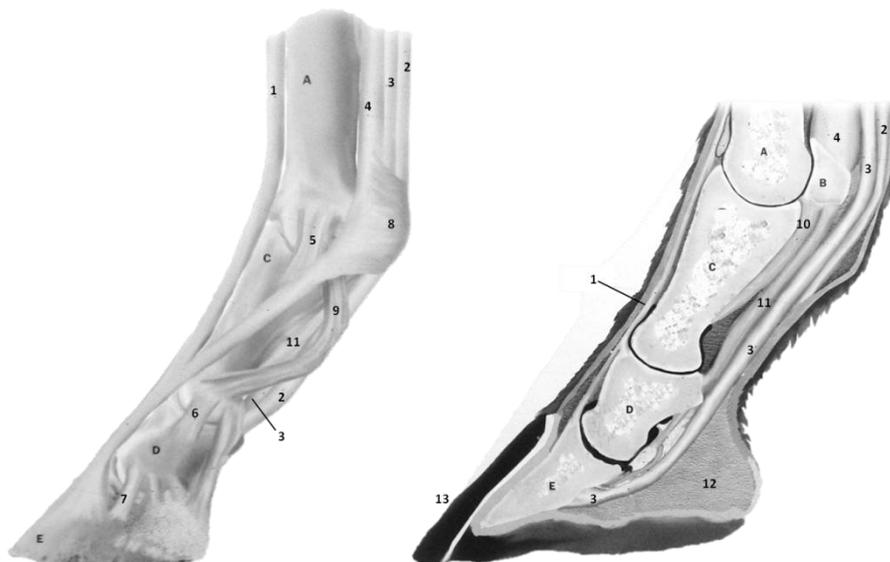
Corion de la ranilla. También llamado ranilla sensitiva, presenta pequeñas papilas y su cara profunda se fusiona con la almohadilla digital. Nutre a la ranilla.⁵²

d) Ligamentos (Fig. 61, 62)



Fuente: Grönberg, 2002

Fig. 61 Ligamentos digitales. Vista palmar/plantar. A) metacarpo/metatarso III. B) sesamoideos proximales. C) falange proximal. D) falange media. E) falange distal. F) sesamoideo distal.



Fuente: Grönberg, 2002

Fig. 62 Ligamentos y tendones digitales del caballo. Vista lateral. A) metápodo III. B) sesamoideo proximal. C) falange proximal. D) falange media. E) falange distal. 1) Tendón del extensor digital común. 2) Tendon flexor digital superficial. 3) Tendon flexor digital profundo. 4) Músculo interóseo. 5) Ligamento colateral de metacarpo/ metatarso falángica. 6) Ligamento colateral interfalangico proximal. 7) Ligamento colateral interfalangico distal. 8) Ligamento anular palmar/plantar. 9) Ligamento anular digital proximal. 10) Sesamoideo oblicuo. 11) Ligamento sesamoideo recto. 12) Almohadilla digital. 13) Cápsula del casco

e) Músculos (Tabla 4, 5, 6)

Tabla 4 Músculos cervicales del caballo (Fig. 63).

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	ACCIÓN/FUNCIÓN
Cervicales ventrales			
Esternocefálico	Cartílago del manubrio (esternón)	Borde caudal de la rama mandibular	Bilateral flexión de la cabeza y cuello. Unilateral inclina la cabeza y cuello lateralmente
Esternohioideo	Cartílago del manubrio (esternón)	Hioides	Retrae y deprime el hueso hioides, base de la lengua y laringe. Fija el hueso hioides
Omohioideo	Articulación escapulo-humeral	Hioides	Retrae el hueso hioides
Escaleno medio	Borde craneal y superficial de la costilla I	Parte dorsal, apófisis transversa de C7 Parte ventral, apófisis transversa de C6,5,4	Flexión o inclinación lateral del cuello
Recto ventral mayor de la cabeza	Apófisis transversas de C5,4,3	Occipital	Flexión (acción bilateral) o inclinación lateral de la cabeza la cabeza
Recto ventral	Arco ventral del	Occipital	Flexiona la articulación atlanto occipital

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	ACCIÓN/FUNCIÓN
menor de la cabeza	atlas		
Recto lateral	Arco del atlas	Proceso paracondilar del occipital	Doblar lateralmente y flexionar la cabeza
Largo del cuello	Porción torácica: cuerpo de las primeras 5 cervicales Porción cervical: apófisis transversas de cervicales	Porción torácica: cuerpo y apófisis transversa de C6 y 7 Porción cervical: cuerpo de cervicales y atlas	Flexiona el cuello
Cervicales laterales			
Esplenio	Espina de T3, 4, 5 y porción funicular del ligamento nuchal	Cresta nuchal del occipital, hueso temporal, ala del atlas y proceso transverso de C3-5	Acción bilateral, elevación de la cabeza. Acción unilateral, inclina la cabeza lateralmente.
Largo de la cabeza	Apófisis transversa de T1, 2, apófisis articular de cervicales	Temporal, ala del atlas	Bilateral, extensión de la cabeza y cuello. Unilateral, flexión lateral del cuello y cabeza
Semiespinal	Espina de T 3-5 Apófisis transversas de T 1-6 Apófisis articular de cervicales	Occipital	Principal músculo extensor de la cabeza y cuello. Acción bilateral elevar la cabeza y cuello Acción unilateral doblar la cabeza y cuello lateralmente
Espinal			
Oblicuo caudal de la cabeza	Proceso espinoso y articular caudal del Axis	Alas del atlas	Rotar el atlas Fijar y extender la articulación atlantoaxial
Oblicuo craneal de la cabeza	Alas del atlas	Cresta del occipital, temporal	Acción bilateral eleva la cabeza (se extiende) Acción unilateral flexiona lateralmente la cabeza
Recto dorsal mayor de la cabeza	Proceso espinoso del axis	Cresta nuchal del Occipital	Elevar la cabeza
Recto dorsal menor de la cabeza	Atlas	Occipital	Contribuye con el recto dorsal mayor dorsal a elevar la cabeza

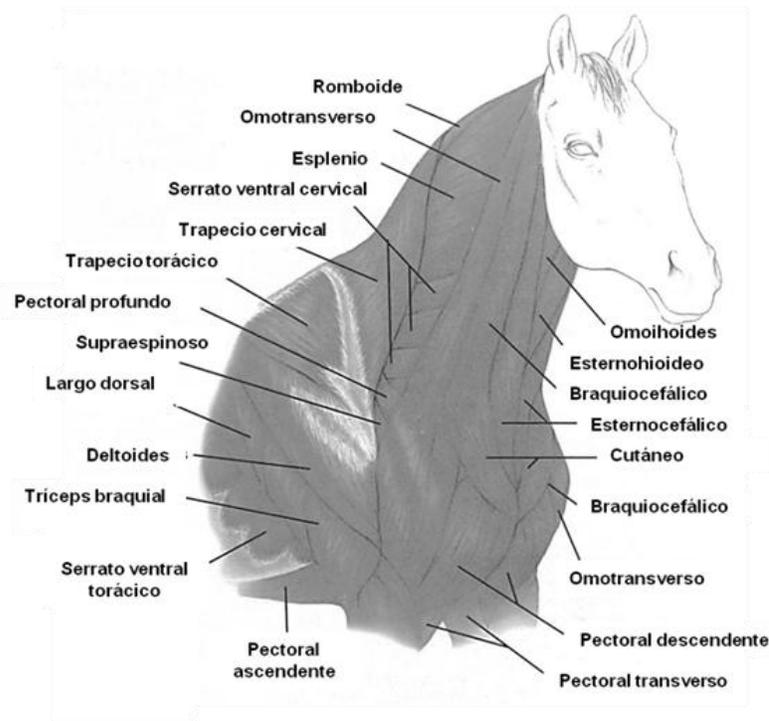


Fig. 63 Músculos cervicales del caballo.

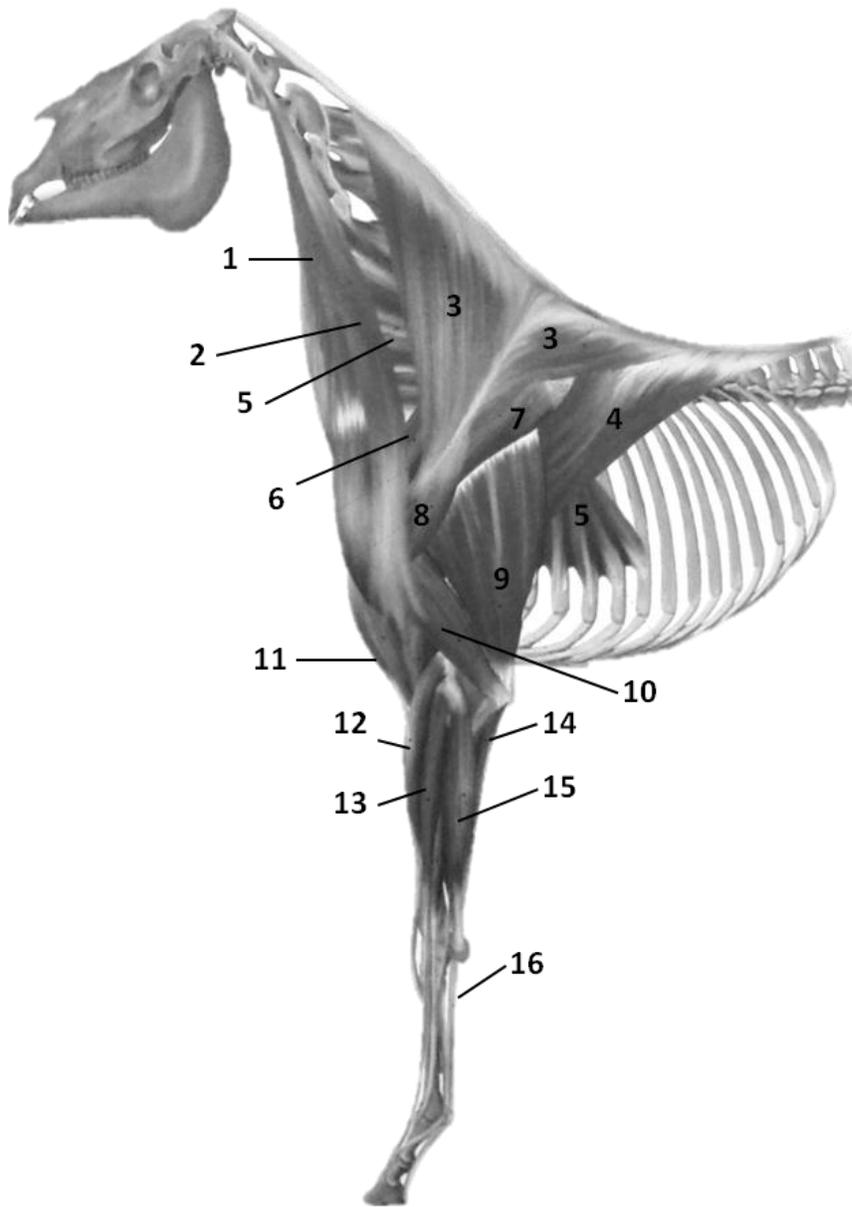
Fuente: Riege, 1996

Tabla 5 Músculos del miembro torácico (Fig. 64)

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	FUNCIÓN
Braquiocefálico	Articulación escápulo-humeral	Temporal	Dirige el miembro torácico cranealmente
Omotransverso	Ala del atlas	Espina de la escápula	Mueve cranealmente el hombro
Romboide	Ligamento nuczal	Cartílago escapular	Aduce y mueve dorsalmente el hombro
Grupo lateral de la espalda			
Deltoides	Parte proximal del borde caudal de la escápula Apófisis espinosa de la escápula	Tuberosidad deltoides	Flexiona la escápula y abduce el brazo
Supraespinoso	Fosa supraespinosa Apófisis espinosa Parte distal del cartílago escapular	Tubérculos mayor y menor del húmero	Extender la articulación escapulo-humeral Evita dislocación
Infraespinoso	Fosa infraespinosa y cartílago escapular	Tubérculo mayor del húmero	Abduce el brazo
Redondo menor	Fosa infraespinosa Borde caudal escapular	Tuberosidad deltoides	Flexiona la articulación

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	FUNCIÓN
	Tubérculo de la fosa glenoidea		escapulo-humeral
Grupo medial de la espalda			
Subescapular	Fosa subescapular	Tubérculo menor del húmero	Aduce el húmero
Redondo mayor	Angulo caudal de la escápula	Tuberosidad del teres mayor del húmero	Flexiona la articulación escapulo-humeral Aduce el brazo
Coracobraquial	Apófisis coracoides escapular	Tuberosidad <i>Teres mayor del húmero</i>	Aduce el brazo y flexiona la articulación del hombro
Brazo			
Músculo dorsal ancho	Fascia toracolumbar	Húmero	Flexión la articulación escapulo-humeral
Bíceps braquial	Tubérculo supraglenoideo	Tuberosidad radial	Flexiona la articulación húmero-radio-ulnar Fija la escápulo y húmero en estática
Braquial	Tercio proximal de la superficie caudal del húmero	Borde medial del radio	Flexiona la articulación húmero-radio-ulnar
Cabeza largo del tríceps braquial	Borde caudal de la escápula	Parte lateral y caudal de la tuberosidad del olécranon	Extiende la articulación húmero-radio-ulnar Flexiona la articulación escapulo-humeral
Cabeza lateral del tríceps braquial	Tuberosidad deltoides	Superficie lateral del olécranon	Extender la articulación húmero-radio-ulnar
Cabeza medial del tríceps braquial	Cuerpo del húmero	Tuberosidad del olécranon	Extender la articulación húmero-radio-ulnar
Ancóneo	Tercio distal de la superficie caudal del húmero	Superficie lateral del olécranon	Extender la articulación húmero-radio-ulnar
Antebrazo y mano			
Extensor carpo radial	Cresta epicondiloidea lateral del húmero	Tuberosidad metacarpiana	Extender y fijar la articulación del carpo. Flexionar la articulación húmero-radio-ulnar
Extensor común del dedo	Porción craneal distal del húmero Extremidad proximal del radio	Falange distal Superficie dorsal proximal de la falange proximal y media	Extender las articulaciones digital y carpiana Flexionar la articulación húmero-radio-ulnar

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	FUNCIÓN
Extensor digital lateral	Tuberosidad lateral del radio	Falange proximal	Extender el dedo y carpo
Abductor largo del dedo	Borde lateral del radio	Metacarpo II	Extender articulación del carpo
Flexor carpo radial	Epicóndilo medial del húmero	Extremo proximal del metacarpo II	Flexionar la articulación carpal y extender la articulación húmero-radio-ulnar
Flexor del carpo	Epicóndilo medio del húmero Olécranon	Accesorio del carpo	Flexionar la articulación del carpo y extender la articulación húmero-radio-ulnar
Extensor del carpo	Epicóndilo lateral del húmero Articulación húmero-radio-ulnar	Carpal accesorio Extremidad proximal del metacarpo IV	Flexionar articulación del carpo Extender la articulación húmero-radio-ulnar
Flexor digital superficial	Epicóndilo medial del húmero Superficie caudal del radio	Extremidad proximal de la falange media Extremidad distal de la falange proximal	Flexionar el dedo y carpo Extender el dedo
Flexor digital profundo	Epicóndilo medio del húmero Olécranon Radio y ulna	Falange distal	Flexionar el dedo y carpo Extender el codo



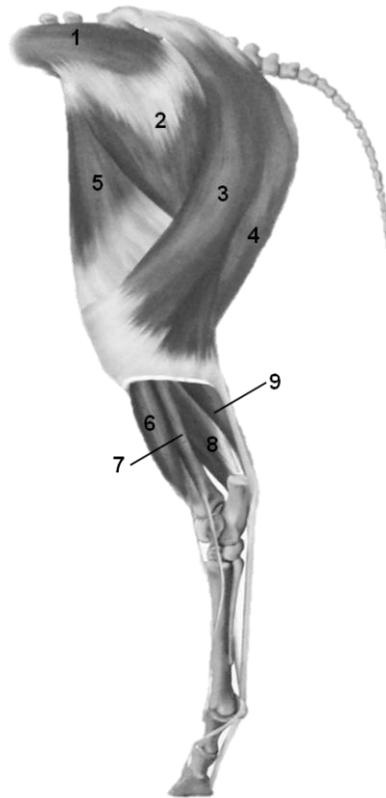
Fuente: Riege, 1996

Fig. 64 Músculos del miembro torácico del caballo. 1) *Braquiocefálico*, 2) *Omotransverso*, 3) *Trapecio*, 4) *Largo dorsal*, 5) *Serrato ventral*, 6) *Supraespinoso*, 7) *Infraespinoso*, 8) *Deltoides*, 9) *Tríceps braquial*, 10) *Cabeza lateral del tríceps braquial*, 11) *Bíceps braquial*, 12) *Radio-carpal extensor*, 13) *Extensor digital común*, 14) *Flexor digital profundo*, 15) *Flexor lateral del carpo*, 16) *Tendón flexor digital superficial*.

Tabla 6 Músculos del miembro pelviano (Fig. 65)

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	ACCIÓN/ FUNCIÓN
Sublumbares			
Psoas menor	Cuerpo de las últimas vertebrae torácicas L1-5 Extremidad vertebral de las costillas 16 y 17	Cuerpo del ilion	Flexionar la pelvis sobre los ijares Inclinación lateral
Psoas mayor	Apófisis transversa de lumbares y últimas costillas	Trocánter menor del fémur	Flexionar la articulación coxo-femoral
Iliaco	Superficie sacropélvica del ilion Alas del sacro	Trocánter menor del fémur	Flexionar la articulación coxo-femoral
Cuadrado lumbar	Superficie ventral de las últimas dos costillas Apófisis transversas lumbares	superficie ventral de ala del sacro	Flexión lateral de ijares
Laterales de la cadera y muslo			
Glúteo superficial	Tuberosidad coxal Borde lateral del ilion	Tercer trocánter del fémur	Abduce el miembro pelviano Flexiona la articulación coxo-femoral
Glúteo medio	Primera vértebra lumbar Tuberosidad del ilion	Parte caudal y cresta ventral del trocánter mayor del fémur Cresta intertrocantérica	Extiende la articulación coxo-femoral Abduce el miembro
Glúteo profundo	Espina isquiática Cuerpo del ilion	Trocánter del fémur	Abduce el muslo y lo rota medialmente
Bíceps femoral	Ligamento sacroiliaco dorsal Tuberosidad isquiática	Superficie caudal del fémur Rótula Tuberosidad calcánea	Extender y abducir el miembro pelviano Extender la articulación femoro-tibio-rotuliana y coxo-femoral
Semitendinoso	Apófisis transversa de Ca 1, 2 Superficie ventral de la tuberosidad isquiática	Borde craneal de la tibia Tuberosidad calcánea	Extiende las articulaciones coxo-femoral y tarsos
Semimembranoso	Ligamento sacrotuberal ancho Tuberosidad isquiática	Epicóndilo medial del fémur	Extender la articulación coxo-femoral Aduce el miembro pelviano
Mediales del muslo			
Sartorio	Fascia iliaca Tendón del psoas menor	Ligamento rotuliano menor Tuberosidad de la tibia	Flexionar la articulación coxo-femoral Aduce el miembro pelviano

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	ACCIÓN/ FUNCIÓN
Recto interno o grácil	Sínfisis pelviana Superficie ventral del pubis	Ligamento rotuliano medio Superficie medial de la tibia	Aduce el miembro pelviano
Pectíneo	Borde craneal del pubis	Borde medial del fémur	Aducir el miembro pelviano Flexionar la articulación coxo-femoral
Aductor	Superficie ventral del pubis e isquion	Superficie caudal del fémur Epicóndilo medial del fémur	Aduce el miembro pelviano Extiende la articulación coxo-femoral
Craneales del muslo			
Recto femoral	Cuerpo del ilion Dorsal y craneal al acetábulo	Base y superficie craneal de la patela	Extiende la articulación femoro-tibio-patelar Flexión de la articulación coxo-femoral
Pierna y pie			
Extensor digital largo	Fosa del fémur	Superficie proximal de la falange proximal y media	Extender el dedo Flexionar los tarsos Fijación de la articulación femoro-tibio-patelar
Extensor digital lateral	Ligamento colateral de la articulación femoro-tibio-patelar Tibia y fibula Ligamento interóseo	Tendón del extensor digital largo	Contribuye a la acción del extensor digital largo
Peroneo largo	Fémur	Metatarso III Calcáneo y 4° hueso tarsiano	Mecánicamente, flexión de los tarsos cuando la articulación femoro-tibio-patelar se flexiona
Tibial craneal	Cóndilo lateral Borde de la tibia	Extremo proximal del metatarso III Primer hueso tarsiano	Flexionar la articulación de los tarsos
Gastrocnemio	Tuberosidad supracondiloidea lateral y medial del fémur	Tuberosidad calcánea	Extender tarsos Flexionar articulación femoro-tibio-patelar
Flexor digital superficial	Fosa supracondiloidea del fémur	Tuberosidad del calcáneo A cada lado de la extremidad distal de la falange proximal y proximal de la falange media	Flexionar el dedo Extender la articulación del tarso
Flexor digital profundo	Cóndilo lateral de la tibia Cuerpo de la tibia Borde caudal de la fibula	Falange dista	Flexionar el dedo Extender la articulación del tarso
Poplíteo	Epicóndilo lateral del fémur	Superficie caudal de la tibia	Flexionar la articulación femorotibial



Fuente: Grönberg, 2002

Fig. 65 Músculos del miembro pelviano del caballo. 1) *Glúteo medio*, 2) *Glúteo superficial*, 3) *Bíceps femoral*, 4) *Semitendinoso*, 5) *tensor de la fascia lata*, 6) *Extensor digital*, 7) *Extensor digital lateral*, 8) *Flexor digital profundo*, 9) *Gastrocnemio*

El principal músculo extensor de esta área es el músculo glúteo medio. Este se inserta dentro de la fascia toracolumbar en la región lumbar y se inserta dentro de la pelvis, cadera y fémur. Además de crear propulsión y estar relacionado con la retracción del miembro posterior, este músculo extiende y suporta la articulación lumbosacra, sacroiliaca y la cadera, y transferir la potencia desde el tendón de la corva a la columna lumbar.⁵⁶

Los extensores digitales se originan en el fémur y se insertan en la extremidad posterior más baja. Ellos ayudan a transmitir el movimiento de los dedos del pie a través de los tendones de los miembros locomotores.⁴⁹

2.6.3. FUNCIÓN.

Los caballos ahora se crían principalmente para utilizarlos en el deporte y la recreación, actividades que con frecuencia plantean grandes exigencias sobre su velocidad y resistencia y que exponen sus miembros locomotores a un gran esfuerzo y con riesgo continuo de lesión. Incluso una incapacidad menor puede inhabilitar a un caballo para el trabajo, como lo establece el viejo adagio “sin pata, no hay caballo”. Debido a que las cojeras constituyen gran parte del trabajo de los especialistas en caballos, es necesario un conocimiento detallado de la anatomía de los miembros locomotores.⁶³

Los miembros torácicos y pelvianos tienen la misión principal de sostener el cuerpo cuando éste se encuentra en cuadripedestación normal y de impulsarlo hacia adelante cuando está en movimiento. Sin embargo, esta distribución de tareas no es constante; la distribución de peso que sostiene cada miembro puede ser alterada al variar la postura y cambiar el “centro de gravedad”. El jinete, mediante el uso de las riendas para flexionar las articulaciones cervicales, principalmente la atlantooccipital, “acorta” el cuello y por lo tanto hace que el centro de gravedad se desplace hacia los miembros posteriores.^{56, 63, 70}

El diseño del miembro torácico asegura que las fuerzas se lleven a cabo en línea recta hacia arriba y hacia abajo de la extremidad, para asegurar que cada estructura no se tense más que otra; mientras que, la extremidad posterior provee de propulsión para que el caballo avance. De tal modo, que es de vital importancia poseer conocimientos preciso de la anatomía, a fin de comprender adecuadamente los problemas de cojera y otras afectaciones de los miembros.^{49,}
52

Son los miembros torácicos los que sostienen la mayor parte del peso corporal cuando el animal está de pie, aproximadamente el 55-60% del peso corporal del caballo; ayudan al equilibrio y la dirección. Pero son también los que proporcionan los “amortiguadores” principales de impacto necesarios en las

marchas (trote, galope) y especialmente cuando tocan el suelo después del salto.
28, 56, 63, 70

El caballo no tiene clavícula. Los miembros torácicos están conectados al cuerpo por medio de ligamentos, fascia y un potente conjunto de músculos posturales, que estabilizan el hombro y codo, y unen la escápula a la cruz, columna y costillas. Estos elementos de tejido blando se conocen colectivamente como cinturón torácico. Permiten a la escápula deslizarse sobre las costillas y el tronco, de tal modo que el cuerpo se mueve libremente entre las escápulas hacia adelante y hacia los lados. Esto es importante para mantener el equilibrio, también permite la aducción y la abducción de las extremidades.⁵⁶

Miembro torácico.

Espalda. Recae en las primeras presiones transmitidas a través del dorso, incide igualmente el peso corporal del tórax, cuello y cabeza, y repercuten las fuerzas producidas tras el impacto del miembro con el suelo. Debe amortiguar esta acción en favor de la estabilidad y comodidad del tórax.⁵⁸

Brazo. Proporciona estabilidad y firmeza al miembro.⁵⁸

Antebrazo. Proporciona velocidad. Un antebrazo largo aumenta la capacidad de avance; mientras que, uno corto eleva los carpos con facilidad, da ligereza de movimientos disminuye la velocidad en la marcha, al disminuir la longitud del paso. Amortiguar las presiones a través de la ulna.⁵⁸

Carpos. Favorece la transmisión de fuerzas generadas en ambos sentidos (distal y proximal), amortigua y distribuye uniformemente las presiones entre las estructuras carpianas.⁵⁸

Metacarpo. Trasmisión de fuerzas en ambos sentidos⁵⁸

Huesos sesamoideos. Los dos sesamoideos proximales actúan como una polea sobre la que corre el tendón flexor profundo y ligamentos del aparato suspensorio.⁴⁹

Deportes equinos tales como salto, adiestramiento y polo, se basan en la transferencia del centro de gravedad hacia los cuartos traseros que son muy musculosos y bien desarrollados, deben dar gran poder y propulsión. En los miembros pelvianos predominan los órganos de impulsión; la principal fuerza impulsora del caballo es proporcionada por los músculos de los cuartos traseros y la extremidad posterior superior. Este miembro posee gran solidez para soportar la masa corporal que le corresponde.^{49, 56, 58}

Miembro pelviano.

Cadera. Generar impulso.⁵⁸

Babilla. Absorbe el impacto a través de almohadillas fibrocartilaginosas y ligamentos. Los ligamentos cruzados y colaterales previenen la sobre extensión.⁵⁶

Muslo. Contribuyen a la locomoción. Con la contracción de los músculos se logra mover el tronco y hacerlo avanzar después de su impulso, y con la protracción de la extremidad avanzar en el terreno.⁵⁸

Pierna. Determina la longitud del paso; una pierna larga es igual a mayor longitud, mientras que en una pierna corta, paso es menor.⁵⁸

Corvejón. Soporta el impacto del miembro en el suelo y el peso de la extremidad. Absorbe las presiones generadas en sentido distal por el peso corporal y en sentido proximal por la resistencia del suelo en el apoyo y su posterior propulsión.⁵⁸

Los miembros torácicos y pelvianos están adaptados para la absorción de impactos. Una gran parte de este mecanismo depende de la angulación de las articulaciones de las extremidades en el momento del impacto e inmediatamente después del contacto del pie con el suelo. Los músculos, tendones y ligamentos actúan como resortes que absorben el choque del impacto al permitir un poco de flexión del hombro y el codo y la hiperextensión del menudillo, cuartilla, y las articulaciones de la falange distal. Parte de la energía del pie que golpea el suelo se almacena en estructuras ligamentosas y tendinosas; esta energía se libera

conforme el pie deja el suelo. El rebote de los ligamentos ayuda a levantar el pie, por lo tanto muy poca energía se gasta en estas partes de la marcha.⁷¹

El casco y sus estructuras absorben el impacto debido a la elasticidad de la pared del mismo, los cartílagos ungulares, el cojinete digital, y la ranilla. Cuando la ranilla toca el suelo, tanto el cojinete digital como la ranilla se comprimen, ampliándose y adelgazándose. La presión sobre las barras, los cartílagos ungulares, y la pared se extiende a los talones y forzan a la sangre a salir del lecho vascular del pie. El efecto de amortiguación de la ranilla y el cojinete digital se ve reforzado por la elasticidad de la pared y el efecto de amortiguación hidráulica de la sangre en el casco. El casco disemina la presión por la ranilla, la sangre es forzada a salir de las estructuras vasculares del dedo, esta estructura no sólo absorbe el impacto, sino también funciona como bomba de sangre, que sacan la sangre de las estructuras internas del mismo y de las venas de todo el miembro locomotor contra la gravedad. Esta acción de bombeo de los pies es un medio importante para devolver la sangre venosa desde el pie hasta la circulación general.⁷¹

La flexión del casco es de consideración importante para el correcto herraje. Para la mayoría de los propósitos, las herraduras deben ser clavadas sólo hasta las cuartas partes, de manera que los talones estén libres para ampliarse. Por esta razón, la mayoría de los herradores aplican herraduras ligeramente más anchas en el talón que la punta a la que están fijados; de este modo los talones son capaces de extenderse y mantener contacto con la herradura.⁷¹

2.6.4. APARATO ESTÁTICO PASIVO.

Los équidos (caballos, asnos y cebras) son los únicos animales que pueden dormir de pie; pasan gran parte de su tiempo en esta posición, a veces hasta 18 horas por día, con el fin de hacer esto desarrollaron un “aparato estático” en el que los miembros torácicos y pelvianos adquieren una posición de bloqueo para reducir la energía muscular que requieren para mantenerse en pie. De acuerdo con el Departamento de Ciencias de la Naturaleza en el Museo de Historia Natural

de Florida, ésta habilidad evolucionó a partir de la necesidad de permanecer siempre alerta a los depredadores. Al ser animales de presa, los équidos pueden huir rápidamente si dormitan de pie y no en el suelo, ya que toma mucho más tiempo despertar, levantarse y correr en lugar de simplemente despertarse y correr. Esto significaba la diferencia entre seguir con vida o convertirse en alimento. Se conocen dos teorías más, 1) cuanto más tiempo un animal podía estar de pie, más hierba podía comer y 2) acostarse para dormir era demasiado difícil para su tamaño de cuerpo, cada vez mayor.^{34, 56, 72}

Los caballos duermen o dormitan por periodos cortos, la mayoría de ellos mientras están de pie. La cantidad de sueño varía considerablemente entre los individuos, pero los caballos necesitan sólo un par de horas de sueño profundo mientras están acostados. Una vez abajo, la rigidez de la columna vertebral hace que levantarse sea difícil para un caballo, y sea un gasto considerable de energía muscular. En libertad, los caballos duermen mejor en grupo, porque mientras uno dormita otros hacen guardia; este comportamiento surgió de la necesidad de escapar de los depredadores.⁵⁶

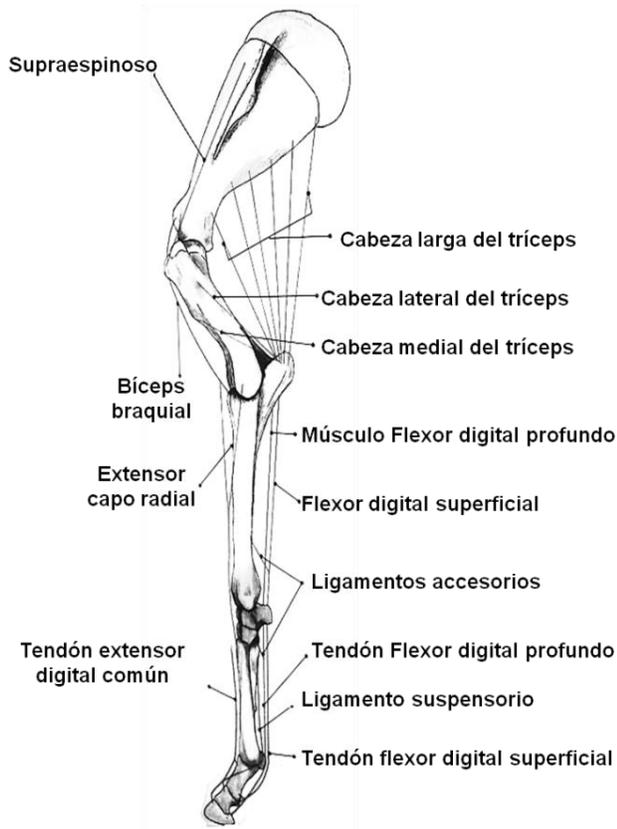
La función principal de las extremidades torácicas y pelvianas es la locomoción; están adaptados para absorber impactos, almacenar energía en sus tejidos elásticos, y proveer de impulso a los músculos que se insertan en los huesos. El aparato de estancia es una función secundaria del pie equino.⁷¹

El aparato estático pasivo consiste en ligamentos y tendones que estabilizan todas las articulaciones de los miembros torácicos y pelvianos. Se necesita mínima actividad muscular y el consumo de energía para mantener la tensión en estos ligamentos y tendones, que a su vez impiden la flexión de las articulaciones y el colapso del miembro locomotor. Esto permite al caballo equilibrar su peso sobre sus miembros casi como si fueran patas de una silla. El cuello del caballo baja durante el sueño y es soportado por el ligamento suspensorio del cuello (ligamento nugal).^{72, 73}

a) Aparato estático del miembro torácico.

Estructuras (Fig. 66).⁷³

- Tendón interno del músculo bícepsbraquial
- Tendón del músculo extensor radial del carpo
- Tendón del músculo extensor digital común
- Músculo serrato ventral
- Cabeza larga del músculo tríceps braquial
- Ligamento accesorio del tendón del músculo flexor digital superficial
- Ligamento accesorio del tendón del músculo flexor digital profundo (brida)
- Músculo interóseo medio
- Ligamentos sesamoideos distales



Fuente: Higgins, 2009

Fig. 66 Aparato estático pasivo del miembro torácico.

Los miembros torácicos quedan mucho más próximos del centro de gravedad y sostienen en mayor medida el peso corporal, además deben soportar el impulso necesario de los miembros pelvianos para conseguir el desplazamiento corporal hacia adelante durante la locomoción. Los segmentos óseos, debidamente articulados y con disposiciones angulares compensadas, que forman parte de la extremidad torácica, soportan el peso de la porción craneal del tronco por medio de la inserción, en la escápula, del músculo serrato ventral del tórax. Si careciera de sistemas de sujeción, la columna formada por los distintos segmentos óseos se colapsaría y se derrumbaría por flexión de las articulaciones del húmero, del cúbito y carpo, también por hiperextensión de esta última, y por hiperextensión de las articulaciones metacarpo falángica e interfalángica proximal.^{71, 73}

En la posición estática hay una interacción de músculos, tendones y ligamentos para fijar el alineamiento de los huesos de la mano, suspender el menudillo, bloquear el carpo y estabilizar el codo, el encuentro y aun la espalda y el balancín cervicocefálico este complejo de estructuras permite al caballo permanecer de pie con un mínimo de actividad muscular. El peso soportado por el miembro torácico descansa en la inserción del tendón superficial del músculo bíceps braquial, el cual se une al tendón del músculo extensor carpo radial; esta estructura evita la flexión del encuentro y el carpo.⁷⁴

Fijación de las articulaciones del hombro y del codo.

Cuando lleva peso, la articulación del hombro tiende a flexionarse y el menudillo, cuartilla, y las articulaciones de la falange distal tienden a hiperextenderse, mientras que el carpo y el codo se mantienen relativamente estables. Los componentes del aparato suspensor cruzan todas estas articulaciones y contrarrestar su tendencia a colapsar bajo la carga (Fig. 67).⁷¹

La flexión de la articulación del hombro se evita por el fuerte tendón interno del músculo bíceps braquial, que cruza la superficie extensora del hombro y se continúa con los tendones de inserción a la fascia profunda del músculo extensor radial. Esta característica del músculo bíceps braquial crea una conexión

ligamentosa continua que comienza en la escápula, sigue por el mismo músculo braquial, cruza la articulación húmero-radio-ulnar hasta el metacarpo proximal a través de su conexión con el tendón del músculo extensor carpo radial. Esta estructura, sin esfuerzo muscular, junto con la tensión ejercida por el músculo tríceps braquial asociada con el codo, impide la flexión y el colapso de la extremidad anterior cuando está soportando peso.^{71, 72, 73}

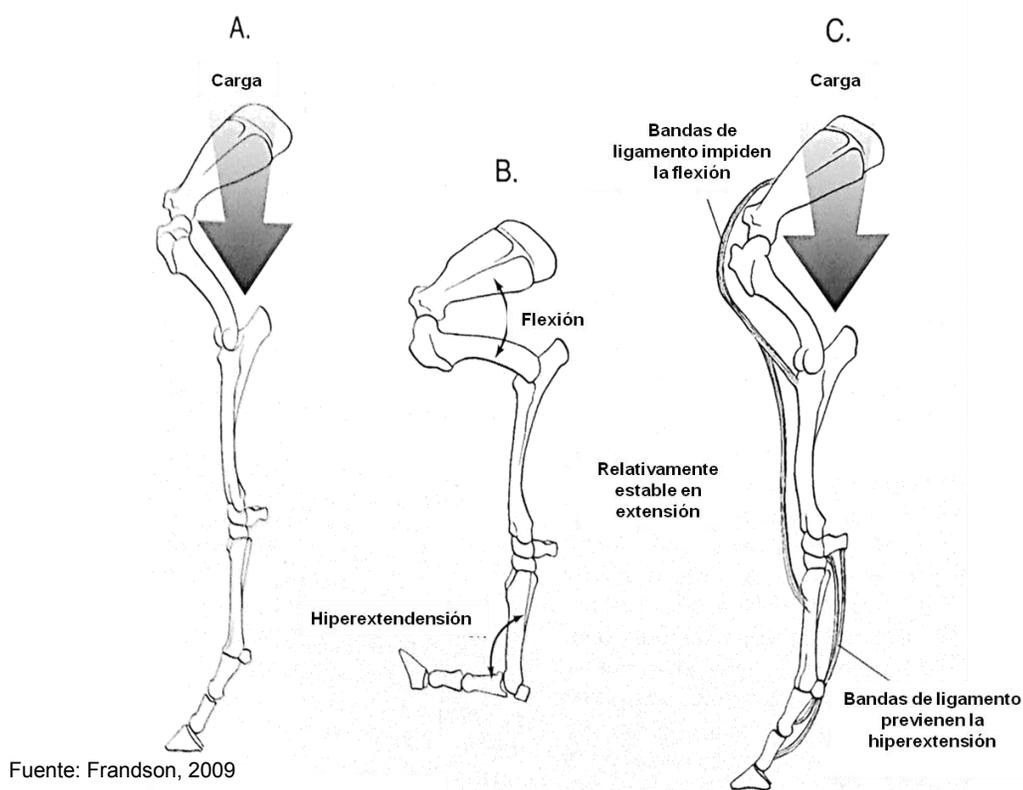


Fig. 67 Aparato suspensor del caballo. Cuando un miembro apendicular carga un peso (A), las articulaciones tienden a colapsarse (B). El aparato estático pasivo es una serie de ligamentos que cruzan las articulaciones y de manera pasiva evitan el colapso (C).

Cuando el hombro se fija, el peso del tronco descansa sobre el extremo proximal del radio, que se mantiene en una posición casi vertical. En consecuencia, a no ser que el caballo se incline o se balancee marcadamente hacia adelante, se necesita solamente una escasa fuerza para evitar que se flexione la articulación del codo. Esta fuerza es ejercida principalmente por la tensión pasiva de los componentes tendinosos de los músculos flexores del carpo y del dedo (especialmente del flexor digital superficial) y de los ligamentos

colaterales, dispuestos excéntricamente. La tensión del bíceps braquial es transmitida al músculo extensor carpo radial, evita pasivamente la flexión de la articulación del carpo cuando la extremidad está soportando peso. Una hiperextensión del carpo se evita por la estrecha unión de los huesos del esqueleto del carpo en la posición dorsal de la articulación y por la presencia del fuerte ligamento palmar del carpo.^{73, 71}

La estabilización del carpo se determina por la configuración de las superficies articulares de los huesos del carpo, los ligamentos colaterales medial y lateral, el ligamento carpiano palmar y los tendones flexores digitales, que pasan palmarmente como un puente sobre el carpo a través del canal carpiano; dorsalmente, los tendones extensores dan una mayor estabilidad a la articulación. El ligamento suspensorio apoya el carpo (rodilla), y los ligamentos sesamoideos distales apoyan la cuartilla, evitando la sobre-extensión del miembro locomotor^{72, 74}

Fijación de las articulaciones del menudillo y cuartilla.

El soporte primario de las articulaciones del menudillo y las falanges consta del ligamento suspensorio, los huesos y ligamentos de los sesamoideos proximales. Estas estructuras forman una conexión ligamentosa continua entre la cara palmar del carpo, proximal al metacarpo, y las falanges proximal y media.⁷¹

La hiperextensión de la articulación metacarpo falángica, se evita principalmente por el denominado aparato suspensor de esta articulación, compuesto por el músculo interóseo medio, los huesos sesamoideos proximales y los ligamentos sesamoideos distales. Estas estructuras se tensan por el peso soportado. La tensión en el tendón del músculo flexor digital profundo tiende a doblar la articulación interfalángica distal. Las bandas extensoras del músculo interóseo medio, al tirar del proceso extensor de la falange distal, cuando se produce el impacto o el apoyo sobre el suelo, contrarrestan el efecto anterior y mantiene el nivel del casco. A la hiperextensión de la articulación interfalángica proximal, se oponen los ligamentos palmares axiales y abaxiales y el ligamento sesamoideo recto. El tendón del músculo flexor digital profundo constituye un

apoyo adicional para mantener el efecto anterior. La hiperextensión excesiva de esta articulación se evita por la acción del músculo flexor digital superficial que se inserta palmarmente en el fibrocartílago complementario de la base de la falange media.⁷³

El aparato suspensor del menudillo es una continuidad ligamentosa que se extiende desde la extremidad proximal del tercer metacarpiano hasta las falanges proximal y media; está constituido por el ligamento suspensorio del menudillo, los huesos sesamoideos proximales, el ligamento intersesamoideo, el ligamento metacarpointersesamoideo, los ligamentos sesamoideos distales y las extensiones del ligamento suspensorio. Los tendones flexores digitales superficial y profundo y sus ligamentos accesorios actúan como unidad funcional, ayudan al aparato suspensor del menudillo a mantener estable la articulación metacarpofalángica, evitar su sobre extensión y la caída del menudillo durante el apoyo, en especial en el momento del impacto.⁷⁴

Bajo tensión, en estática, el tendón del flexor digital superficial evita la extensión de las articulaciones de la cuartilla y del menudillo, ejerciendo fuerza palmar sobre ellas. La estabilización de la articulación interfalángica distal corre a cargo de los ligamentos colateral lateral y medial de dicha articulación, aparato fibroelástico del pie y el tendón extensor digital común, posicionado dorsalmente, al que se unen y refuerzan las ramas extensoras del músculo interóseo III.⁷⁴

Los tendones de ambos músculos flexores digitales ofrecen soporte adicional a la articulación del menudillo y las de la falange media, y el tendón del músculo flexor digital profundo evita la hiperextensión de la articulación de la falange distal. Los flexores digitales pueden apoyar las articulaciones distales sin esfuerzo muscular, ya que ambos cuentan con ligamentos accesorios.⁷¹

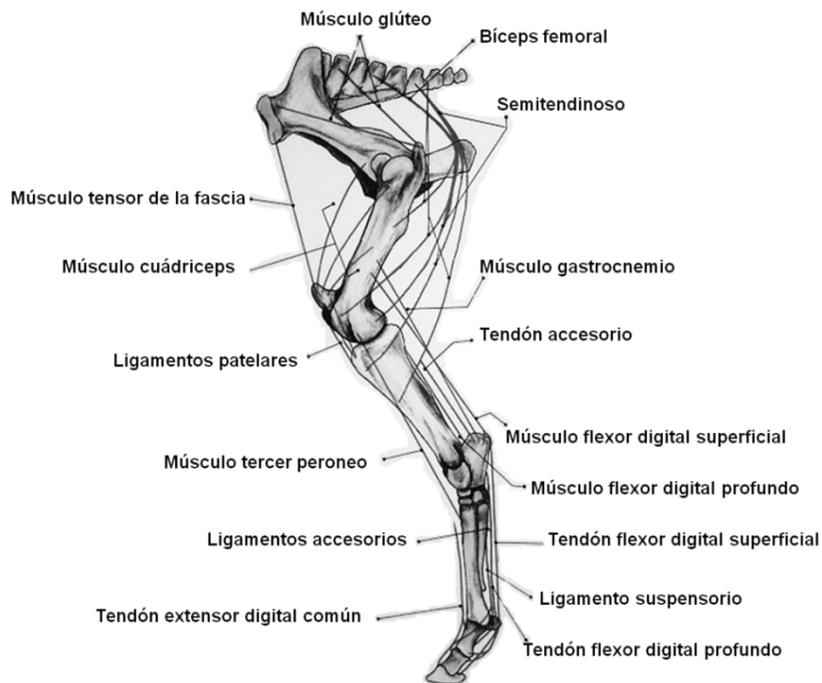
Los músculos flexores digitales superficiales poseen cabezas ligamentosas que se adhiere distalmente en la cara caudal del radio y se une al tendón del músculo cerca del carpo. Este ligamento accesorio del músculo flexor digital superficial se conoce comúnmente como el ligamento accesorio radial o proximal,

y su presencia crea una banda continua, desde el radio a la inserción del tendón en las falanges proximal y media. Esto proporciona apoyo adicional al menudillo y la cuartilla. El músculo flexor digital profundo también cuenta con un ligamento accesorio, que une la parte caudal de la cápsula de la articulación del carpo con el tendón del músculo, distal al carpo. Este ligamento accesorio del músculo flexor digital profundo es más comúnmente llamado el ligamento carpiano distal. Forma una banda ligamentosa continua que se extiende desde el carpo a la falange distal, apoyando a todas las articulaciones en el dígito. ⁷¹

b) Miembro Pelviano

Los miembros pelvianos resultan más distantes del centro de gravedad, soportan poco más del 40% del peso corporal. La porción caudal del tronco se apoya sobre la cabeza del fémur. Sin las estructuras de sujeción correspondientes, la columna ósea de la extremidad pelviana se colapsaría y se derrumbaría por flexión de las articulaciones de la babilla y del tarso, y por hiperextensión de las articulaciones metatarsofalángicas e interfalángica proximal. Los tendones y ligamentos del aparato estático pasivo de esta extremidad, permiten al animal evitar este derrumbamiento, utilizando solamente un mínimo de esfuerzo muscular. ⁷³

El miembro pelviano cuenta con un aparato estático pasivo (Fig. 68) más desarrollo que en el miembro torácico. Está constituido por músculos con modificaciones tendinosas, en conjunción con adaptaciones esqueléticas, que logran disminuir el trabajo muscular, este mecanismo determina que los movimientos de las articulaciones de la babilla, del corvejón e incluso del menudillo funcionen en interdependencia. Sólo la articulación coxofemoral queda fuera de este aparato, de modo que, para lograr su fijación, es necesario emplear fuerza muscular, es decir, energía; por ese motivo, los caballos, al estar parados durante cierto tiempo, transfiere cada poco tiempo el peso de un miembro posterior a otro. ⁷⁴



Fuente: Higgins, 2009

Fig. 68 Aparato estático pasivo del miembro pelviano.

Fijación de las articulaciones de la babilla y del tarso.

Para que el miembro pelviano soporte el peso sin colapsar, la babilla y el corvejón deben evitar la flexión. Esto se logra mediante un mecanismo para bloquear la babilla en extensión y un segundo mecanismo (el aparato recíproco) que garantiza que el corvejón se bloqueará, flexionará y extenderá al unísono con la babilla. Los responsables de esta conexión son los músculos del tercer peroneo y flexor digital superficial que enlazan la babilla y el corvejón.^{71, 74}

La fijación de las articulaciones de la babilla y del tarso depende del mecanismo de bloqueo de la patela y de la existencia del denominado mecanismo recíproco, que vincula los movimientos de las dos articulaciones. Para que se lleve a cabo el “bloqueo” de la patela, esta debe situarse en la posición de reposo; mediante la rotación y elevación de la patela, por el músculo cuádriceps, se engancha con el ligamento rotuliano sobre el tubérculo de la tróclea del fémur, una

vez fijada la articulación se bloquea en posición extendida o abierta. Ya asegurada y asentada en esa posición, la patela se resiste con firmeza a ser desplazada y entonces una parte mayor del peso corporal puede ser soportada con un mínimo de esfuerzo muscular, permitiendo entonces que la otra extremidad pelviana descanse en una posición de mayor relajación y en semiflexión apoyando la cara anterior de la pared del casco sobre el suelo. Se puede desbloquear rápidamente mediante la inversión de los movimientos de bloqueo, así vuelve inmediatamente a su posición habitual pudiendo entonces flexionar la articulación.

56, 71, 72, 73

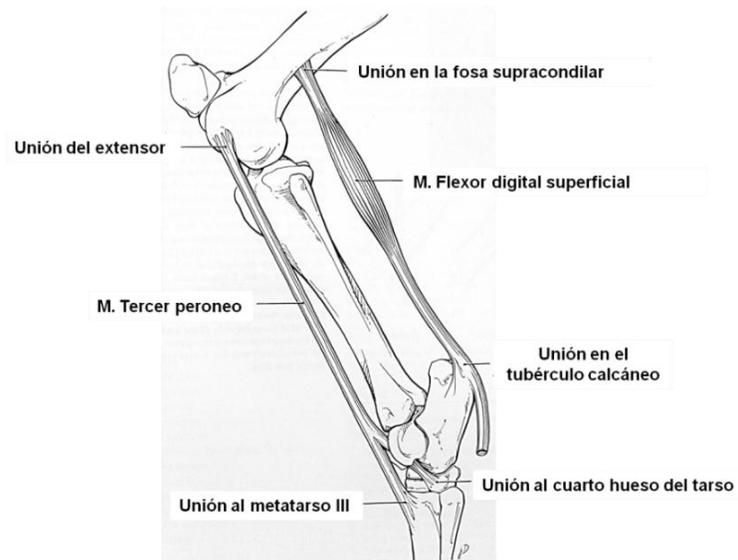
El tercer peroneo y el músculo flexor digital superficial forman una conexión que cruza la superficie de flexión de la babilla y la superficie extensora del tarso, que crean un paralelogramo, en el que el cambio en el ángulo en la babilla está acompañado por un cambio similar en el tarso.⁷¹

A pesar de que este dispositivo conserva energía, no elimina por completo el esfuerzo muscular; cada pocos minutos el animal cambia su apoyo principal de una extremidad a la otra, cuando los músculos se fatigan o quizás cuando la tensión en las estructuras tendinosas y ligamentosas del aparato estático pasivo se hace incómoda.⁷³

Mecanismo recíproco.

El mecanismo recíproco obliga a la babilla y al corvejón moverse al unísono, por lo tanto el corvejón debe estar extendido o flexionado cuando la babilla esté extendida o flexionada. Cuando la articulación de la babilla está bloqueada por el mecanismo de bloqueo, el corvejón también está bloqueado.^{72, 73}

La reciprocidad en los movimientos de la babilla, el tarso y el menudillo tiene lugar por la especialización fibrosa de los músculos peroneo y flexor digital superficial (Fig. 69).⁷⁴



Fuente: Frandson, 2009

Fig. 69 Aparato recíproco.

2.7. SISTEMA DIGESTIVO.

2.7.1. PRINCIPALES CAMBIOS.

A diferencia de muchos animales herbívoros que se alimentan principalmente de los productos de las plantas, como las frutas, semillas y bayas, los dos grupos de ungulados (artiodáctilos y perisodáctilos) subsisten de las partes estructurales de la planta, como el tallo y las hojas. Estas partes de la planta contienen cantidades apreciables de celulosa. Ningún animal multicelular fabrica la enzima que puede romper con éxito este polisacárido, privándose no sólo del valor nutriente de la propia celulosa, sino también del contenido de las células limitado por la pared de la misma. Por lo tanto cualquier animal que subsista de una dieta fibrosa tiene que entrar en asociación simbiótica con bacterias productoras de celulasa, y debe proporcionarles una cámara de fermentación en el tracto digestivo, para que puedan metabolizar dicho componente.⁷⁵

Tanto los artiodáctilos, como los perisodáctilos poseen una cámara de fermentación; pero a diferencia de los primeros, en los perisodáctilos se encuentra en un saco en la unión del intestino delgado y grueso, llamada *ciego*.⁷⁵

Los productos procedentes de la fermentación de la celulosa en el rumen de los artiodáctilos son los ácidos grasos volátiles, la mayoría de los cuales son absorbidos a través de la pared del rumen tan pronto como se forman. Experimentos en ponis indican que proporciones similares de los mismos ácidos se producen a un ritmo comparable en el ciego, absorbiéndose en el mismo ciego y colon. El tracto digestivo en conjunto con el contenido, comprenden una proporción del peso corporal considerablemente mayor en los rumiantes que en los caballos, 40% y 15% respectivamente.⁷⁵

No obstante que los procesos de fermentación parecen ser similares en caballos y rumiantes, existen diferencias importantes entre ambos con respecto al metabolismo de la proteína y carbohidratos; esto como resultado de la diferente localización de la cámara de fermentación. En los caballos, en el momento que el material ingerido llega al ciego, una proporción considerable de la proteína y los

carbohidratos disponibles ya han sido absorbidos en el intestino delgado. En los rumiantes, el sitio de la fermentación se encuentra antes del intestino delgado, por lo tanto los carbohidratos solubles y las proteínas no pueden evitar ser fermentadas junto con la celulosa antes de que el animal haya tenido oportunidad de absorberlos.⁷⁵

La estrategia de los caballos es mantener la misma tasa de absorción por unidad de tiempo como lo hace un rumiante, mediante una mayor ingesta y un tiempo de paso más corto, a expensas de la reducción en la eficiencia de la digestión de celulosa; la digestión en la vaca ocurre en 70-90 horas, mientras que en el caballo se tarda sólo 48 horas. Esta estrategia puede ser esencial para el uso de forraje con contenido de fibra por encima del nivel determinado. La digestión cecal de los caballos, junto con su estrategia de selección de comida, abre para ellos recursos alimentarios inaccesibles para los rumiantes de tamaño similar.⁷⁵

El tamaño del cuerpo del animal es importante para determinar sus necesidades metabólicas, de modo que, los requisitos de mantenimiento del animal por unidad de peso corporal disminuyen con el aumento de peso corporal. Entre los herbívoros esto significa que el tamaño absoluto del cuerpo es muy importante en la determinación de la relación fibra / proteína que el animal será capaz de tolerar en su dieta, de tal forma que, animales más grandes requieren proporcionalmente menos proteína y así serán capaces de tolerar una gran proporción de celulosa.⁷⁵

A partir de la modificación de la mesa dentaria de los équidos se puede estimar el cambio de dieta del animal, y por lo tanto, del contenido de fibra de la misma. Como ya se mencionó anteriormente, la evolución en el Mioceno hacia una dentición hipsodonta a una dieta abrasiva, fue un factor que favoreció el consumo de pastos.⁷⁵

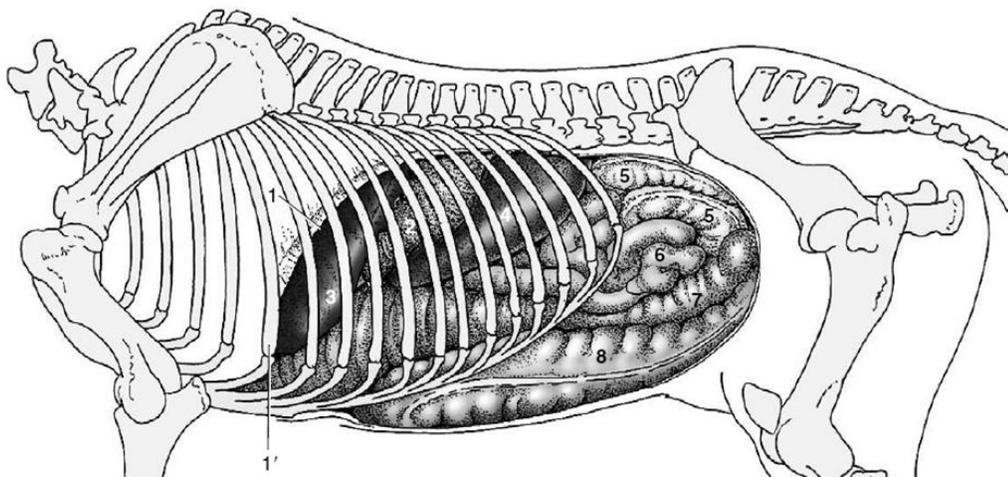
La adaptación de un sitio de fermentación cecal resultó de la estrategia de seleccionar forrajes fibrosos desde la evolución temprana de los équidos. Por el

contrario, los artiodáctilos rumiantes adaptaron este tipo de dieta hasta que tuvieron un cuerpo suficientemente grande para tener un sitio de fermentación ruminal. De este modo, parece ser que el tamaño corporal en el momento de la adopción de una dieta fibrosa fue el factor crítico para determinar el tipo de sistema digestivo que se desarrollaría durante la evolución.⁷⁵

Esta adaptación favoreció a los équidos ante la radiación de los artiodáctilos rumiantes, ya que podían y pueden mantenerse con forrajes más fibrosos que los que los tolerados por un rumiante de tamaño corporal similar.⁷⁵

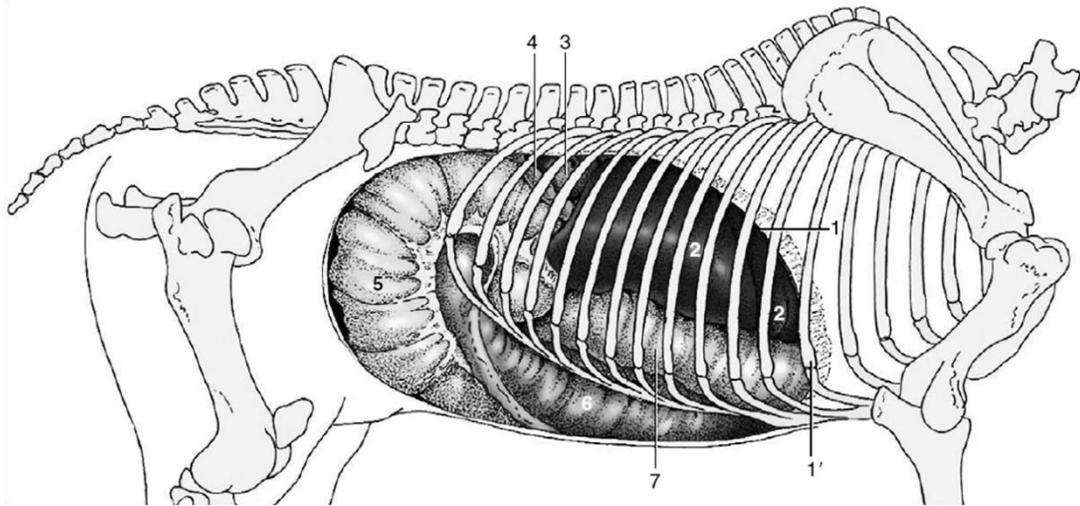
2.7.2. ANATOMÍA ACTUAL.

El sistema digestivo (Fig. 70, 71) está formado de órganos capacitados en la recepción y digestión de los alimentos, su paso a través del cuerpo y la eliminación de las porciones no absorbidas. Se extiende desde los labios al ano, está formado por boca, faringe, tubo digestivo y órganos accesorios (dientes, lengua, glándulas salivales, hígado y páncreas).⁵²



Fuente: Dyce, 2010

Fig. 70 Proyección visceral de la cavidad abdominal izquierda. 1) diafragma, 1') 6ª costilla, 2) estómago, 3) hígado, 4) bazo, 5) colon descendente, 6) yeyuno, 7) colon dorsal izquierdo, 8) colon ventral izquierdo.



Fuente: Dyce, 2010

Fig. 71 Proyección visceral de la cavidad abdominal derecha del caballo.
1) diafragma, 1') 6ª costilla, 2) hígado, 3) riñón derecho, 4) duodeno descendente, 5) cuerpo del ciego, 6) colon ventral derecho, 7) colon dorsal derecho.

Boca.

Es la primera parte del tubo digestivo. Se divide por los dientes y encías en vestíbulo de la boca y cavidad bucal. El vestíbulo es el área entre la superficie rostral de los dientes y la superficie interior de las mejillas y labios; y la cavidad bucal está delimitada por la superficie caudal de los dientes y encías, el paladar duro y blando dorsalmente y la lengua ventralmente.^{52, 57}

El tamaño de la abertura de la boca depende de la forma de alimentación del animal. Las especies que utilizan sus dientes para apoderarse de la presa o para luchar tienen la abertura de la boca grande; por el contrario, en los herbívoros esta abertura es relativamente pequeña.⁷⁶

Labios. Son dos pliegues musculomembranosos que rodean el orificio de la boca. La superficie externa está cubierta por la piel, que presenta pelos táctiles; la superficie interna está cubierta por una mucosa. Son muy sensibles y móviles.^{52,}

76

Mejillas. Forman los lados de la boca y se continúan hacia rostral con los labios; se insertan a los bordes alveolares de los huesos maxilar y mandíbular.⁵²

Encías. Están compuestas de tejido fibroso denso, íntimamente unido con el periostio de los bordes alveolares y cubiertas por una mucosa lisa, desprovista de glándulas y con un grado muy débil de sensibilidad.⁵²

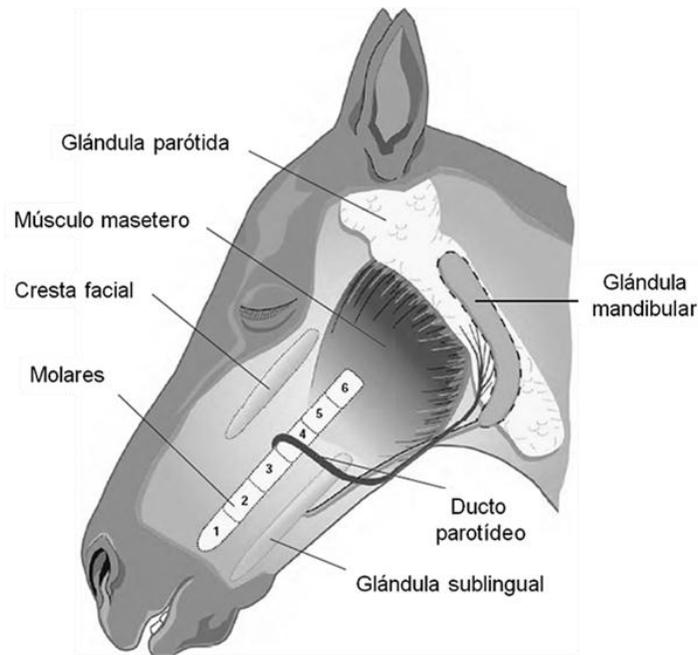
Paladar. Forma la parte rostral del techo de la cavidad oral, posee una base ósea formada por el incisivo, maxilar y palatino; se limita rostral y lateralmente por los arcos alveolares; está cubierto por una mucosa lisa y una submucosa muy vascularizada; se caracteriza por dos series de crestas más o menos simétricas, llamadas crestas palatinas, las cuales se unen hacia medial formando el rafe del paladar. Caudalmente separa la porción respiratoria, faringe o nasofaringe, de la porción digestiva u orofaringe. En los caballos está muy desarrollado, su longitud promedio es de 15 cm.^{52; 63; 76; 57}

Lengua. Es un órgano muscular largo con forma de espátula en el vértice, sensible al tacto y dolor. Se divide en: vértice, cuerpo y raíz. El cuerpo está unido al suelo de la cavidad bucal por el frenillo de la lengua. Gran parte de la mucosa lingual está modificada en forma de papilas linguales de diferentes tamaño, número y distribución. Se distinguen en cuatro clases: filiformes, fungiformes, circunvaladas y foliadas.^{52, 63, 76}

Dientes. Son estructuras son estructuras cónicas situadas en filas opuestas de la cavidad oral. Cada uno está formado por una porción contenida dentro del alveolo y otra porción que sobresale de la encía. Está formado por una corona, raíz y cuello. En el interior hay una cavidad pulposa que contiene tejido conjuntivo, vasos y nervios que pasan a través de un foramen situado en el vértice de la raíz.

52

Glándulas salivares. (Fig. 72) Son estructuras glandulares pares situadas a los lados de las fauces y adyacentes al cuello. Sus conductos abren dentro de la boca donde se elimina su secreción. Durante el proceso de masticación, la saliva se mezcla con los alimentos para que estos puedan ser deglutidos. ^{52, 76}



Fuente: Carmalt, 2010

Fig. 72 Glándulas salivales del caballo.

- Parótida. Es la mayor de las glándulas salivales del caballo. Está situada caudal a la mandíbula. Tiene una longitud aproximada de 20-25 cm, grosor de 2cm y peso promedio de 200-225 g y produce hasta 50ml de saliva/min. El conducto parotídeo desemboca en una pequeña papila entre los molares superiores tercero y quinto en el vestíbulo de la cavidad de la boca. Su secreción es alcalina. ^{52; 66}
- Glándula mandibular. Es más pequeña que la parótida, larga, estrecha, curvada y con el borde dorsal cóncavo. Su longitud es de aproximadamente 20-25 cm, 2.5-3 de ancho, grosor de 1cm y peso de 45-60g. Su superficie lateral está cubierta por la glándula parótida y la superficie medial está

relacionado con la bolsa gutural, la laringe, la arteria carótida y los pares craneales X, XI. El conducto se forma a lo largo del margen rostral cóncavo de la glándula recorre casi toda la longitud de la cavidad oral, termina en un orificio situado en la extremidad de una papila aplanada, denominada carúncula sublingual a nivel de los caninos. Produce una secreción mixta (mucosa y serosa).^{52, 66, 63, 76}

- Glándula sublingual. Son tiras largas y delgadas que se extienden desde la sínfisis mandibular hasta el quinto molar. Se encuentran debajo de la mucosa oral. Drenan a través de numerosos pequeños conductos que se abren debajo de la lengua en la cavidad oral. Tienen una secreción mixta, principalmente mucosa.^{63, 66, 76}

Faringe.

Es un saco músculo membranoso del sistema digestivo y respiratorio. Está dividida por el paladar blando en una parte dorsal que se une con la boca y cavidad nasal, y otra ventral que se continúa con el esófago. Se sujeta mediante músculos al hueso palatino, hioides y pterigoideo, cartílagos cricoides y tiroides de la laringe.^{52, 76}

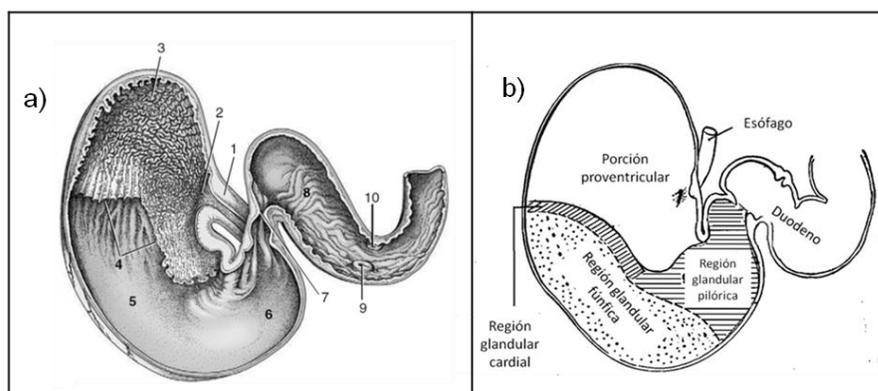
Esófago.

Es un tubo músculo membranoso, de aproximadamente 125-150 cm de longitud, que se extiende desde la faringe hasta el estómago. El esófago craneal se encuentra dorsal a la tráquea, pero se mueve a lado izquierdo de la misma para la mayoría de su curso, por último vuelve a ubicarse sobre la tráquea poco después de su entrada en la cavidad torácica. Se extiende a través del tórax y el diafragma para entrar en el estómago en el cardias dentro de la cavidad abdominal. Los dos tercios craneales del esófago constan de músculo estriado, mientras que el caudal es de músculo liso. La mucosa tiene muchos pliegues longitudinales que le permiten distenderse y contraerse para el paso del bolo de comida.^{52, 57, 76}

Estómago.

Es un saco curvado en forma de “J”, con la porción derecha más corta que la izquierda, la convexidad se dirige en dirección ventral. Es relativamente pequeño y se encuentra situado en la parte dorsal de la cavidad abdominal, principalmente a la izquierda del plano medio, caudal al diafragma e hígado, y craneal a los intestinos.^{52, 57}

El esófago entra en el estómago a través del cardias; este esfínter es grueso y muy desarrollado, esto junto con la entrada oblicua al estómago confiere al equino la incapacidad para eructar o vomitar, sin embargo, es posible en casos poco frecuentes. El interior del estómago (Fig. 73) se divide en el fondo, cuerpo y píloro. El esfínter pilórico muscular, controla la entrada de alimentos desde el estómago hacia el intestino delgado. La mucosa interna del estómago se divide en una porción no glandular, en el fondo y cuerpo, y una porción glandular, en el cuerpo y la parte pilórica; la división entre estas dos áreas se conoce como *margo plicatus*. La porción glandular (Fig. 73b) se divide en tres zonas según los tipos de glándulas que contengan: 1) glándulas cardíacas, ubicadas en una zona estrecha a lo largo del *margo plicatus*, en una zona amarillenta; 2) glándulas fúndicas, una zona de coloración pardo rojiza, moteada; 3) la zona gris rojiza o gris amarillenta contiene las glándulas pilóricas.^{52, 57, 63}



Fuente: Dyce, 2010; Sisson, 2001

Fig. 73 Estómago de caballo. a) Interior del estómago del caballo y parte craneal del duodeno. 1) esófago, 2) cardias, 3) fondo, 4) margo plicatus, 5) cuerpo, 6) porción pilórica, 7) píloro, 8) porción craneal del duodeno, 9) ampolla hepatopancreática, 10) papila duodenal menor. b) Zona de la

Intestino delgado.

Es un tubo que conecta el estómago con el intestino grueso. Comienza en el píloro y termina en la curvatura menor del ciego. Está dividido en duodeno, yeyuno e íleon (Fig. 74). Las glándulas de la mucosa intestinal producen jugo intestinal, que consiste en enzimas que permiten la descomposición de carbohidratos, proteínas y grasas en moléculas suficientemente pequeñas para ser absorbidas. El bicarbonato se secreta para neutralizar el ácido del estómago, y el moco es producido para proteger la mucosa intestinal. La digestión y la absorción son completas en el intestino delgado.^{52, 57}

La pared intestinal está formado por cuatro capas: serosa, muscular longitudinal y circular, submucosa y mucosa. A lo largo del intestino delgado hay vellosidades que aumentan su superficie y maximizan la capacidad de absorber el material de comida digerida.⁵⁷

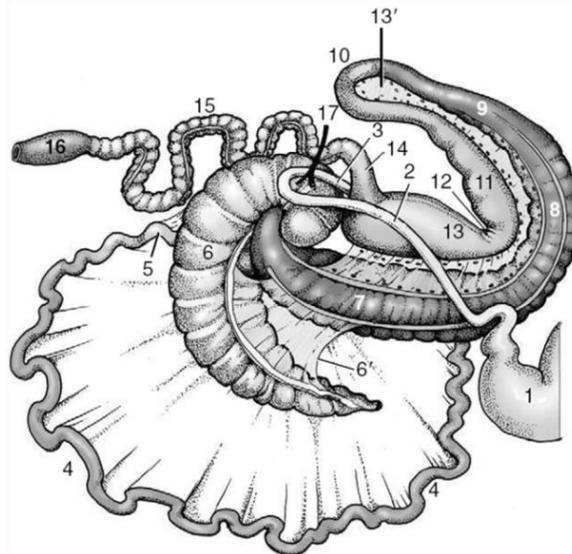
Duodeno. Presenta tres divisiones: craneal, descendente y ascendente. Comienza ventral al hígado, donde la parte craneal forma una flexura sigmoidea, la primera curva es convexa dorsalmente, la segunda es convexa ventralmente. La parte descendente corre caudal por debajo del hígado, hasta que alcanza el margen lateral del riñón derecho, se continúa hacia caudal hasta la raíz del mesenterio donde se dobla medialmente. El duodeno descendente también está relacionado con el lóbulo derecho del páncreas, cruza por encima de la última parte del colon dorsal derecho y la base del ciego a la que está conectado. La parte ascendente corre hacia craneal de lado izquierdo del mesenterio; se dobla ventralmente por debajo del riñón izquierdo y continúa como el yeyuno. Los conductos biliares y pancreáticos desembocan y se descargan a través de una única papila, conocida como ampolla hepatopancreática, delimitada por una muralla circular de mucosa. Esta ampolla se localiza en el borde convexo de la primera flexión del duodeno, mientras que el conducto pancreático accesorio se abre en una pequeña papila en el margen. El mesenterio del duodeno es corto, por lo tanto, esta porción del intestino delgado es relativamente inmóvil y estrechamente fijo a la pared de la cavidad.^{52, 57, 63}

Yeyuno. Es la parte más larga del intestino delgado equino. El mesenterio es largo y fija el yeyuno a la pared del cuerpo haciéndolo bastante móvil dentro de la cavidad abdominal.⁵⁷

Íleon. Es la porción terminal del intestino delgado equino, su pared es más gruesa y musculosa que la del yeyuno. Se aproxima por el lado izquierdo de la base del ciego al cual se une en la válvula ileocecal, donde el lumen del intestino se estrecha.^{57, 63}

Intestino grueso.

Se extiende desde la terminación del íleon hasta el ano. Se divide en ciego, colon y recto (Fig. 74). Además de su enorme capacidad, el intestino grueso se caracteriza por su forma saculada; estas saculaciones son el resultado de bandas longitudinales formadas por fibras elásticas. La disposición del intestino grueso del caballo predispone a diversas formas de trastorno abdominal como obstrucción y desplazamiento.^{52, 63}



Fuente: Dyce, 2010

Fig. 74 Tracto intestinal, visto de lado derecho. 1) estómago; 2) y 3) duodeno descendente y ascendente; 4) yeyuno; 5) íleon; 6) ciego; 7) colon ventral derecho; 8) flexura diafragmática ventral; 9) colon ventral izquierdo; 10) flexura pélvica; 11) colon dorsal izquierdo; 12) flexura diafragmática dorsal; 13) colon dorsal derecho; 13') mesocolon ascendente; 14) colon transversal; 15) colon menor; 16) recto; 17) arteria mesentérica craneal.

Ciego. Es un gran divertículo localizado entre el intestino delgado y el colon. Es curvo en forma de coma (,). Está situado a la derecha del plano medio, se extiende desde la región iliaca derecha y sublumbar del mismo lado al suelo abdominal caudal al cartílago xifoides. Ambos extremos son ciegos y tienen dos orificios situados a unos 5 o 7.5 cm de la curvatura cóncava.⁵²

La base se encuentra en la parte dorsal derecha del abdomen y se extiende cranealmente sobre el lado derecho, hasta la XIV o XV costilla. Está fuertemente curvado, la curvatura mayor es la dorsal y la menor la ventral. El extremo ciego, redondeado, se dirige ventralmente. El cuerpo se sitúa ventral y cranealmente desde la base y descansa sobre la pared ventral del abdomen. El vértice se deposita en el suelo de la cavidad abdominal, normalmente hacia la derecha del plano medio.^{52, 63}

Posee cuatro bandas longitudinales situadas sobre la superficie dorsal, ventral, derecha e izquierda; a partir de ellas se producen cuatro filas de saculaciones.⁵²

El extremo del íleon está parcialmente introducido en el ciego, de forma que el orificio está rodeado por un pliegue de mucosa conocido como esfínter ileal. El orificio cecocólico es lateral al anterior, tiene forma de hendidura u ovalo estrecho, con unos 5cm de longitud; posee un pliegue valvular grueso en el borde ventral, que es la válvula cecocolica.⁵²

Colon mayor (ascendente). Comienza en el orificio cecocólico y termina en el colon transverso. La primera porción es el colon ventral derecho, comienza en la curvatura menor de la base del ciego, llega hasta el cartílago xifoides donde se dobla hacia la izquierda en sentido caudal para formar la flexura esternal. La segunda porción, el colon ventral izquierdo, este se dirige caudal sobre el suelo abdominal, al llegar a la entrada pelviana, se dobla dorsal y cranealmente dando origen a la flexura pelviana. La tercera porción es el colon dorsal izquierdo, llega hasta el diafragma y el lóbulo izquierdo del hígado, gira a la derecha y se hace caudal para formar la flexura diafragmática. La cuarta porción es el colon dorsal

derecho, llega a la base del ciego donde gira a la izquierda, dorsal y caudal al estómago, en esta porción se hace más corto, ahora como colon transverso.⁵²

Las regiones dorsal y ventral del colon mayor están unidas entre sí por una hoja peritoneal, el mesocolon.⁵⁷

Colon menor (descendente). Comienza en la terminación del colon transverso, caudal al saco ciego del estómago y ventral al riñón izquierdo, y se continúa con el recto en la entrada de la pelvis.^{52, 57}

Recto. Es la parte terminal del intestino. Se extiende desde la entrada de la pelvis hasta el ano. La primera parte o porción peritoneal del recto es semejante al colon menor y está unida por una continuación del mesocolon llamada mesorrecto. La segunda parte o porción retroperitoneal forma una dilatación denominada ampolla rectal.⁵²

Ano.

Es la parte terminal del tubo digestivo. Está situado ventral a la raíz de la cola donde forma una proyección redondeada, con una depresión central. Está cubierto por un tegumento delgado, no posee pelos y está provisto de numerosas glándulas sebáceas y sudoríparas.⁵²

Páncreas.

Es un triángulo pequeño y suave que se compone de tejido glandular. Abarca todo el lado derecho del abdomen y se presiona contra el techo del mismo. La superficie ventral se une directamente al colon dorsal derecho, base del ciego, riñón derecho e hígado. El conducto mayor pancreático se abre en el duodeno craneal con el conducto hepático y el conducto accesorio se abre en el lado opuesto del intestino.^{57, 63}

Hígado.

Es la glándula más grande del cuerpo, representa aproximadamente el 1% del peso corporal en el caballo adulto. Se compone de cuatro lóbulos: izquierdo,

cuadrado, derecho y caudado. El primer lóbulo se separa del derecho y caudado por una fisura que contiene el ligamento redondo.⁵⁷

2.7.3. FUNCION.

El sistema digestivo, en sus distintos segmentos (tabla 7), fragmenta mecánica y químicamente los alimentos que el animal ingiere en moléculas constitutivas para que puedan ser absorbidos y utilizados en la producción de energía, la renovación celular y tisular, el crecimiento y mantenimiento del individuo. Y elimina los residuos no utilizados.⁷⁶

Tabla 7 Estructuras y función del aparato digestivo equino.

Estructura		Función
Boca	Labios	Prender el alimento e introducirlo en la cavidad bucal
	Paladar	Cierre hermético de la orofaringe, proporcionando una barrera entre la boca y la faringe. Asegura la respiración a través de la nariz.
	Lengua	Tomar el alimento y agua, lamer, formar el bolo alimenticio durante el proceso de masticación, deglutir. Órgano del gusto.
	Dientes	Incisivos: cortan. Caninos: apresan y desgarran. Premolares y molares: trituran.
	Glándulas salivares	Producir saliva para humedecer y lubricar los alimentos y así facilitar la masticación y deglución.
Faringe		Controla el paso del bolo alimenticio desde la parte rostroventral a la caudodorsal. Evita que el aire y los alimentos choquen durante el paso por este espacio.
Esófago		Conduce el alimento desde la faringe al estómago.

Estructura		Función
Estómago		<p>Comienza el proceso de digestión y almacena comida por un corto tiempo.</p> <p>La zona glandular produce jugo gástrico, que consiste en moco, ácido clorhídrico y enzimas que inician el proceso de descomposición de las proteínas y grasas ingeridas.</p> <p>Liberación de bicarbonato para neutralizar los fuertes ácidos antes de entrar al intestino delgado.</p>
Intestino delgado		<p>Transporte de alimento ingerido y secreciones a través del peristaltismo.</p> <p>Secreción de fluidos y jugo intestinal para la digestión química de alimentos.</p> <p>Mezcla de alimento y secreciones.</p> <p>Absorción de alimento y líquido por los vasos linfáticos y sanguíneos circundantes.</p>
	Duodeno	<p>Mezcla y liberación de productos hepatopancreáticos con el alimento.</p> <p>Inicio de la absorción de vitaminas, minerales.</p>
	Yeyuno	<p>Degradación y absorción de carbohidratos, proteínas y lípidos.</p>
	Íleon	<p>Digestión de proteína y absorción de aminoácidos.</p>
Intestino grueso		<p>Degradación y absorción de las sustancias contenidas en los alimentos.</p> <p>Digestión bacteriana.</p> <p>Resorción de agua y excreción.</p>
	Ciego	<p>Cámara de fermentación de carbohidratos estructurales</p>
	Colon mayor	<p>Almacenamiento y absorción de fluido.</p> <p>Retención de alimento ingerido para la digestión microbiana. (Funciones importantes en el mantenimiento de fluidos y el equilibrio electrolítico y proporcionan una nutrición adecuada)</p> <p>Las bacterias descomponen el material alimenticio fibroso ingerido en ácidos grasos volátiles (AGVs) que luego son absorbidos en el torrente sanguíneo.</p>
	Colon menor	<p>Resorción de fluidos para la formación de heces</p>
	Recto	<p>Acumulación de heces</p> <p>Defecación</p>

Estructura		Función
Páncreas	Glándulas exocrinas	Secreción de enzimas digestivas que descomponen grasa, carbohidratos y proteínas para su absorción.
	Endocrina	Libera insulina en respuesta al aumento de glucosa para su almacenamiento como glucógeno. Acelera la absorción de glucosa en el tejido esquelético. Secreta glucagón en niveles bajos de insulina para iniciar la degradación del glucógeno en glucosa.
Hígado		Producción y secreción de bilis para la degradación de grasa en el intestino, ayuda a la absorción de lípidos y sustancias liposolubles como la Vit. A, D, E, K. Metabolismo lipídico Metabolismo de carbohidratos Metabolismo de proteínas Desintoxicación Formación de células rojas de la sangre Almacenamiento de minerales y vitaminas.

Fuente: König, 2004 (2); Getty, 1982; Clegg, 2001; Ellis, 2005

El volumen total del tracto digestivo es de 230 L (Tabla 8).

Tabla 8 Capacidad y medidas del tubo digestivo

Estructura		Capacidad (litros)	Medidas (L=longitud)(D=diámetro)
Estómago		8 – 15 l	
Esófago			L=120-150 cm
Intestino delgado		70 l	T _{total} = 22m
	Duodeno		L= 1-1.5m
	Yeyuno		L= 20m D= 6-7cm
	Íleon		L=50-70 cm
Intestino grueso	Ciego	25-30 l	L=7.5 – 8 m
	Colon mayor	80 l	L=3- 3.7 m D= 20-25cm
	Colon menor	115 l	L= 3.5 m D= 7.5- 10 cm
	Recto		L=30 cm

Fuente: Clegg, 2001; Getty, 1982; Frappe, 2010; Ellis, 2005;

Deglución.

Durante la deglución de los alimentos sólidos, la epiglotis recubre pasivamente la entrada de la laringe, el paladar blando se eleva, y los músculos constrictores de la faringe se contraen en serie rápidamente desde el extremo rostral hacia atrás. Cuando el animal ingiere agua, la epiglotis cierra rostralmente la laringe. Durante la deglución, con la epiglotis cerrada, se produce un bloqueo de la respiración.⁷⁶

3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA. ^{27, 77}

Reino	Animalia			
Phylum	Chordata			
subphylum	Vertebrata			
Clase	Mammalia			
Orden	Perissodactyla			
Suborden	Hippomorpha			
Familia	Equidae			
Género	<i>Equus</i>			
Especie	<i>Equus caballus</i>	<i>Equus asinus</i>	<i>Equus zebra</i>	<i>E. burchelli</i>
			<i>E. grevyi</i>	
	Caballo	Asno	Cebras	

Reino Animalia.

En la clasificación científica de los seres vivos, el reino Animalia (animales) constituye un amplio grupo de organismos multicelulares de células eucariotas carentes de pared celular y pigmentos fotosintéticos. El nivel de organización y diferenciación del cuerpo de la mayoría de los animales supera a los otros reinos, ya que se compone de células organizadas en tejidos, cada uno de ellos especializado en realizar funciones específicas. Son organismos heterótrofos que realizan la digestión en cavidades internas. Se caracterizan por su capacidad de locomoción, conferida por la evolución de los sistemas senso-neuro-motor y la motilidad con base en fibrillas contráctiles. De reproducción predominantemente sexual, por medio de gametos diferenciados; y desarrollo embrionario de etapas distintivas que determinan un plan corporal fijo, aunque muchas especies pueden sufrir posteriormente metamorfosis. ^{78, 79, 80}

Phylum Chordata.

Es el nivel taxonómico que clasifica a los animales que poseen una estructura llamada notocorda, ya sea durante toda la vida o al menos en una parte de su desarrollo. Estos animales presentan otras características comunes como: simetría bilateral; cuerpo segmentado; tres hojas embrionarias; y celoma bien desarrollado. Cordón nervioso tubular, simple y dorsal, con el extremo craneal generalmente ensanchado para formar el cerebro. Divertículos faríngeos presentes en algún estado de su ciclo; en los cordados acuáticos se desarrollan como hendiduras faríngeas. Cola postanal, generalmente prolongada por detrás del ano, que puede persistir o no. Músculos segmentados en un tronco no segmentado. Corazón ventral, con vasos sanguíneos dorsales y ventrales; sistema circulatorio cerrado. Sistema digestivo completo. Endoesqueleto cartilaginoso u óseo.^{28, 80, 82}

Subphylum Vertebrata.

Los vertebrados son todos aquellos animales que poseen endoesqueleto diferenciado, consistente de una columna vertebral o una cadena de elementos óseos a lo largo de la superficie dorsal, de la cabeza a la cola, formando el eje esquelético principal del cuerpo.^{80, 83}

Conservan las principales características de los cordados como notocorda, cordón nervioso dorsal, hendiduras branquiales y cola postanal, manifiestas en algún estado de su ciclo vital. Presentan tegumento, constituido por dos porciones llamadas epidermis y dermis; este tejido puede modificarse en glándulas, escamas, plumas, garras, astas y pelo. Faringe musculosa y perforada. Muchos músculos que se insertan en el esqueleto para permitir los movimientos. Sistema digestivo completo, ventral respecto a la columna vertebral y provisto de glándulas digestivas, como el hígado y páncreas. Sistema circulatorio consistente de corazón ventral dividido en cámaras, dos a cuatro; sistema cerrado de vasos sanguíneos; y fluido sanguíneo con eritrocitos, hemoglobina y leucocitos. Celoma muy desarrollado y ocupado por viscerales. Sistema excretor constituido por

riñones y conductos que drenan a la cloaca o región anal. Encéfalo altamente diferenciado; nervios craneales; sistema nervioso autónomo; órganos sensoriales especializados. Sistema endócrino. Sexos separados. Plan estructural consistente en cabeza, tronco y cola postanal.⁸⁰

Clase Mammalia.

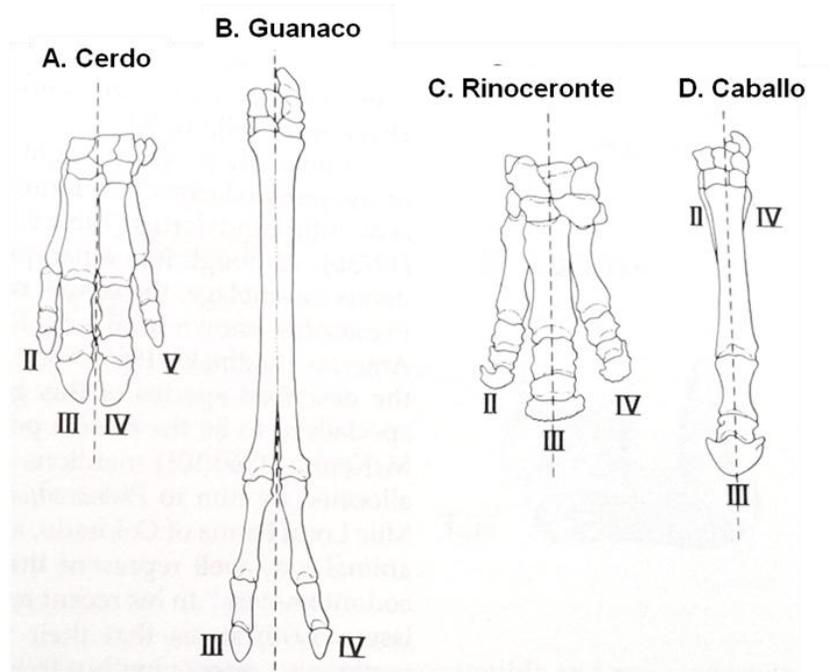
Los mamíferos son los animales vertebrados, homeotermos, cubiertos de pelo, que producen crías vivas que amamantan durante un período variable con una secreción producida por glándulas mamarias.^{28, 80}

Estos animales presentan las siguientes características: cuerpo cubierto de pelo, a veces reducido a algunas zonas. Tegumento provisto de glándulas sudoríparas, odoríferas, sebáceas y mamarias. Cráneo con dos cóndilos occipitales y paladar óseo secundario; oído medio formado por tres huesos pequeños; vértebras cervicales y huesos pélvicos fusionados. Boca con dientes difiodontos. Párpados móviles y oído externo carnoso. Cuatro miembros adaptados para la locomoción, ya sea terrestre, acuática o aérea. Circulación con un corazón tetracameral, aorta izquierda persistente y eritrocitos no nucleados, bicóncavos. Sistema respiratorio pulmonar, laringe, paladar secundario y diafragma muscular. Sistema excretor de riñones y uréteres que normalmente comunican con la vejiga. Encéfalo altamente desarrollado con 12 pares de nervios craneales. Sexos separados y fecundación interna.⁸⁰

Orden Perissodactyla.

El orden Perissodactyla, del griego περισσοσ (*perissos* = impar) y δακτυλος (*dactylos* = dedo), agrupa a aquellos mamíferos con un número impar de dedos y un mayor desarrollo de aquel situado en posición central, a través del cual discurre el eje principal de la extremidad (Fig. 75). La mayoría de estos conservan 3 dedos funcionales en cada extremidad, en ocasiones reduciéndose hasta uno, tal como se observa en los équidos más evolucionados. Este orden está representado únicamente por 3 familias: Equidae (caballos, cebras y asnos), Tapiridae (tapires)

y Rhinocerotidae (rinocerontes), las cuales engloban a 6 géneros y 17 especies.⁵
17, 29, 34, 75, 84, 85



Fuente: MacFadden, 1992

Fig. 75 Eje de simetría del pie. En los artiodáctilos (A, B) el eje corre entre el metapodial III y IV, paraxonia. En los perisodáctilos (C, D) el eje pasa a través del metapodial III, mesaxonia.

Los perisodáctilos se originaron en el Paleoceno (65-55 mda) a partir de un grupo de proto-ungulados del orden Condylarthra, al parecer, fue en Asia y/o África; posteriormente, en el Eoceno se extendieron hacia Europa y Norteamérica, alcanzando un gran éxito evolutivo durante el Terciario; en la actualidad se distribuyen en Asia, África y Norteamérica. Evolucionaron en animales de tamaño mediano a grande, adaptados para correr, especialmente los miembros de la familia Equidae; a pesar de que en los rinocerontes y tapires el pie no está tan desarrollado como en los équidos, los rinocerontes pueden correr velozmente distancias cortas, y los tapires, aunque habitan en lugares donde pueden esconderse de sus predadores, también pueden correr.^{5, 84, 85, 86}

Características de los perisodáctilos:

- El dedo central es el más desarrollado y es el que soporta el peso corporal. En los caballos solo el tercer dígito es funcional; en los tapires, se desarrollaron cuatro dedos en el miembro torácico y tres en los pelvianos; mientras que los rinocerontes tienen tres dedos funcionales en cada miembro. ^{84, 86}
- La tercera falange tiene forma triangular aplanada, con bordes redondeados y recubierta por un casco. ^{84, 86}
- La ulna y la fíbula están reducidas de tamaño y carecen de movimiento. ^{84, 86}
- Carecen de clavícula y su fémur muestra un tercer trocánter muy desarrollado. ^{1, 84}
- El talus, muestra una superficie proximal en forma de polea para articular con el maléolo de la tibia. mientras que su superficie articular distal es prácticamente plana. El calcáneo no articula con la fíbula ^{1, 84}
- Por lo general la piel es gruesa y el pelo poco denso. ⁸⁶
- Las glándulas mamarias se ubican en la región inguinal. ⁸⁶
- La dentición en general es completa. La mayoría de formas poseen incisivos superiores e inferiores. Los caninos, si están presentes, se localizan en medio de un gran diastema existente entre incisivos y premolares. Éstos últimos están molarizados, excepto el primero de ellos, que está reducido o ausente. Los molares son tres superiores y tres inferiores dispuestos en una serie continua con los premolares; así, toda la serie forma una gran superficie continua muy útil para triturar plantas coriáceas. Poseen una estructura compleja de crestas y repliegues, encontrando formas primitivas de coronas bajas o grupos muy hipsodontos como los caballos. ^{1, 5, 62, 84, 86}
- Son herbívoros estrictos, no rumiantes, con dientes especializados para el aprovechamiento del alimento, pueden ser ramoneadores o pastoreadores, según su forma de alimentarse. La estructura de los labios y los dientes facilitan la obtención y masticación de alimento vegetal tosco. ^{1, 5, 42, 86}

Suborden Hippomorpha.

Comprende cuatro familias de animales perisodáctilos, pero sólo sobreviven representantes de la familia Equidae. Se caracterizan por la estructura de los molares superiores, derivada de un tipo braquiodonto y bunosenodonto. En general, conservan la dentición completa, con incisivos en forma de cincel, dispuestos para cortar el forraje; premolares y molares con crestas transversales para triturar el pasto. Los cánulos intermedios tienden a conservar su individualidad. Con frecuencia, el último molar está reducido en su parte distal, pero está poco diferenciado de los rostrales. Los molares inferiores presentan dos medias lunas acodadas, cuyos extremos se unen en la cara lingual, donde pueden fusionarse o quedar separadas; el último molar presenta un talónido bajo, que forma una tercera media luna. En los representantes del suborden se ha producido una reducción muy precoz de los dedos, tanto en miembros torácicos como en pelvianos, generalmente son tridáctilas, con tendencia hacia la monodactilia en las formas más evolucionadas.⁸⁷

Familia Equidae.

La familia Equidae constituye un grupo de perisodáctilos de talla mediana a grande con importantes adaptaciones orientadas a alcanzar grandes velocidades durante la carrera. Surgió en Norte América hace 55 mda, modificándose a través del tiempo y persistiendo en un solo género, *Equus*, con siete especies y numerosas subespecies, que incluyen a todas las especies vivientes de caballos, cebras, asnos y burros. La tendencia general de su evolución fue pasar de una especie pequeña a una más grande; sin embargo, este proceso no sucedió en secuencia constante y lineal, sino que nuevas especies divergieron de ancestros comunes, que florecieron y perecieron para dar origen a las especies y subespecies de équidos actuales.^{2, 3, 36, 42, 84}

Género *Equus*.

En género *Equus*, está integrado por los caballos actuales (*Equus caballus*), asnos (*Equus asinus*), asnos salvajes (*Equus hemionus*) y cebras (*Equus zebra*),

E. burchelli, *E. grevyi*), constituyendo el único grupo viviente de la familia Equidae. A pesar de haber evolucionado y radiado desde el continente americano, los miembros de esta familia se extinguieron de este lugar a finales del Pleistoceno, siendo reintroducidos por los nuevos colonizadores en épocas históricas.^{33, 84}

El primer *Equus* conocido es el *Equus simplicidens*, una especie de mediano tamaño que tuvo un amplio rango geográfico de distribución, su registro fósil abarca desde el oeste de Estados Unidos hasta el centro de México. Actualmente se reconocen ocho especies dentro del género, en los que se incluyen a su vez varias subespecies.⁵

Los mamíferos de este género son animales sociales, que prefieren vivir en grandes manadas; herbívoros, pero pueden comer frutas y hojas cuando sea necesario, poseen grandes muelas abrasivas para masticar pastos fibrosos y una digestión especializada, basada en un gran ciego para digerir el alimento rico en celulosa. Los dientes caninos generalmente no brotan en las hembras y los premolares están molarizados. Tienen un cráneo largo, con huesos nasales estrechos y largos, cuya orbita ocular se encuentra detrás de las molares.^{42, 84, 86, 88}

Son robustos de extremidades delgadas y largas que terminan en un único dedo funcional cubierto por una pezuña córnea, referida más apropiadamente como casco, sobre el cual caminan. El peso es asumido por el radio y la tibia, en el miembro anterior y posterior respectivamente^{42, 86, 88}

Alcanzan una altura a la cruz de 1 a 1.60 m y un peso entre 80 y 450 kg. En su mayor parte el pelo es corto y liso, con crin y cola largas. Adaptados a sobrevivir en las sabanas y estepas, así como en desiertos y semidesiertos, en llanuras y montañas. Conformados para correr grandes velocidades y largas distancias. Capaces de producir grandes cantidades de sudor para su termorregulación.^{42, 88}

Especies. (Tabla 9)

Tabla 9 Nombre común y científico de las especies y subespecies de équidos.

Nombre común	Género, especie y subespecie
Primitivos	<i>Equus ferus</i>
Caballo de Przewalski	<i>E. ferus przewalski</i>
Tarpán de la Estepa	<i>E. ferus ferus</i>
Tarpán del Bosque	<i>E. ferus sylvestris</i>
Caballo	<i>Equus caballus</i>
Prototipo Draft	<i>E. caballus caballus</i>
Prototipo Warmblood	<i>E. caballus mosbachensis</i>
Prototipo Oriental	<i>E. caballus pumpelli</i>
Caballo Salvaje de Lamut	<i>E. caballus alaskae</i>
Caballo Glaciar Americano	<i>E. caballus laurentius</i>
Asno doméstico	<i>Equus asinus</i>
Asno salvaje nubio	<i>Equus africanus africanus</i>
Asno salvaje somalí	<i>Equus africanus somaliensis</i>
Kiang	<i>Equus kiang</i>
Kiang occidental	<i>E. kiang kiang</i>
Kiang oriental	<i>E. kiang holdereri</i>
Kiang del sur	<i>E. kiang polyodon</i>
Hemiones	<i>Equus hemionus</i>
Asno salvaje de Mongolia	<i>E. hemionus hemionus</i>
Kulan o Asno Salvaje de Turkmenistán	<i>E. hemionus kulan</i>
Onagro o Asno Salvaje persa	<i>E. hemionus onager</i>
Khur o Asno Salvaje de la India	<i>Equus khur</i>
Cebra de Grevy	<i>Equus grevyi</i>
Cebra de Montaña	<i>Equus zebra</i>
Cebra común	<i>Equus burchelli</i>

Fuente: Hernández, 2013; McGreevy, 2004; 7

La estructura y la anatomía de los integrantes de la familia *Equidae* son bastante similares entre ellos. Los équidos no domésticos son más fáciles de distinguir por su apariencia externa. Los asnos salvajes asiáticos y africanos se distinguen por los patrones de colores sólidos y diluidos presentes en su cuerpo y miembros. Las diversas especies de cebra presentan patrones propios de franjas que las distingue de las otras especies e incluso las hace diferentes como individuos. Las características se abordarán con más detalle en la sección correspondiente a cada especie. ¹²²

La anatomía interna de los équidos no domésticos es análoga a la del caballo doméstico. Los équidos son herbívoros de gran masa corporal. La fórmula dental que poseen es: 2 (I 3/3, C 1/1, PM 3-4 / 3, M 3/3) para un total de 40 a 42 dientes. Los dientes caninos son vestigiales o ausentes en las hembras. Poseen dientes de coronas altas y raíces relativamente cortas, es decir son hipsodontos. Su anatomía gastrointestinal (GI) tiene una estructura y función diseñada para la fermentación de fibra en el intestino posterior, con un estómago relativamente pequeño y un ciego y colon largos. ¹²²

La postura del pie es unguligrade, el peso corporal se lleva en un único dígito funcional. Existen pequeñas diferencias externas en la anatomía del pie de los équidos no domésticos en comparación con los équidos domésticos. Por lo general, los équidos no domésticos tienen pies más pequeños en comparación con los domésticos. Específicamente, el casco del caballo Przewalski es el más similar al del caballo doméstico pero un poco más pequeño. El dedo tiene una apariencia fuerte y robusta, la relación de la ranilla y la suela son idénticas a la del casco del caballo doméstico. El casco de la cebra Grevy es similar al de una mula o burro, es más estrecho y más vertical que el de los caballos domésticos. La relación de la ranilla y la suela es menor que en el caballo doméstico. El casco de la cebra de montaña es más pequeño que el de la cebra de Grevy, pero por lo demás es similar. El casco del asno salvaje africano es similar al de la cebra, pero menos robusto en apariencia. ¹²²

Desde los orígenes de la Tierra numerosas especies animales y vegetales han surgido y se han extinto según el ritmo vital de sus genes. Este ciclo natural cambió con la aparición y expansión del ser humano, quien contaminó y modificó drásticamente ambientes donde muchas especies animales aprendieron a vivir y sobrevivir, poniendo en riesgo su existencia. Durante la Edad de Piedra y hasta la Edad Media, los seres humanos y animales convivieron en armonía; este panorama cambió a partir del siglo XVI debido al crecimiento poblacional, que demandaba más alimento y tierra para cultivos, así como la invención de las primeras armas de fuego que posibilitó la caza de animales salvajes a un nivel

hasta entonces desconocido. Con el paso de los siglos las zonas de refugio para los animales fueron desapareciendo, a la par que las armas de fuego y métodos de caza se volvían más eficaces; a partir de ese momento muchas especies fueron aniquiladas y otras se quedaron al borde del exterminio (cuadro 4).⁸⁸

Tabla 10 Especies de Equus en peligro de extinción.

Especie	Zona de distribución	Causa de la amenaza	Población total	Nivel de amenaza	Tendencia de las poblaciones
<i>Equus hemionus</i>	Asia central	Caza, destrucción del hábitat	800-900	En peligro	En retroceso
<i>Equus africanus</i>	Norte de África, Somalia, Eritrea, Etiopía y Sudán	Caza y guerras civiles	Se desconoce	En peligro crítico de extinción	En retroceso
<i>Equus ferus przewalski</i>	Exterminado en estado salvaje; reintroducido en China, Mongolia y Hungría	Caza, destrucción del hábitat, reducida variabilidad genética	Cerca de 2000, la mayoría en zoológicos	En peligro. Extinto en estado salvaje	En aumento
<i>Equus zebra</i>	Zonas montañosas de Namibia y Sudáfrica	Caza, destrucción del hábitat	+/- 10000	En peligro	Se desconoce
<i>Equus grevyi</i>	Norte de Kenia, probablemente extinto en el sur de Etiopía y Somalia	Caza, guerras civiles, destrucción del hábitat	Algunos miles, quizá cientos	En peligro	En retroceso

Fuente: Dolder, 2009; IUCN 2013

4. DISTRIBUCION.

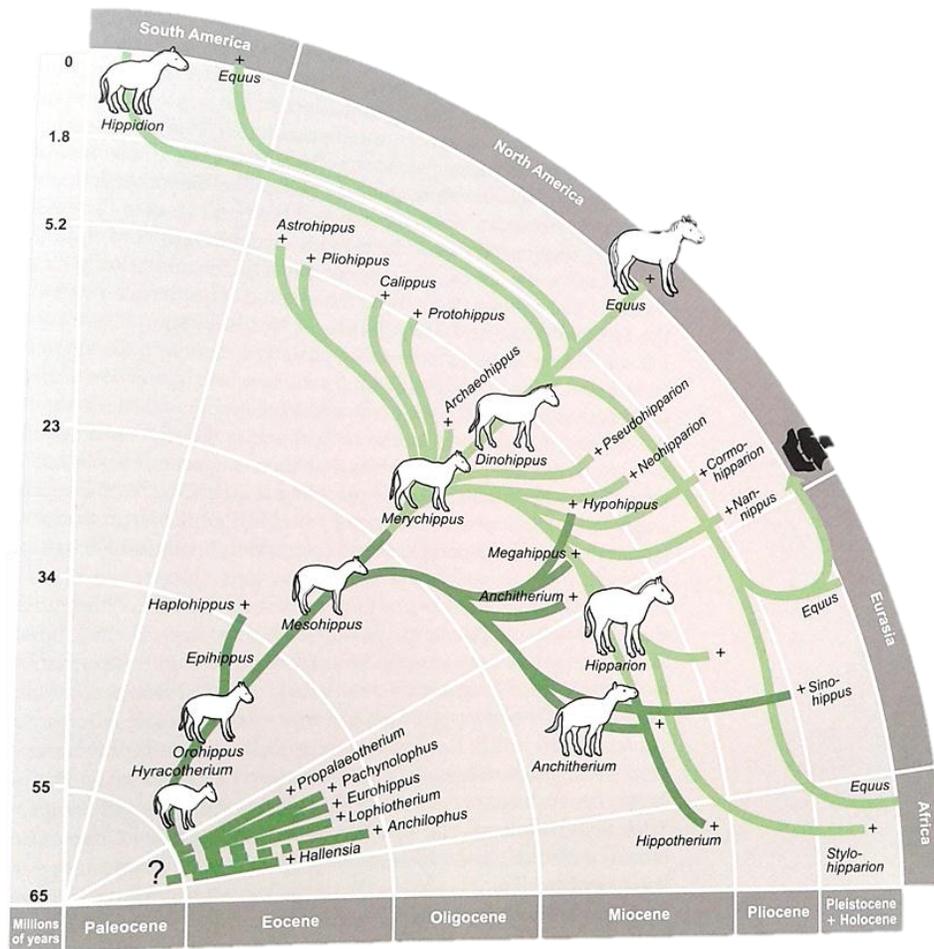
Durante el Plioceno y Pleistoceno el género *Equus* estuvo ampliamente distribuido en América del Norte, desde donde colonizó América del Sur, Europa, Asia y África.⁵

La mayor diversificación evolutiva de los caballos se produjo en América del Norte; durante el Mioceno algunas de estas emigraron al Viejo Mundo (Fig. 76), primero lo hizo el *Anchitherium* hace 20 mda, después *Sinhippus* 15 mda y los hipariones lo hicieron hace 12 mda. Las especies monodáctilas extintas de *Equus* también se originaron en Norte América hace 4.5 mda durante el Plioceno y hace 3.5 mda, a través del estrecho de Bering, alcanzaron Asia, Europa y África, donde se propagaron. En Europa, durante los periodos glaciales e interglaciares los caballos salvajes vivieron tanto en estepas como en zonas boscosas; de ellos descende la familia Equidae. Durante el Pleistoceno, posterior a la formación del Istmo de Panamá, se dispersaron en América del Sur. A pesar de todo, hace 10,000 años a finales de la última Edad de Hielo (Pleistoceno) el género *Equus* pereció en el Nuevo Mundo y regresó este continente con los españoles durante la conquista.^{5, 17, 28, 30, 42}

América.

Norte América.

El *Hyracotherium* llegó de Europa a Norte América a través del Puente de Thule (Inglaterra, Islas Feroe y Shetland, Islandia y Groenlandia); este supuesto se basa en la presencia de un *Hyracotherium* más primitivo del Eoceno Temprano en Europa y por el registro fósil que muestra esqueletos de caballos de construcción menos especializada que los hyracotheres del Eoceno Temprano de América del Norte. Fue aquí donde esta especie tuvo la mayor parte de su evolución; algunas ramas se aventuraron en el Viejo Mundo y en Sur América a finales de la era Terciaria.³³



Fuente: Franzen, 2010

Fig. 76 Distribución geográfica de los équidos, desde *Hyracotherium* hasta *Equus*. Verde fuerte ramoneadores, verde claro pastadores.

Sur América.

Durante la mayor parte del cenozoico estuvo completamente aislada del resto del mundo. Los mamíferos ungulados tuvieron parte de su evolución en esta área, a pesar de no haberse originado en dicho lugar. Gracias a la formación del Istmo de Panamá entre Norte y Sur América fue posible un intercambio biótico que permitió a los primeros caballos, verdaderos, arribar al sur; los primeros fósiles de caballos sudamericanos de los que se tiene conocimiento son de *Hippiidion*. Estas migraciones fueron en ambas direcciones.³³

El caballo regreso de vuelta a su patria original 10 mil años después de su extinción, en el segundo viaje de Colón en 1493; no se sabe con exactitud cuántos

equinos fueron transportados desde España hasta las Antillas, algunos historiadores calculan poco más de 30, mientras que otros hablan de “un gran número”. Documentalmente, está probado, por lo menos, el envío de 20 animales, de acuerdo con una real cédula fechada el 23 de mayo del mismo año en Barcelona. En los viajes sucesivos muchos caballos más fueron importados, la mayoría para establecer ranchos de cría en Jamaica, Santo Domingo y Cuba, otros tantos fueron trasladados para servir en batallas contra las poblaciones indígenas. El 21 de abril de 1519, el conquistador Hernán Cortés desembarcó en San Juan de Ulúa (Veracruz), en la nueva España, junto con dieciséis caballos.^{89, 90, 91}

El gran temor de los nativos a estas extrañas criaturas, cañones y armas de fuego ayudaron a los españoles a someter a los habitantes en su conquista. El caballo pronto llegó a ser un transporte ideal para terrenos irregulares, de este modo se convirtió en parte esencial de las culturas indígenas. Hacia finales del siglo XVII, *Equus*, ahora como *E. caballus*, se distribuyó de nuevo en territorio americano.^{33, 89}

Se pensaba que Cortés trajo consigo algunos ponis Garranos o Miho, que se adaptaron para convertirse en el pony Galiceño de hoy, y algunos caballos más grandes de origen andaluz. Otra parte cayó en manos de los indios, que tendió a reproducirlos en cantidad más que en calidad; sin embargo hubo una tribu, los Nez Perce, que se preocuparon de criar selectivamente. En el siglo XVIII habían desarrollado un caballo manchado, referido como Appaloosa por el río Palouse a lo largo del cual se originó; ahora es la quinta raza más popular en los Estado Unidos de Norte América. El otro caballo asociado con los indios fue el mustang, un caballo de origen español y árabe que vagó salvaje tras escapar de la expedición española al Mississippi. En América del Sur las razas son más resistentes; el mayor desarrollo fue de caballos españoles y portugueses que se escaparon de los colonos originales y lograron sobrevivir, floreciendo así en Argentina el caballo Criollo.⁸⁹

Asia.

En Asia, como en Europa, no hay un registro continuo de la evolución de los caballos, los hallazgos más antiguos se dice que provienen de China y se componen de dos fragmentos de mandíbula con dientes, descubiertos junto con una serie de otra especie de mamífero. El *Anchitherium* emigró a través del estrecho de Bering de América del Norte a Asia y pronto se expandió por todo este continente así como en Europa. En China desarrolló su propia especie de *Anchitherium* (*Anchitherium zitteli*). Durante el Mioceno tardío, los *Anchitherium* fueron reemplazados por los hippariones, inicialmente por *Hippotherium* y en pocos millones de años por *Hipparion*. El *Sinhippus*, ramoneador descendiente de *Anchitherium*, apareció casi al mismo tiempo que el pastador *Hipparion*. Se mantuvo restringido a Asia oriental, donde alcanzó un tamaño gigantesco. El primer representante del género *Equus* en el Viejo Mundo fue *E. granatensis*, que apareció en Asia hace 1,5 millones de años aproximadamente. Esta especie estuvo completamente aislada.³³

El último representante salvaje viviente de los caballos actuales, *Equus przewalskii*, se observó en las estepas de Mongolia durante la década de 1960. Asia también es el lugar donde siguen viviendo en estado salvaje, en los desiertos y semidesiertos del Cercano Oriente hasta las tierras altas de Tíbet, las especie de *Equus hemionus* - como onagro, kulan, khur y kiang.³³

Europa.

Europa parece haber sido el primer continente del norte ocupado por los ancestros directos de nuestros équidos. Durante el intervalo de tiempo desde el Eoceno tardío hasta el final del Mioceno Temprano, hace más o menos de 19 a 35 millones de años, no había caballos en Europa, fue sólo con *Anchitherium*, que arribó de América del Norte a través de Asia, cuando reaparecieron en territorio europeo. Los anchitheres existían en forma de *A. aurelianense* en Europa hasta finales del Mioceno, sin cambiar mucho, salvo el desarrollo de varias subespecies. Fue sólo en la Península Ibérica que una especie separada, *Anchitherium*

ezquerrae, se desarrolló. Los últimos sobrevivientes de *Anchitherium* se reunieron con la siguiente oleada de caballos procedentes de América del Norte representada por *Hippotherium primigenium*. Este caballo de tres dedos ya mostraba coronas relativamente altas en los molares.³³

África.

Los fósiles de caballos más antiguos conocidos de África son del género *Hippotherium*, que llegó de Asia hace aproximadamente 10 millones de años, durante el Mioceno tardío. Probablemente solo existió en el norte de África, debido a que el camino hacia el sur estaba bloqueado durante este tiempo por un desierto, o al menos un lugar seco del Sahara. Más tarde el *Hipparion*, logró hacer el viaje hacia el sur.³³

Durante la mitad de la edad de hielo, *Equus mauretanicus* apareció en América del Norte y *E. capensis* en Sudáfrica, que desarrollaron a la cebría de la estepa (*E. burchelli*). Los orígenes de la cebría de Grevy (*E. grevyi*) y las cebrías de montaña (*E. zebra*), aún no son claros. Otra rama de *Equus*, *E. melkiensis*, conocido a finales del Pleistoceno desde el Oriente hasta el norte de África, desarrolló los asnos salvajes (*Equus asinus*).³³

Australia.

Este fue el último continente al que llegaron los caballos. Arribaron a Australia y Nueva Zelanda con el primer barco de inmigrantes europeos en 1788. Desde entonces, se han extendido por todo el continente.³³

El ganado importado fue fundamental para cubrir las necesidades de caballos de esta área; muchos fueron llevados de Sudáfrica, América del Sur y Europa. Los esfuerzos de mejoramiento se concentraron en la producción de un pony australiano, en gran parte árabe, pura sangre y Cob.⁸⁹

4.1. Caballos.

A través del estudio paleontológico de los restos fósiles, desde *Hyracotherium* hasta *Equus caballus*, los investigadores han podido determinar el proceso evolutivo que dio origen al caballo actual. Antes de la domesticación, los caballos tuvieron su propia diversificación formando subpoblaciones con características determinadas por las condiciones del terreno y del ambiente; posteriormente, el hombre ha tenido que intervenir con crianza cuidadosa y selectiva para producir las variaciones que satisfagan necesidades concretas de trabajo, transporte o recreación. Muchas de las razas de hoy en día se desarrollaron a partir de pocos tipos que existieron hace alrededor de 10000 años atrás.^{29, 33, 89,}

Sin embargo es posibles distinguir tres variedades básicas relacionadas directamente con el caballo actual: el caballo del bosque, el caballo salvaje asiático y el Tarpán.²⁹

4.1.1. Líneas.

El origen de las razas equinas se puede explicar a partir de cuatro tipos de caballos y ponis que se originaron como resultado de cruzamientos y selección natural de los primitivos caballos salvajes, antes de la aparición del hombre. Dentro de estos cuatro tipos básicos existieron dos ponis y dos caballos.^{29; 15}

a) Poni Tipo I.

Este pequeño poni, también referido como “poni Celta (Celtic pony)” (Fig. 77), fue descendiente directo del Tarpán. Vivió al Noreste de Europa, tenía una alzada de 1.25 m; era resistente, rústico, fuerte, robusto; poseía gran resistencia a la intemperie, como a la lluvia y al frío, atributos que heredó al actual Exmoor, poni de gran importancia en Gran Bretaña. Sus equivalentes actuales son el caballo islandés (Icelandic horse), así como el ya mencionado Exmoor poni.^{15, 29}



Fig. 77 Poni tipo I

b) Poni Tipo II.

El segundo es el poni tipo II (Fig. 78), una versión más grande del tipo 1. Vivió en el clima frío del Norte de Eurasia y compartía gran cantidad de rasgos con el caballo asiático salvaje, su antecesor más cercano. Era de color pardo, cabeza grande y una altura a la cruz de 1.45 m. El equivalente reciente de esta línea es el Highland Pony, un animal muy estimado en Escocia por su gran docilidad, serenidad y valentía; el fiordo noruego y el Nórdico también lo son.^{15, 29}

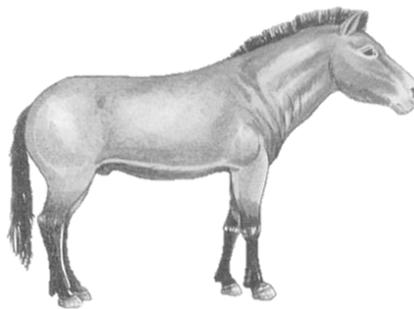


Fig. 78 Poni tipo II

c) Caballo Tipo III.

Vivió principalmente en Asia Central y fue considerado como un caballo del desierto, excepcionalmente resistente a altas temperaturas. Era de huesos y piel fina, delgado, sin exceso de grasa, medía 1.50 m a la cruz; características que se observan en todos los equivalentes actuales (Fig. 79). Representa las castas del caballo del desierto como el antiguo Turkmenain y el actual Akhal Teke, siendo

este último un caballo muy apreciado en el Medio Oriente por su gran resistencia en distancias largas, particularmente cuando se atraviesan zonas áridas.^{15, 29}



Fig. 79 Caballo tipo III

d) Caballo Tipo IV.

Este caballo (Fig. 80) vivió en el oeste de Asia, era pequeño de estatura, de 1.22 m, de construcción ligera, poseía una figura esbelta, huesos delgados, con un delicado perfil recto o cóncavo, cola levantada y resistente al calor. Su descendiente contemporáneo es el Caspio, criado en Reino Unido por ser un excelente caballo de tiro, rápido y manejable, que ha destacado en competencias de velocidad; otros equivalentes actuales son el Tarpán y Árabe.^{15, 29}



Fig. 80 Caballo tipo IV

4.1.2. Prototipos.

Otra teoría para explicar el desarrollo de los diferentes tipos de equinos cita cuatro caballos primitivos glaciales y postglaciales como ancestros de los actuales. Estos son: el caballo Asiático salvaje (*Equus ferus przewalskii*, o *Equus caballus przewalskii*); el Tarpán (*Equus ferus ferus*), el cual se dio por extinto oficialmente al inicio del siglo XX, sin embargo ha sido reconstituido a partir de sus descendientes más cercanos, el Hucul y Konik; el caballo pesado del bosque (*Equus caballus silvaticus*), ahora extinto, pero probable ancestro de las grandes y pesadas razas de sangre fría (temperamento) Europeas; y el caballo de la Tundra, también extinto, que no tuvo gran influencia en las razas modernas. Estos representan los patrones diferentes de los que todas las razas domésticas de caballos descienden.

15, 94

a) Prototipo Tarpán.

Equus caballus gmelini, (Fig. 81) también conocido como caballo salvaje Europeo,^{89, 92, 94, 95} y algunas veces referido como Europeo del bosque.⁹² Vivió en regiones densas y frías de los bosques de Alemania y Escandinavia; sobrevivieron gracias al desarrollo de pelo largo, fuerte y resistente. Estas especies se escondían de sus depredadores en los densos bosques en lugar de huir de ellos. Era un animal ligero, de color gris, con una raya dorsal negra.^{92, 96}

A partir de finales del Pleistoceno, hace unos 200,000 años, esta subespecie comenzó a cruzarse con el *E. caballus mosbachensi*, en el borde oriental de distribución de este último. También tuvo cruces con los caballos de Przewalski, el Caspio y con *E. caballus pumpelli*.⁹⁴

Sobrevivió hasta 1851, cuando la última manada fue exterminada en Ucrania. Los registros indican que estos caballos desarrollaron varios tipos de razas de caballos de tiro, como el Shetland pony.^{92, 96}

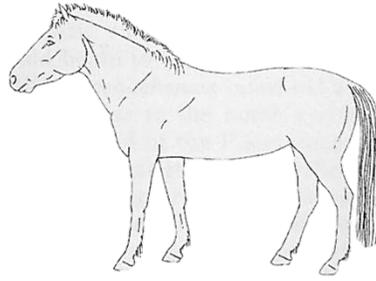


Fig. 81 Prototipo Tarpán

b) Prototipo Draft.

Equus caballus caballus (Fig. 82). Se diferenci6 en el noroeste, donde el suelo estaba rodeado por pantanos y los inviernos eran nevados. Poseía un cuerpo grueso para conservar el calor; tenía extremidades y orejas cortas. Con frecuencia poseía huesos nasales arqueados que producían una nariz de “carnero” o un perfil facial ondulante. Esta modificación de los huesos nasales alargaba el paso del aire que entraba a la cavidad nasal, asegurando que este se calentara antes de llegar a los bronquios y los pulmones sensibles. Falanges distales amplias, semejantes a las de otros grandes mamíferos con pezuñas adaptadas a terrenos pantanosos, como los alces, caribú y renos. Sus descendientes son los caballos de “sangre fría” (temperamento frío).⁹⁴

Los caballos pesados de tiro como el Shire y Clydesdale tipifican el caballo de sangre fría. Se originaron en los bosques del norte de Europa y se caracterizan por tener cuerpos grandes y fuertes y ser de naturaleza tranquila.⁹⁷

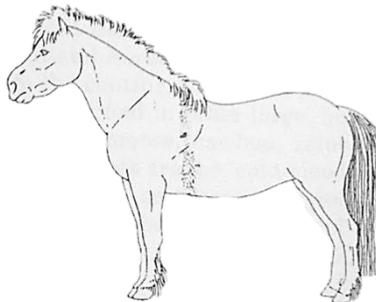


Fig. 82 Prototipo Draft

c) Prototipo Oriental.

Equus caballus pumpelli, (Fig. 83) conocido también como caballo salvaje asiático, caballo oriental. ^{94, 95} Se desarrolló hacia el Sur de Europa central, alcanzaba gran velocidad y estaba adaptado anatómica y fisiológicamente para la resistencia, esta subespecie también adquirió adaptaciones estructurales características de mamíferos conformados para la vida en el desierto. Se adecuaron al suelo duro y clima cálido. Era un animal de tamaño pequeño, de 1.52 m, con una delicada estructura ósea, de extremidades proporcionalmente largas, cuerpo estrecho, de piel fina con pelaje corto y delgado. Poseía un perfil cóncavo con senos frontales amplios, como adaptación para humedecer el aire que entraba a la cavidad nasal, de hocico pequeño sin pelo y orejas largas. ^{94, 95}

Registros históricos indican que los descendientes de esta población antigua y endémica de caballos son las razas “orientales”. ^{94, 95}

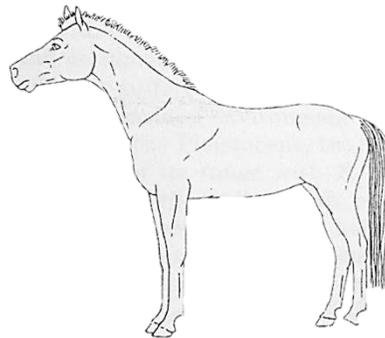


Fig. 83 Prototipo Oriental

d) Prototipo Warmblood.

Equus caballus mosbachensis (Fig. 84). Poseía un cráneo largo y estrecho, con ojos relativamente pequeños en lo alto de la cabeza y un perfil nasal recto o ligeramente arqueado. Caballo delgado, de una altura a la cruz de 1.70 m, de construcción similar a la cebra Grevy. Al igual que sus antepasados, tenía miembros locomotores largos, adaptados para correr en praderas. ⁹⁴

Durante el Pleistoceno, los ejemplares de este prototipo tuvieron cruces con individuos de *E. caballus caballus* al norte y con *E. caballus pumpelli* hacia el sur, por lo que a finales de este periodo, la forma original y antigua del caballo se había modificado. Sin embargo, la morfología característica de estas subespecies aún se observa en sus descendientes vivos, las razas europeas “de sangre caliente”. Poseen cabeza relativamente larga con ojos pequeños colocados en una posición alta; hocico largo; orejas largas y angostas; cuerpo largo y angosto; miembros locomotores largos con abundante hueso, pero más cortas que en otras subespecies, dando al cuerpo un aspecto “horizontal”; cuello largo, delgado y flexible; capa de pelo largo y áspero, especialmente en invierno, pero no llega a ser lanudo como el de otras especies en invierno. Estas adaptaciones son observables en mamíferos que habitan bosques lluviosos y pastizales.⁹⁴

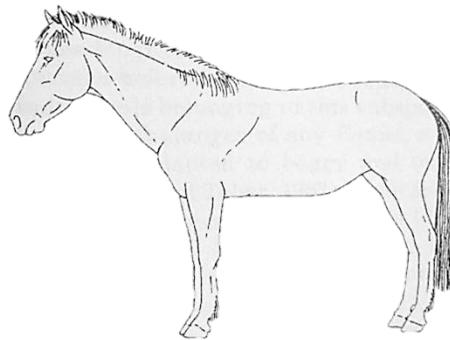


Fig. 84 Prototipo Warmblood

4.1.3. Domesticación.

La evolución ha tenido un impacto sustancial en la capacidad del caballo para reaccionar ante situaciones y ambientes nuevos, de lo cual el hombre se valió para domesticarlo. Hace alrededor de 25 000 años atrás, durante el Paleolítico (Edad de piedra), las primeras formas humanas cazaban caballos para alimentarse; les tendía trampas, los mataba y los comía, y ese era el límite de su relación.^{2, 91, 92}

Como ya hemos visto, los caballos no desarrollaron garras, cuernos o dientes afilados para pelear y defenderse de sus predadores, sino que desarrollaron sentidos muy agudos del oído y de la vista, junto con extraordinarias extremidades con casco que les permitieron recorrer grandes distancias sobre terrenos difíciles para salvarse. En situaciones amenazantes, la tendencia evolutiva del caballo era escapar en lugar de luchar, llegando a ser la reacción de auto-protección de mayor importancia para cualquier situación percibida como peligrosa; sin embargo, si el animal no puede huir, entonces intentará patear. Este comportamiento se observa en los caballos domésticos a pesar de que tienen pocos enemigos naturales, y son de vital importancia en situaciones de manejo y entrenamiento; ya que esto tiene influencia en la forma de reaccionar del animal. Los potros adquieren una respuesta de huida muy eficaz y se desarrolla rápidamente el fuerte instinto gregario necesario para la supervivencia del grupo a pocas horas de que nacieron.^{98, 99}

Tanto como ramomeador como pastoreador, el caballo está adaptado físicamente a su ambiente. Los caballos deben ser capaces de identificar plantas para la ingestión, la cosecha del material de planta identificada, y su digestión en una forma absorbible. La forma de la nariz del caballo evolucionó para ayudarlo a identificar las diferentes especies de plantas a través de la vista, el olfato y el tacto, mientras que el cuello largo y flexible se desarrolló con el fin de alcanzar el follaje de los árboles. El tracto gastrointestinal se expandió y adquirió un suministro abundante de microorganismos para digerir las paredes celulares de las plantas y hierbas. Los dientes del caballo son estructuras grandes y planas diseñadas para picar y moler.⁹⁸

Los caballos y ponis son animales naturalmente sociables, una cualidad que mejora su supervivencia como individuo y como especie. La organización en grupos se originó principalmente para reducir el riesgo de ataques de depredadores, ya que, la posibilidad de ser alertado por la presencia de un depredador acechando aumentó considerablemente a través de los sentidos de un gran número de individuos vigilando dentro de la misma manada.⁹⁸

Un aspecto sorprendente de esta fase de cacería es que el número de caballos salvajes disminuía sin ayuda de los humanos, debido a que, a fines de la Edad de Hielo, hubo una rápida expansión de espesos bosques a lo largo de casi toda la zona templada y por lo tanto el caballo como animal de planicies abiertas, perdía terreno poco a poco y se estima que bien pudo extinguirse si los antiguos humanos no hubieran intervenido con la domesticación.⁹¹

Al parecer, el caballo fue el último de los animales de granja en ser domesticado; perros, cabras, ovejas y bovinos ya habían sido domesticados por el hombre durante miles de años cuando lo hizo por primera vez con el caballo, probablemente, hace 6000 años como parte del crecimiento de la agricultura. En este tiempo, al menos 6 de las 8 especies del Pleistoceno seguían existiendo: el caballo de Przewalski (*E. caballus przewalski*), el Tarpán (*E. caballus gmelini*), el prototipo Oriental (*E. caballus pumPELLI*), el prototipo Draft (*E. caballus caballus*) y el prototipo warmblood (*E. caballus mosbachensis*). La domesticación se intentó con cada una de estas poblaciones, pero algunas tuvieron más éxito que otras. Los primeros caballos domésticos fueron extraídos de la población de Tarpán.^{91, 92, 94}

Los pueblos nómadas de las estepas de Asia Central y del sur de Rusia concentraron sus culturas alrededor de los caballos, y fueron los primeros en apresar y mantener en cautiverio manadas de caballos como provisiones vivas de carne, leche y piel. Los caballos fueron montados y utilizados para tirar de cargas, el hombre aprovecho la piel, los tendones para hacer hilo, y los huesos como herramientas. Los centros más importantes de domesticación fueron las estepas euroasiáticas del Asia central, las estepas boscosas de Siberia y del sudeste de Europa, y los paisajes esteparios del sur de Francia y sur de España y Portugal. La importancia y la riqueza se midieron según los caballos que un individuo poseía.^{15, 100}

A través de la domesticación hemos eliminado muchos ejemplares de esta especie del entorno de distribución natural y los hemos encerrado en potreros o establos eliminando en gran parte su libertad para realizar actividades propias del

equino adquiridas en su evolución. Además, las condiciones de manejo, alimentación, vivienda y uso que se les imponen favorecen situaciones de enfermedad o lesión a las que no están sujetas con frecuencia en la naturaleza. Con base en lo anterior, la domesticación del caballo trajo consigo la responsabilidad obligada de un verdadero aprecio y conocimiento de las necesidades de este animal.⁹⁹

Se calcula que el caballo fue domesticado y montado hace cinco o seis milenios, al norte de la cordillera en la frontera del Mar Negro y Caspio. Los datos señalan que pronto el hombre estableció una sociedad de la que ambos obtendrían grandes beneficios. Lo más probable es que los primeros intentos de montar a caballo lo hayan hecho jóvenes pastores para mover su ganado lechero, que incluía yeguas de baja estatura, de espalda ancha y de carácter dócil que también eran ordeñadas; estos animales eran montados sin necesidad de un freno o una silla, porque la yegua, por sí sola, seguía a la manada; de este modo los pastores evitaban una larga caminata a pie sobre terrenos difíciles. Todo indica que estas personas de la estepa fueron los primeros en domesticar, montar y usar el caballo para tirar carretas y carros.^{12, 96}

El manejo sofisticado del caballo se remonta alrededor de tres mil años atrás; practicado por los pastores nómadas de las estepas euroasiáticas, como los cimerios y los escitas.¹⁵

Poco después de su domesticación, el caballo se comenzó a utilizar para la carga, haciéndose más valioso por su rapidez, resistencia y menor necesidad de agua que el ganado de carga. El uso del carro tirado por caballos fue posible gracias a la invención de la rueda de rayos ligeros que hizo el carro liviano; esta actividad se extendió a China, India, Mesopotamia, Persia, Egipto, Grecia y el norte y oeste de Europa para el año 2000 a. C. Las sociedades parecían depender de las posibilidades equinas tanto para la labranza como para el transporte, la guerra, las ceremonias, el deporte y el placer.^{12, 91, 96}

4.1.4. Razas.

En la actualidad, la cantidad de razas es grande; presentan diferencias en la cabeza, forma de las orejas, longitud de las crines, tamaño y proporciones del cuerpo, forma de la cruz y cuartos traseros. La geografía y el medio ambiente fueron los factores principales que contribuyen al desarrollo de las diferentes razas, sin embargo, es casi seguro que tras la domesticación, la selección continua por largo tiempo de cualidades útiles al hombre haya sido la principal causa de la formación de diversas razas equinas. Los seres humanos comenzaron a tomar a los caballos, imponiéndoles un sistema de crianza con el fin de manipular ciertas características que pudieran satisfacer sus propósitos.^{15, 101}

Para el año 1500 antes de Cristo ya existían dos tipos distintos de caballos domésticos: los pesados de las regiones frías del norte, y los livianos originarios del sur, más cálido; se iniciaba la especialización de los ponis pesados del norte, gracias a la cría selectiva, surgieron razas gigantes que serían las grandes bestias de carga de los campesinos y soldados. De los caballos de patas largas del sur nacieron los magníficos árabes, que más tarde serían los padres de los Pura sangre de carrera. Los conquistadores españoles llevaron caballos al Nuevo Mundo dando origen a una nueva población de “caballos Indios”, que modificaron la estructura social de los nativos de las planicies americanas.⁹¹

La primera selección controlada en virtud del uso del caballo (obtención de carne o leche, montura o animal de carga) determinó el posterior desarrollo de las distintas razas en la antigüedad. El caballo no sólo fue importante para la alimentación, sino también como arma en la lucha entre pueblos. Tras los primeros pasos de “selección natural”, que condujeron al desarrollo de estirpes autóctonas, se establecieron manadas de cría en zonas geográficas estratégicas en función de la forma y tipo de caballos más adecuados. La formación de las razas se vio estimulada en Europa Central por las guerras de conquista de los romanos, las migraciones de los pueblos germánicos y las invasiones de los Hunos entre los siglos I al VI d.C., así como por los ataques de los normandos entre los siglos VII y XI, lo que llevó a una fusión y mezcla de razas.¹⁰⁰

La actividad de montar se combinó con el uso de carretas para el deporte y la guerra, por lo tanto, los caballos comenzaron a ser criados cada vez de mayor tamaño con el propósito de cargar a los caballeros ataviados con armadura muy pesada, haciendo el control más difícil. Desde entonces, comenzaron a distinguirse entre distintos tipos de caballos, unos para la caballería, otros para el trabajo y, algunos más para carreras. ^{12, 96}

El caballo de caballería originalmente fue un caballo pesado de sangre caliente que con el paso del tiempo dio lugar a un tipo de sangre fría, sobre todo a causa de las pesadas armaduras que llevaban jinetes y caballos. Los sementales debían soportar cargas entre 170 y 220 kg, que incluían las armaduras de hierro y el peso del jinete, y además galopar con fuerza y brío en la pista del torneo o en la lucha contra el enemigo. Se buscaban caballos con alzada entre 155 y 165 cm, con suficiente fuerza, resistencia, velocidad, agilidad y temperamento para poder derribar al adversario de su montura o bien superar el violento ataque del enemigo. Se preferían caballos de capa llamativa con largas crines y cola, y cejas abundantes, ya que eran considerados signo de la fuerza del caballo. ¹⁰⁰

Por otra parte, para emplearlos en la agricultura, se practicaron en las yeguas cruces controlados de sementales pesados con locales para obtener un caballo de trabajo pesado, ágil, vivo y sobrio, que más tarde se conocería como caballo de sangre (temperamento) fría; el cual sustituyó al ganado empleado en el arado o en carretas. ¹⁰⁰

La cría caballar adquirió un nuevo significado bajo el impulso del profeta Mahoma, fundador del Islam. Para difundir su religión, necesitó jinetes que se desplazaran en rápidos caballos del desierto y que estuviesen listos para entrar en acción. El equino, en esta religión recibía un trato reverencial y era llamado “bendición suprema”. Para detener el avance del Islam en Europa, principalmente por franceses y alemanes, la caballería se concentró en la cría de animales de estructura pesada pero ágiles para las maniobras bélicas. ¹⁵

Con la obtención del Pura sangre inglés en el siglo XVIII se colocó la piedra angular para la cría de los caballos de rendimiento y de deporte actuales. ¹⁰⁰

a) Prehistóricas

Berberisco magrebí

		Datos Históricos
Prototipo	Oriental	<p>Posee semejanzas con el caballo tipo 3. El antiguo turkmeno, el extinto tarpán, el mongol y el caspio pudieron ser la base para el desarrollo de los berberiscos. Se dice que Julio César utilizó estos caballos en sus batallas, pudiendo contribuir con la difusión de este equino por Europa. En Inglaterra, Enrique VIII tuvo varias yeguas berberiscas en su ganado. Fundamental para el desarrollo del purasangre. Se caracteriza por la lealtad a sus propietarios y jinetes, así como por establecer fuertes vínculos con sus cuidadores.</p>
Temperamento	Sangre caliente	
Clasificación histórica	Prehistórico	
Origen Geográfico	Magreb	
Estado actual	Común	
Talla	1.42 - 1.54 m	
Peso		
Apariencia	Cabeza atractiva, de perfil convexo y ojos almendrados. Cuello arqueado y hombros curvos y poderosos. Cruz definida, espalda corta y grupa curvada con inserción baja de la cola. Pecho amplio y cuartos traseros musculosos.	
Colores	Tordillo, alazán, prieto y colorado.	
Aptitudes	Silla, doma, doma clásica, raid	



Przewalski
Caballo asiático salvaje (caballo salvaje oriental)

Prototipo	Przewalski.	Datos Históricos
Temperamento	Sangre caliente.	<p>Es la raza viviente más antigua e importante que existe en su forma original. Posee 66 cromosomas (64 en caballos domésticos); a pesar de la diferencia de cromosomas, se puede cruzar con el caballo doméstico, y la progenie resultante es fértil, aunque solo cuente con 65 cromosomas. Descubierta por el coronel ruso Nikolai Przewalski en Mongolia. Prácticamente extintos en libertad. Nombre científico de la raza: <i>Equus ferus przewalskii</i>.</p>
Clasificación histórica	Prehistórico.	
Origen Geográfico	Mongolia.	
Estado actual	Escaso.	
Talla	1.42 m.	
Peso	200 - 349 kg.	
Apariencia	Pequeño y corpulento, de aspecto primitivo y cabeza gruesa. Cuello corpulento y musculoso, con crines cortas en vertical. Hombros rectos; cruz plana, y pecho profundo. Grupa corta e inclinada y patas cortas de hueso fuerte y denso. Cascos estrechos y ovalados, muy duros.	
Colores	Bayo, a veces con marcas oscuras a modo de franja dorsal o varias líneas en las patas.	
Aptitudes	Sin domesticar.	



Caspio

Prototipo	Oriental/Tarpán.	Datos Históricos
Temperamento	Sangre caliente.	<p>Se cree que todas las razas ligeras descienden de éste. Posee un notable parecido con el caballo tipo 4. Posible antepasado del caballo árabe y las razas desérticas. Alcanzan madurez sexual antes de los dos años; las yeguas tienden a no ovular hasta un año después de parir.</p>
Clasificación histórica	Prehistórico.	
Origen Geográfico	Irán.	
Estado actual	Raro.	
Talla	1.01 1.21 m.	
Peso		
Apariencia	Cabeza pequeña y fina de aspecto similar a la del árabe. Ollares anchos y situados en la parte baja de la nariz; tiene orejas pequeñas. Hombros muy inclinados y cruz muy definida, con las extremidades robustas pero esbeltas. Cascos ovalados de extraordinaria dureza.	
Colores	Bayo, alazán, colorado, tordillo o prieto.	
Aptitudes	Monta, tiro ligero, exhibiciones, doma y salto.	



Exmoor

Prototipo	Draft.	Datos Históricos
Temperamento	Sangre tibia.	<p>Poni. Considera uno de los primeros tipos de poni en surgir. Estudio de esqueletos y fósiles indican que se originó en Norteamérica, y se especula que su antepasado pudo evolucionar en Alaska. A través de los puentes de tierra, emigraron a las islas Británicas, donde quedaron aislados. Doble capa de pelo que le da capacidad para soportar fríos extremos y sobrevivir con muy poco alimento.</p>
Clasificación histórica	Prehistórico.	
Origen Geográfico	Reino Unido.	
Estado actual	Amenazado.	
Talla	Hasta 1.24 m.	
Peso	360 kg.	
Apariencia	Gran cabeza con orejas pequeñas y frente ancha. Buena y equilibrada conformación que permite un paso bueno y suave. Cola distintiva que suele presenta una parte superior espesa.	
Colores	Colorado o bayo con puntos negros, a menudo una franja dorsal y el pelo de capa pálida alrededor de la nariz, los ojos, bajo vientre y el interior de los flancos.	
Aptitudes	Silla, tiro ligero, salto, doma y deportes ecuestres de competición.	



Frisón

Prototipo	Draft/WB	Datos Históricos
Temperamento	Sangre fría	<p>Se dice que los monjes de la región de Frisia combinaron al, hoy extinto, caballo del bosque con razas más ligeras hasta desarrollar el primer antepasado del frisón. Se exportó del norte de Inglaterra alrededor del año 122 d.C. junto a la mano de obra para trabajar en la construcción del muro de Adriano. Influyó en las razas locales, tales como el Dales y el Fell. Importante para el desarrollo de varias razas británicas, como el Old English Black y Lincolnshire Black, vitales para el desarrollo del Shire. Utilizado durante la segunda guerra mundial. El número de ejemplares descendió por considerarse un animal bélico y por lo tanto innecesario para los ganaderos.</p>
Clasificación histórica	Prehistórico	
Origen Geográfico	Países bajos	
Estado actual	Poco común	
Talla	1.52 – 1.64 m	
Peso	600- 800 kg	
Apariencia	Majestuoso caballo con una magnífica cabeza de calidad sostenida por un cuello elegante y erguido. Ojos grandes y expresivos; orejas pequeñas y pulcras. Compacta y musculosa estructura, potentes cuartos traseros y patas firmes con cejas espesas. Crin y cola suntuosas.	
Colores	Prieto.	
Aptitudes	Silla, tiro ligero, doma, doma clásica, salto y deportes ecuestres de competición.	



Shetland

		Datos Históricos
Prototipo	Draft.	<p>Es probable que estos animales llegaran de Escandinavia hace más de diez mil años. Puede que sus raíces se remonten al extinto y poco conocido caballo de la Tundra. Excavaciones en estas islas han revelado huesos de ponis pequeños que datan de hace unos cuatro mil años, época en la que se cree se domesticó el poni. Utilizados para la minería, confinados a vivir en la oscuridad y salir a la superficie en contadas ocasiones. En la actualidad se utilizan para niños o como animal doméstico.</p>
Temperamento	Sangre tibia.	
Clasificación histórica	Prehistórico.	
Origen Geográfico	Escocia.	
Estado actual	Común.	
Talla	Hasta 42 pulgadas (esta raza siempre se mide en esta unidad)	
Peso	150 – 180 kg.	
Apariencia	Atractiva cabeza de pequeñas orejas y mirada atenta. Patas cortas, grupa inclinada y cuello bien entroncado. Estructura fuerte, musculosa y de una firmeza particularmente considerable.	
Colores	Cualquier color excepto moteado.	
Aptitudes	Silla, tiro ligero, labores agrícolas ligeras, carga, exhibiciones, salto y deportes ecuestres de competición.	



Highland

		Datos Históricos
Prototipo	Draft.	<p>Se cree que estos ponis evolucionaron a partir de cruces entre el caballo salvaje oriental y antepasados del poni Exmoor. Cuenta con una capa doble impermeable. Introducción de sangre árabe con resultados positivos. Influencia de la raza Clydesdale que aumentó el tamaño y masa de los ponis. Formó parte de la caballería de Escocia, desde 1900 hasta 1956.</p>
Temperamento	Sangre tibia.	
Clasificación histórica	Prehistórico.	
Origen Geográfico	Escocia.	
Estado actual	En peligro de extinción.	
Talla	1.32 - 1.44 m	
Peso	280 – 350 kg.	
Apariencia	Estructura muscular. Hermosa cabeza, ojos separados y orejas pequeñas y atentas. Extremidades de una fuerza y firmeza excepcionales; estructura de gran fortaleza.	
Colores	Predominantemente bayo, pero puede ser tordillo, prieto, colorado y, a veces, alazán.	
Aptitudes	Silla, tiro ligero, carga, exhibiciones, doma y salto.	



Tarpán

Prototipo	Tarpán.	Datos Históricos
Temperamento	Sangre caliente.	<p>Tarpán: vocablo ruso que se significa "caballo salvaje".</p> <p>Su forma pura se extinguió. El último en libertad murió en 1879 durante la captura, y el último en cautiverio murió en 1909.</p> <p>Por sus características físicas, el Konik, es el descendiente más cercano al caballo Tarpán.</p> <p>Se han hecho varios intentos para criar al espécimen original.</p> <p>Nombre científico de la raza: <i>Equus ferus ferus</i>.</p>
Clasificación histórica	Prehistórico.	
Origen Geográfico	Polonia, Rusia.	
Estado actual	Extinto en su forma original.	
Talla	Hasta 1.34 m.	
Peso	400 kg.	
Apariencia	Cabeza pesada, perfil convexo y orejas largas algo curvadas hacia afuera. Cuello corto, pecho profundo, cruz plana, dorso largo y grupa inclinada. Hombros de buena conformación e inclinados. Extremidades largas, finas y notablemente fuertes.	
Colores	Bayo o grullo con franjas en el dorso, parte distal de las extremidades oscura y frecuentemente marcas como cebra.	
Aptitudes	Montar, tiro ligero.	



Ariègeois

Prototipo		Datos Históricos
Temperamento	Sangre fría	<p>Poni robusto en extremo.</p> <p>Toma su nombre del río Ariège.</p> <p>Facilidad para recorrer áreas rocosas y heladas.</p> <p>Puede resistir con raciones escasas.</p> <p>Bastante inmune a enfermedades.</p> <p>Primera prueba documentada data de la época romana, redactada por Julio César en "Comentarios de la guerra de las Galias".</p> <p>Cruzas con caballos romanos pudieron influenciar en su tamaño.</p> <p>Tranquilo, excelente para niños y jinetes nerviosos.</p>
Clasificación histórica	Prehistórico	
Origen Geográfico	Francia y España	
Estado actual	Poco común	
Talla	1.32 - 1.45 m	
Peso		
Apariencia	Cabeza pequeña y de gran calidad, frente ancha y fino hocico. Cuello corto y musculoso, amplio pecho, cuartos traseros bien desarrollados y extremidades firmes. De espalda algo larga. Cerrado de corvejones, sin que esto interfiera en su movimiento.	
Colores	Prieto.	
Aptitudes	Silla, tiro ligero, labores agrícolas y carga.	



Caballo de la camargue o Camargués

		Datos Históricos
Prototipo		<p>Es una de las pocas razas que aún viven en estado semisalvaje.</p> <p>La influencia más potente de la raza fue del caballo Barb y los caballos ibéricos; la influencia de los primeros aún es perceptible en la forma de la cabeza.</p> <p>Habilidad innata para arrear vacas. Son parte integral de casi todas las fiestas celebradas en La Camarga, en las que se exhiben sus habilidades ecuestres.</p>
Temperamento	Sangre tibia	
Clasificación histórica	Prehistórico	
Origen Geográfico	Francia	
Estado actual	Poco común	
Talla	1.33 - 1.42 m	
Peso	500 kg.	
Apariencia	Cabeza pesada de mandíbula prominente. Cuello corto, grueso y musculoso. Cruz bien definida, hombros erguidos, espalda corta y musculosa y pecho amplio y profundo. Pies y manos fuertes y vigorosas con cascos anchos adaptados a la humedad del hábitat, pero de tal dureza que rara vez se hierran.	
Colores	Tordillo.	
Aptitudes	Monta y arreo de reses.	



Sorraia

		Datos Históricos
Prototipo	Tarpán.	<p>Aparece en pinturas rupestres de España, Portugal y Francia.</p> <p>Su nombre procede de los ríos Sor y Raia de España y Portugal.</p> <p>Primitivo caballo que no ha tenido interferencia humana.</p> <p>Descendiente del Tarpán.</p> <p>Fundamental para el desarrollo de razas ibéricas.</p> <p>Se cree que formaron parte del primer cargamento equino que arribó a América.</p> <p>Ancestro del andaluz y lusitano</p>
Temperamento	Sangre tibia.	
Clasificación histórica	Prehistórico.	
Origen Geográfico	Portugal y España.	
Estado actual	Raro.	
Talla	1.23 - 1.34 m.	
Peso	300 kg.	
Apariencia	Cabeza grande, perfil convexo o recto y frente amplia. Las orejas pueden ser largas y curvarse hacia dentro en la punta. Cuello largo, elegante y bien insertado, cruz definida y espalda corta y fuerte. Grupa inclinada e inserción baja de la cola.	
Colores	Tordillo claro, tordillo rojizo o ceniciento, marcas cebradas en las patas y una franja dorsal.	
Aptitudes	Silla, carga y arreo de reses.	



b) Ancestral

Akhal teke

Prototipo	Oriental/Tarpán.	Datos Históricos
Temperamento	Sangre caliente.	<p>Akhal, significa “puro” u “oasis” de la tribu Teke Gran similitud física con el caballo tipo 3. Primeras imágenes datan del siglo IX a.C. Muy codiciado por su velocidad y resistencia. Disposición natural para el salto. Alejandro Magno, Gengis Khan y Marco Polo figuran entre los amantes de esta raza. Empleados por el ejército de Alejandro Magno, se cree que su famoso caballo, Bucéfalo, pertenece a esta raza. Denominados como “caballos celestiales” por su color dorado metálico.</p>
Clasificación histórica	Ancestral.	
Origen Geográfico	Turkmenistán.	
Estado actual	Raro.	
Talla	1.44 – 1.62 m.	
Peso	450 kg.	
Apariencia	Cabeza bien perfilada, cuello musculoso y largo, cuerpo esbelto largo estrecho y ligero, pecho profundo, cuartos traseros musculosos y patas largas. Grupa inclinada. Crines y cola finas y escasas. Pelaje fino y sedoso.	
Colores	Gran variedad, desde bayo metálico a prieto, colorado, crema o tordillo.	
Aptitudes	Silla, carreras, endurance, exhibiciones, doma y salto.	

Kazakh

Prototipo	Przewalski.	Datos Históricos
Temperamento		<p>Soporta condiciones climáticas extremas. Durante la escasez, los caballos que están madurando dejan de crecer, proceso que se reanuda en épocas de abundancia. Cuenta con capa doble para soportar el frío. Vitales para el desarrollo de la vida de los kazajos. Creencias espirituales relacionadas con estos caballos.</p>
Clasificación histórica	Ancestral.	
Origen Geográfico	Kazajistán.	
Estado actual	Común.	
Talla	Hasta 1.44 m.	
Peso	450 kg.	
Apariencia	Suelen ser pequeños, tienen energía y robustez tremendas. Musculo estructura, con cascos y extremidades muy duras y firmes.	
Colores	Sobre todo bayo, colorado, alazán o gruyo.	

Aptitudes	Silla, carga y tiro ligero.	
------------------	-----------------------------	---

Árabe

Prototipo	Oriental	Datos Históricos Probablemente evolucionó en el norte de la península arábiga, en parte de lo que hoy es Siria, Turquía, Iraq, Irán y Egipto. Relacionado con los beduinos en torno al 2500 a.C., fueron los primeros en realizar una cría selectiva. Los beduinos los llevaron al interior de Arabia; convirtiéndose en símbolo de riqueza y prestigio. Las yeguas eran más apreciadas, ya que eran silenciosos a la hora de atacar al enemigo. Eran tratadas como miembros de la familia y eran el mayor regalo que un beduino podía ofrecer. Pueden observarse jeroglíficos egipcios del siglo VI a.C. que muestran caballos similares a este. Se extendió en el mundo a partir del surgimiento del Islam. Influyó en gran medida en el desarrollo de las razas británicas. Posee 17 costillas, 5 vértebras lumbares y 16 caudales.
Temperamento	Sangre caliente	
Clasificación histórica	Ancestral	
Origen Geográfico	Oriente medio	
Estado actual	Común	
Talla	1.43 - 1.53 m	
Peso	450 kg.	
Apariencia	Delicada cabeza, ojos grandes y atentas orejas curvadas en la punta. Hombros largos e inclinados. Cruz definida, lomo corto y pecho profundo y amplio. Grupa ancha y bastante plana; cola de inserción alta.	
Colores	Tordillo, colorado, prieto, alazán y a veces ruano.	
Aptitudes	Silla, resistencia, exhibición, doma, salto, deportes de competición y monta western.	



Marwari

Prototipo	Oriental.	Datos Históricos Raza más respetada de la India. Caballo de batalla medieval. Probablemente se desarrolló a partir de los caballos Turkmenistán y Afganistán, con una probable influencia mongola y árabe. Solo podía pertenecer a alguien de sangre real, una
Temperamento	Sangre caliente.	
Clasificación histórica	Ancestral.	
Origen Geográfico	India.	
Estado actual	Raro.	
Talla	1.44 - 1.54 m	

Peso		<p>familia en el poder o una casta guerrea. Casi todas las leyendas en torno a esta raza: cuentan que jamás abandona a su jinete y que nunca cae en batalla, ni si quiera cuando está herido, si no ha puesto a salvo a su jinete. Participó en la primera guerra mundial. En la década de 1930 I arazá estuvo a punto de extinguirse; el marajá Jodhpur emprendió un programa de cría.</p>
Apariencia	Cabeza refinada. Cuello arqueado y musculoso. Orejas móviles curvadas hacia medial en la punta. Cruz definida y cuerpo compacto, con la caja torácica bien definida; grupa larga y musculosa. Inserción de la cola alta.	
Colores	Cataño de brillo metálico.	
Aptitudes	Silla, doma, salto, competición y caballería.	



Manipuri

Prototipo		Datos Históricos
Temperamento	Sangre tibia.	<p>Significa "tierra de joyas". Poni de polo más antiguo. Se cree desciende del caballo salvaje mongol cruzado con caballos orientales y árabes. Utilizados en la caballería de Manipur en el siglo XVII. Empleado en la segunda guerra mundial como transporte para el ejército Británico en Birmania. Fue muy solicitado para el juego; se exportó tal cantidad de ejemplares que el ganado nativo disminuyó muy rápido y dicha exportación se prohibió.</p>
Clasificación histórica	Ancestral.	
Origen Geográfico	India.	
Estado actual	Raro.	
Talla	1.11 - 1.32 m	
Peso	300 kg.	
Apariencia	Cabeza delicada con perfil recto; grandes ojos almendrados y orejas muy móviles, a menudo algo curvas. Cuello algo arqueado; cruz definida; hombros inclinados y pecho profundo. Lomo musculoso, grupa inclinada e inserción de la cola alta. Patas firmes y duras.	
Colores	Colorado, tordillo, alazán	
Aptitudes	Silla, polo y deportes ecuestres de competición.	



Islandés

		Datos Históricos
Prototipo	Draft/Tarpán.	<p>Única raza que vive en Islandia. No padecen prácticamente ninguna enfermedad, por lo tanto no poseen resistencia a enfermedades comunes en equinos. 1882 entró en vigor una ley que para detener la importación de caballos y evitar la propagación de enfermedades y la extinción de la raza. En la actualidad no se permite que los caballos que salen de la isla vuelvan a ella. 1993 ley que impedía la entrada a la isla de equipamiento ecuestre utilizado previamente. A pesar de lo anterior han tenido brotes de enfermedades virales y bacterianas. Evolucionaron para ganar peso rápidamente en verano y soportar la escasez invernal.</p>
Temperamento	Sangre tibia.	
Clasificación histórica	Ancestral.	
Origen Geográfico	Islandia.	
Estado actual	Común.	
Talla	1.35 – 1.42 m.	
Peso	380 kg.	
Apariencia	Gran cabeza de aspecto inteligente y cuello musculoso. Cuerpo de forma rectangular y extremidades cortas pero excepcionalmente fuertes y firmes. Hombros largos e inclinados.	
Colores	Amplia gama de colores, incluidos el colorado, tordillo, palomino, pio y overo.	
Aptitudes	Silla, exhibición y deportes ecuestres de competición.	



Connemara

		Datos Históricos
Prototipo	Draft/ Tarpán.	<p>Descendiente del poni celta. Evolucionó en un terreno accidentado donde adquirió resistencia y robustez. En el programa de cría se han utilizado caballos de guerra ibéricos y berberiscos, así como árabes, cob galeses y purasangre ingleses. Poni de deporte. Destaca en salto y doma. Utilizados por personas menudas y niños.</p>
Temperamento	Sangre tibia.	
Clasificación histórica	Ancestral.	
Origen Geográfico	Irlanda.	
Estado actual	Común.	
Talla	Hasta 1.44 m.	
Peso		
Apariencia	Muy atractivo, de cabeza bien definida con orejas pequeñas y grandes ojos. Cuello largo y bien dispuesto sobre el cuerpo; tiene buena forma y crines y cola abundantes. Extremidades definidas y firmes, pecho profundo y ancho, grupa musculosa y algo inclinada.	
Colores	Tordillo, bayo, colorado, prieto, ruano en contadas ocasiones.	
Aptitudes	Silla, tiro ligero, exhibiciones, salto y deportes de competición.	



Poni Welsh

Prototipo	Draft/ Tarpán.	Datos Históricos
Temperamento	Sangre tibia.	<p>Se cree que desciende del extinto poni celta. Cuatro tipos desarrollados: Poni de las montañas de Gales (sección A); los romanos utilizaron estos ponis para el tiro ligero; es probable que se introdujera sangre árabe y oriental con el fin de mejorar su velocidad y agilidad.</p> <p>Poni Welsh (sección B); Poni Welsh tipo cob (sección C) Cob galés (sección D).</p> <p>Famosos por su suave trote, pueden atravesar terrenos difíciles con rapidez y comodidad.</p>
Clasificación histórica	Ancestral.	
Origen Geográfico	Gales.	
Estado actual	Común.	
Talla	1.21 a 1.23 m.	
Peso	300 kg.	
Apariencia	Bella y pequeña cabeza, grandes ojos y orejas pequeñas. Cuello bien conformado y arqueado. Lomo corto, grupa inclinada e inserción de la cola elevada. Patas cortas, fuertes y firmes; los cascos son increíblemente duros.	
Colores	Suelen ser tordillos, aunque poder ser de cualquier color.	
Aptitudes	Silla, tiro ligero, exhibiciones, doma, salto y deportes de competición.	

Poni new forest

Prototipo		Datos Históricos
Temperamento	Sangre tibia.	<p>Se ha utilizado sangre Welsh con cierta frecuencia con el fin de mejorar la raza. En el siglo XIX la reina Victoria también fomentó esta mejora facilitando sus sementales árabes. Excelentes para niños.</p>
Clasificación histórica	Ancestral.	
Origen Geográfico	Inglaterra.	
Estado actual	Poco común.	
Talla	1.21 – 1.44 m	
Peso	350 kg.	
Apariencia	Cabeza grande, pero fina, que se sustenta en un cuello musculoso; hombros bien conformados. De constitución bastante estrecha, aunque son muy atléticos y tienen un tronco excepcionalmente largo, bajo y suave. La cría privada da lugar a buenos ponis de monta.	
Colores	Cualquiera excepto moteada, pía y overo.	
Aptitudes	Silla, exhibiciones, doma, tiro ligero y salto.	

Fell

		Datos Históricos
Prototipo	Draft/ Tarpán.	<p>Origen de la raza en Gran Bretaña por influencia de los romanos bajo órdenes de Julio César. Probablemente desciende del galloway. El caballo frisón tuvo gran influencia en el desarrollo de la raza; así como los árabes. Utilizado como poni de carga para transportar plomo, pizarra y cobre al muelle.</p> 
Temperamento	Sangre tibia	
Clasificación histórica	Ancestral	
Origen Geográfico	Inglaterra	
Estado actual	En peligro de extinción	
Talla	Hasta 1.42 m	
Peso		
Apariencia	Cabeza pequeña y de calidad, cuello bien moldeado. De largo lomo con musculosas cuartos traseros y grupa inclinada. De profundo y ancho pecho con vigorosas extremidades y cernejas alrededor de los menudillos.	
Colores	Predominantemente prieto, pero puede ser colorado, bayo o tordillo.	
Aptitudes	Silla, tiro ligero, carga, exhibiciones, doma, salto y deportes ecuestres de competición.	

Knabstrup

		Datos Históricos
Prototipo		<p>Ejemplares moteados están representados en las pinturas de la cueva Pêche Merle, de hace unos 25 000 años. La capa motea y parda son consideradas extremadamente primitivas, desarrollado para camuflarse. No resultaron adecuados para la guerra, ya que su capa los hacía blancos fáciles. Apreciado por las clases dominantes debido a su aspecto ostentoso. Excelente para el circo, sobre todo para la gimnasia acrobática a caballo.</p> 
Temperamento	Sangre tibia	
Clasificación histórica	Ancestral	
Origen Geográfico	Dinamarca	
Estado actual	Poco común	
Talla	Hasta 1.62 m	
Peso		
Apariencia	Presentan diversos tamaños y tipos a causa de la cría centrada en la capa. En general, tiene una atractiva y pequeña cabeza, un cuello arqueado, corto y grueso, cruz definida, musculosa espalda de longitud media y cuartos traseros musculosos.	
Colores	Moteada	
Aptitudes	Silla, tiro ligero, exhibiciones, doma, salto y deportes ecuestres de competición.	

Fiordo

		Datos Históricos
Prototipo	Oriental/Tarpán.	<p>El caballo salvaje oriental y el tarpán euroasiático son sus antepasados. Sus progenitores llegaron a Noruega durante el último periodo glacial, quedando aislados de influencia exterior. Desde los vikingos del siglo VIII d.C. la crin de estos ejemplares se corta para dejar al descubierto la línea central. Caballo de batalla de los vikingos.</p>
Temperamento	Sangre tibia.	
Clasificación histórica	Ancestral.	
Origen Geográfico	Noruega.	
Estado actual	Común.	
Talla	1.34 - 1.44 m.	
Peso	400 -500 kg.	
Apariencia	Cuello corto, arqueado, cabeza muy atractiva de perfil algo cóncavo y ojos muy separados. Cruz plana, espalda corte y fuerte, patas cortas y vigorosas. Cuartos traseros redondeados y musculosos. Pecho profundo y amplio. Cuenta con una línea central de pelo oscuro que crece en la mitad de las crines, rodeado a ambos lados de pelo más claro.	
Colores	Variedades del bayo: Lobero, overo, tordillo	
Aptitudes	Silla, tiro ligero, labores agrícolas ligeras, carga, doma y salto.	



Dales

		Datos Históricos
Prototipo		<p>Empleado sobre todo como poni de carga en las minas de plomo. El ejército británico lo uso en sus tropas durante la primera y segunda guerra mundial. Hubo un descenso en el número de ejemplares, que se intentó reestructurar a partir de 1964 a través de la Dales Pony Society.</p>
Temperamento	Sangre tibia	
Clasificación histórica	Ancestral	
Origen Geográfico	Inglaterra	
Estado actual	Amenazado	
Talla	1.42 - 1.44 m	
Peso		
Apariencia	Animal musculoso de peso medio. Cuello musculoso y elegantemente arqueado. Fuertes hombros, espalda corta y cuartos traseros musculosos. Patas robustas y firmes; pies de increíble dureza. Crin y cola exuberantes y cejea gruesa y sedosa.	
Colores	Prieto, Cataño o tordillo.	
Aptitudes	Silla, tiro ligero, labores agrícolas ligeras, carga, doma, salto y deportes ecuestres de competición.	



Dartmoor

		Datos Históricos
Prototipo		<p>Restos fósiles indican que estos ponis estaban en Inglaterra desde hace más de 10 000 años; aunque la primera mención de ellos data del año 1012.</p> <p>Usados en la industria minera, con su declive se liberaron muchos de estos caballos a los páramos.</p> <p>Se hicieron cruces con sementales Shetland. Después de la segunda guerra mundial se han hecho esfuerzos por rescatar la raza.</p>
Temperamento	Sangre tibia	
Clasificación histórica	Ancestral	
Origen Geográfico	Inglaterra	
Estado actual	Vulnerable	
Talla	Hasta 1.23 m	
Peso		
Apariencia	Atractiva cabeza de pequeñas orejas. Constitución vigorosa y musculosa, hombros largos e inclinados que le confieren un trote particularmente largo, bajo y suave.	
Colores	Tordillo, prieto o colorado; no puede ser pía ni picaza.	
Aptitudes	Silla, tiro ligero, labores agrícolas ligeras. Carga, doma, salto y deportes ecuestres de competición.	
		

Brabante Belga

		Datos Históricos
Prototipo	Draft.	<p>Desciende del prehistórico caballo del bosque.</p> <p>Se hace mención de esta raza en los escritos de Julio César sobre la guerra de las Galias. Predilecto por caballeros y soldados durante la Edad Media.</p> <p>Tuvo efecto en el desarrollo de otras razas de tiro.</p> <p>Estados Unidos mostró gran interés en la raza; con lo cual inició una relación comercial fructífera entre ambos países, misma que finalizó en la primera guerra mundial.</p>
Temperamento	Sangre fría.	
Clasificación histórica	Ancestral.	
Origen Geográfico	Bélgica.	
Estado actual	Raro.	
Talla	1.54 - 1.74 m	
Peso	750 - 1200kg	
Apariencia	Cabeza pequeña, cuello arqueado y musculoso. Cuerpo compacto y fornido. Hombros inclinados. Espalda corta, amplia y musculosa; cuartos traseros redondos y muy poderosos. Patas cortas que destacan por su fuerza y firmeza, y ceñejas en la parte inferior.	
Colores	Colorado, prieto, alazán y a veces tordillo.	
Aptitudes	Tiro pesado, labores agrícolas, silla y caballería.	
		

Døle Gudbrandsdal y Trotón de sangre fría

		Datos Históricos
Prototipo		
Temperamento	Sangre fría.	<p>Se crían en pastizales de montaña abierta, en la que deben valerse por sí mismos. Gran influencia del caballo frisón. Diferenciación en dos tipos: uno pesado para el tiro y otro ligero de trote. Favorito en carreras de trotones a mediados del siglo XIX. Introducción de purasangre para incrementar velocidad.</p>
Clasificación histórica	Ancestral.	
Origen Geográfico	Noruega.	
Estado actual	Común.	
Talla	1.43 - 1.55 m	
Peso		
Apariencia	Pequeña y cuadrada cabeza de perfil recto. Cuello corto y musculoso, hombros anchos. Lomo largo, pecho profundo y cuartos traseros de una potencia fuera de lo común. Patas cortas, fuertes y con cernejas.	
Colores	Cataño, alazán, a veces tordillo o bayo.	
Aptitudes	Labores agrícolas, tiro ligero, carreras de enganche, carga y silla.	

Hucul

		Datos Históricos
Prototipo	Tarpán.	<p>Poni, descendiente directo del Tarpán. El nombre de la raza procede de los hutsul, cultura de Ucrania dependiente en gran medida de sus caballos. Adaptado a terrenos montañosos en los que otros fracasan. Raza utilizada durante la primera y segunda mundial.</p>
Temperamento	Sangre tibia.	
Clasificación histórica	Ancestral.	
Origen Geográfico	Polonia, Rumanía, República Checa, República Eslovaca.	
Estado actual	Común.	
Talla	Hasta 1.42 m.	
Peso	450 kg.	
Apariencia	Constitución robusta y estructura rectangular; bajo, fuerte, de extremidades bien definidas; y ojos grandes. Lomo fuerte, con una musculosa grupa bien formada. De cuello y delantera pesados con un pecho amplio y profundo.	
Colores	Alazán, colorado, prieto o grullo, frecuentemente con una franja dorsal y marcas de cebrá en las extremidades.	
Aptitudes	Silla y tiro ligeros.	
		

Nórico o Noriker

Prototipo		Datos Históricos
Temperamento	Sangre fría.	<p>Probable descendiente del caballo del bosque y del poni tipo 2. Criados en la provincia romana Noricum, actual Austria.</p> <p>Introducción de sangre española, italiana y francesa para mejorar su alzada y elegancia. Sumamente populares en los torneos de justas.</p>
Clasificación histórica	Ancestral.	
Origen Geográfico	Austria.	
Estado actual	Común.	
Talla	1.54 – 1.65 m	
Peso	500 -1,200 kg.	
Apariencia	Estructura pesada pero bien proporcionada, cabeza y cuello bien insertados y cuartos traseros musculosos. Extremidades de una fuerza excepcional, con cierta cantidad de cejas, y crines y cola abundantes.	
Colores	Crin y cola rubias, todos los colores sólidos y moteados.	
Aptitudes	Tiro pesado, silla y producción cárnica.	



Haflinger

Prototipo	WB/Draft.	Datos Históricos
Temperamento	Sangre fría.	<p>Las zonas montañosas que dieron origen a esta raza, le confirieron su resistencia, robustez y capacidad para sobrevivir a condiciones extremas.</p> <p>La crianza sistemática comenzó en 1921 con la constitución de la Cooperativa de Criadores de Caballos del Tirol del Norte.</p> <p>Muchos se utilizaron durante la primera guerra mundial.</p> <p>Perdió parte del ganado de cría tras la firma del tratado de Saint German, 1929; Tirol del sur, incluida Hafling y muchas de las mejores yeguas de cría, pasaron al dominio Italiano.</p>
Clasificación histórica	Ancestral.	
Origen Geográfico	Austria.	
Estado actual	Común.	
Talla	1.35 - 1.45 m.	
Peso	450 kg.	
Apariencia	Cabeza de gran calidad que refleja su ascendencia oriental; cuello bien proporcionado y dispuesto. Espalda musculosa, grupa fuerte e inclinada. Pecho amplio y profundo, extremidades y pies de una fuerza extraordinaria.	
Colores	Diferentes colores de alazán, con la crin y cola rubias.	
Aptitudes	Silla, tiro ligero, carga, doma, salto, deportes ecuestres de competición y caballería.	



Holstein

Prototipo		Datos Históricos
Temperamento	Sangre tibia	<p>Es una de las razas alemanas más antiguas. Se cree que la primera cría propiamente dicha la llevaron a cabo los monjes del monasterio de Uetersen, en el siglo XIII. Los Duques de Schleswig-Holstein fomentaron la cría caballar de animales para labores agrícolas y militares. Reducción drástica al finalizar la segunda guerra mundial. En la actualidad es una de las mejores monturas deportivas.</p>
Clasificación histórica	Ancestral	
Origen Geográfico	Alemania	
Estado actual	Común	
Talla	1.62 - 172 m	
Peso	550 - 600 kg.	
Apariencia	Caballo equilibrado y muy atractivo cuya estructura y constitución reflejan la influencia del purasangre. Es un atleta de élite en todos sentidos. Cabeza proporcionada, cuello esbelto y musculoso, pecho ancho y profundo, lomo recto con cuartos traseros musculosos y patas cortas.	
Colores	Colorado, prieto, alazán, tordillo.	
Aptitudes	Silla, doma, exhibición de salto, concurso completo, exhibición, enganche, maratón y deportes ecuestres de competición.	

Andaluz (Pura raza española)

Prototipo	Draft/Tarpán.	Datos Históricos
Temperamento	Sangre tibia.	<p>En la mitología, se dice que es descendiente de Céfiro, ancestral dios griego del viento del oeste. Animal deseado por reyes y líderes. Se cree que Babieca, caballo del Cid, era de esta raza. Son posiblemente los primeros caballos introducidos a América. Andaluz cartujano, considerado la forma pura de la raza. Criado por los monjes cartujos de Jerez de la Frontera.</p>
Clasificación histórica	Ancestral.	
Origen Geográfico	España.	
Estado actual	Común.	
Talla	1.52 - 1.5 m.	
Peso	570 kg.	
Apariencia	Constitución atlética y muy musculosa, con extremidades fuertes y firmes. Cabeza de perfil recto o convexo, orejas atentas y grandes ojos. Cuello grueso y arqueado, estructura compacta, pecho profundo y cuartos traseros muy musculosos. Se mueve con mucha soltura.	
Colores	Sobre todo tordillo o colorado, aunque también en otros colores.	
Aptitudes	Silla, doma clásica y doma.	

Percherón

Prototipo	Draft.	Datos Históricos
Temperamento	Sangre fría.	<p>Historia confusa, pero se sabe que hubo un animal parecido en la región de Le Perche durante el último periodo glacial. Parece que la pequeña y pesada raza de Le Perche tuvo gran influencia de caballos árabes y berberiscos durante las invasiones musulmanas y más tarde de caballos españoles introducidos por el conde de Rotrou. Utilizado durante la primera guerra mundial por el ejército británico y las fuerzas francesas como animal de carga.</p>
Clasificación histórica	Ancestral.	
Origen Geográfico	Francia.	
Estado actual	Común.	
Talla	1.54 - 1.64 m.	
Peso	500 – 1,200 kg.	
Apariencia	Cabeza fina. Cuello corto y musculoso, espalda corta, ancha y también musculosa. Pecho profundo y amplio, con hombros bastante inclinados. Cuartos traseros musculosos. Patas cortas pero densas y de fuertes huesos. Escasa cerneja, crin y cola abundantes.	
Colores	Tordillo o prieto.	
Aptitudes	Tiro pesado, labores agrícolas, silla, caballería y producción cárnica.	

Bretón

Prototipo	Draft.	Datos Históricos
Temperamento	Sangre fría.	<p>Raza codiciada en la Edad Media por su capacidad para llevar cargas pesadas. El ganado local se cruzó con caballos orientales para mejorar su velocidad y agilidad. El Postier y bretón pesado son los únicos bretones reconocidos en la actualidad. No ha tenido influencia de sangre foránea desde 1920.</p>
Clasificación histórica	Ancestral.	
Origen Geográfico	Francia.	
Estado actual	Común.	
Talla	1.52 - 1.62 m	
Peso	750 - 900Kg.	
Apariencia	Cabeza cuadrada y a menudo de perfil algo cóncavo. Cuello musculoso, corto y arqueado. Espalda corta y amplia, cuartos traseros descomunales, pecho profundo y amplio. Extremidades cortas y fuertes, con poca cerneja.	
Colores	Alazán con crines y cola rubias, aunque también pueden ser rojas o colorados ruanas.	
Aptitudes	Tiro pesado, labores agrícolas, silla y producción cárnica.	

Boulonnais

Prototipo	Draft.	Datos Históricos
Temperamento	Sangre fría.	<p>Es probable que descienda del primitivo caballo del bosque. En siglo XIV se hicieron cruces con caballos alemanas con el fin de aumentar su tamaño para el transporte de caballeros armados. No tuvo un nombre hasta el siglo XVII. Hubo un tipo pequeño, fuerte y veloz conocido como Petite Boulannais, utilizado para transportar pescado desde Boulonge hasta París.</p>
Clasificación histórica	Ancestral	
Origen Geográfico	Francia	
Estado actual	Raro	
Talla	1.53 - 1.64 m	
Peso	600 - 900kg	
Apariencia	Cabeza con influencia árabe, cuello largo y estructura magnífica. Cruz definida, hombros razonablemente inclinados, pecho amplio y profundo. Patas largas, muy fuertes con pocas cernejas. Crin corta y espesa, cola frecuentemente bastante tupida.	
Colores	Predominantemente tordilla, pero puede ser colorado, prieto, o alazán.	
Aptitudes	Tiro pesado, labores agrícolas, silla, caballería y producción cárnica.	

Cob Normando

Prototipo	WB.	Datos Históricos
Temperamento	Sangre tibia.	<p>Su cría comenzó en el siglo XIX para satisfacer necesidades militares en la región de la Mancha. Tradicionalmente se les cortaba la cola a fin de evitar que se les enredara en las riendas del arnés; actualmente se puede recoger en una trenza. Se desarrollaron a partir de pequeños caballo referidos como bidets. No cuenta con un "studbook" oficial.</p>
Clasificación histórica	Ancestral.	
Origen Geográfico	Francia.	
Estado actual	Poco común.	
Talla	1.55 - 1.65 m	
Peso	600 - 100 kg.	
Apariencia	Caballo compacto y musculoso de buenas proporciones con una cabeza atractiva, aunque bastante grande. Cuello corto y musculoso, pecho ancho y profundo, lomo corto y compacto. Patas robustas.	
Colores	Alazán, colorado, a veces ruano o tordillo.	
Aptitudes	Tiro ligero, trote y silla.	

Lusitano

		Datos Históricos
Prototipo	WB.	<p>Su nombre deriva de Lusitania, antiguo nombre de Portugal.</p> <p>Codiciados en todo Europa para mejorar las razas oriundas, más pesadas y de movimientos más lentos.</p> <p>Caballo de rejoneo más famoso.</p> <p>Contribuyeron al desarrollo de la gran mayoría de las razas americanas.</p>
Temperamento	Sangre tibia.	
Clasificación histórica	Ancestral.	
Origen Geográfico	Portugal.	
Estado actual	Raro.	
Talla	1.52 - 1.62 m.	
Peso	500 kg.	
Apariencia	Caballo extremadamente musculoso, cuello corto y arqueado, y pecho amplio y profundo. Cruz larga y bien definida, de espalda musculosa, grupa redondeada y algo inclinada. Extremidades fuertes y firmes, abundante pelo en crines y cola.	
Colores	Tordillo, a veces colorado o alazán.	
Aptitudes	Silla, arreo de reses, doma y doma clásica,	



c) Históricas

Mustang

		Datos Históricos
Prototipo	Draft/Tarpán.	<p>Se originó a partir de los caballos de los conquistadores que escaparon o fueron puestos en libertad y se unieron en pequeñas manadas autosuficientes; como el frisón, razas de enganche importadas de Inglaterra y Europa, incluso las desarrolladas en Estados Unidos, purasangres y caballos de tiro.</p> <p>Gracias a Velma B. Johnston, estos caballos gozan de protección legal; en 1959 propuso un proyecto de ley que prohibía matar caballos.</p> <p>La mutilación y asesinato de estos ejemplares y considerado como delito federal.</p>
Temperamento	Sangre tibia	
Clasificación histórica	Histórico	
Origen Geográfico	Estados Unidos	
Estado actual	Común	
Talla	1.42 - 1.52 m	
Peso	400 -570 kg.	
Apariencia	Aunque de gran variedad, muchos Mustang presentan influencias de ascendencia española, apreciables en la cabeza, de perfil recto o convexo, lomo corto y patas fuertes.	
Colores	Cualquier color.	
Aptitudes	Salvajes. Una vez domesticado: silla, arreo de reses, doma, salto, deportes ecuestres de competición, monta western.	



Appaloosa

		Datos Históricos
Prototipo	WB/Oriental.	<p>El origen de la raza data del siglo XVII, en lo que hoy es Oregón, Washington, Idaho y Montana en Estados Unidos. Desarrollada por los indios nativos, Nez Percé; sin embargo hay pinturas rupestres en Europa del año 17000 a.C. que muestra caballos moteados. Los colonos se referían a ellos como “caballos Palouse”, nombre homónimo del río que cruzaba el territorio de esta tribu; posteriormente se denominaron “a Palouse” (un Palouse) y más tarde como “Appalousey”. El nombre Appaloosa se aplicó hasta 1938.</p> 
Temperamento	Sangre tibia.	
Clasificación histórica	Histórico.	
Origen Geográfico	Estados Unidos.	
Estado actual	Común.	
Talla	1.44 - 1.62 m	
Peso	400 – 500 kg.	
Apariencia	Cabeza pequeña de perfil recto, cuello ligeramente arqueado, largo y musculoso. Pecho profundo, hombros largos y curvados, espalda corta y musculosa. Grupa un poco inclinada, cuartos traseros musculosos. Extremidades de suma firmeza.	
Colores	Moteado. Cinco tipos principales: copo de nieve, manto de nieve, leopardo, escarchado y jaspeada.	
Aptitudes	Silla, arreo de reses, salto, deportes de competición y monta western.	

Paint Americano

		Datos Históricos
Prototipo		<p>Tanto las marcas como la capa moteada tienen un origen ancestral, y evolucionaron para que los caballos primitivos pudieran camuflarse. Apreciados por culturas de indios nativos norteamericanos, como los sioux o los crox; y venerados por la tribu comanche. Algunas culturas consideraban a los ejemplares con muchas marcas como mágicos. Considerados dentro de los mejores caballos de monta. Marcas divididas en dos categorías: overo y tobiano. Uso fomentado por los vaqueros americanos.</p> 
Temperamento	Templado.	
Clasificación histórica	Histórico.	
Origen Geográfico	Estados Unidos.	
Estado actual	Común.	
Talla	1.52 - 1.62 m.	
Peso	500 kg.	
Apariencia	Caballos musculosos y de constitución sólida, por lo general predispuestos a los esfuerzos atléticos. Cuartos traseros y hombros fuertes, pecho profundo y cruz bien definida.	
Colores	Cualquier color con blanco, o, a veces de capa sólida.	
Aptitudes	Silla, arreo de reses, doma, salto, exhibiciones y deportes de competición y monta western.	

Cuarto de milla Americano

Prototipo	Draft/Tarpán/Oriental.	Datos Históricos
Temperamento	Sangre tibia.	<p>Primera raza auténticamente americana. Tiene ascendencia española procedente del ganado que llegó en el siglo XVI. No se cuenta con registros de gran parte de la historia temprana de la raza, pero está claro que se desarrolló a partir de españoles, aunque también de berberiscos magrebíes, árabes, Mustang, Morgan, pura sangre inglés e incluso de caballos de tiro europeo. Se crío por la necesidad de caballos capaces de impulsarse y correr a galope plano desde la salida, y durante tramos cortos (un cuarto de milla); de ahí es que adquiere su nombre.</p>
Clasificación histórica	Histórico.	
Origen Geográfico	Estados Unidos.	
Estado actual	Común.	
Talla	1.46 - 1.62 m.	
Peso	400 - 600 kg	
Apariencia	Magnífica y pequeña cabeza con frente ancha, orejas atentas y musculoso cuello. Espalda corta, grupa larga y redondeada, muslos especialmente musculosos. Hombros largos e inclinados; pecho profundo y amplio.	
Colores	El más común es el alazán.	
Aptitudes	Silla, arreo de reses, carreras, exhibiciones, monta western, salto y deportes de competición.	

Morgan

Prototipo	Draft/Oriental/Tarpán/Przewalski	Datos Históricos
Temperamento	Sangre tibia	<p>El origen de la raza inicia con "Figure", se dice que este animal fue ofrecido como pago de una deuda a Justin Morgan. Al morir éste último, el caballo fue nombrado como "Justin Morgan", y finalmente "Morgan". El pequeño animal trabajó en una granja, donde superó a todos los demás caballos, demostrando su fuerza y resistencia. Toda su progenie reflejó la apariencia y carácter de sus ancestros.</p>
Clasificación histórica	Histórico	
Origen Geográfico	Estados Unidos	
Estado actual	Común	
Talla	1.43 - 1.54 m	
Peso		
Apariencia	Hermosa cabeza de calidad con ojos muy separados. Cuello modelado con finura, musculoso y arqueado. Cruz definida, estructura compacta y musculosa, espalda corta. Pecho profundo y amplio; hombros inclinados.	
Colores	Cualquiera; a menudo colorado o alazán.	
Aptitudes	Silla, tiro ligero, doma, salto, monta western, exhibiciones y deportes de competición.	

Caballo de paso de Tennessee

Prototipo	Draft/Tarpán.	Datos Históricos
Temperamento	Sangre tibia.	<p>Evolucionó a principios del siglo XIX, cuando los pioneros se dirigieron a Tennessee, Kentucky y Misuri.</p> <p>Este caballo era sumamente ágil, capaz de pasar entre los surcos de las plantaciones sin dañar los cultivos.</p> <p>El Mustang, el amblador canadiense, el Morgan, el Standardbred, el silla y el pura sangre fueron caballos que influyeron en su desarrollo.</p> <p>Allan-F1, considerado como semental fundador de la raza. Descendía de la cruce de un Standardbred y una yegua Morgan.</p>
Clasificación histórica	Histórico.	
Origen Geográfico	Estados Unidos.	
Estado actual	Común.	
Talla	1.45 - 1.72 m	
Peso		
Apariencia	Sólido y musculoso. Cabeza grande de perfil recto. Cuello arqueado y musculoso. Hombros inclinados y tronco redondeado. Espalda compacta; cuartos traseros musculosos y cola de inserción alta.	
Colores	Cualquier color; los más frecuentes son el prieto y los tonos de alazán.	
Aptitudes	Silla, tiro ligero, exhibiciones y deportes de exhibición y monta western.	

Fox Trotter de Misuri

Prototipo	Draft/Oriental/Tarpán/Przewalski	Datos Históricos
Temperamento	Sangre tibia.	<p>Estos caballos tenían una ascendencia mixta: ambladores de Tennessee, Narragansett y canadienses, así como de Silla americano, Morgan, árabes y tipos tempranos de purasangre.</p> <p>Durante el siglo XIX, comenzó a surgir poco a poco un tipo fijo de caballo.</p> <p>Proporciona suavidad durante la monta.</p>
Clasificación histórica	Histórico.	
Origen Geográfico	Estados Unidos.	
Estado actual	Común.	
Talla	1.42 - 1.62 m	
Peso		
Apariencia	Cabeza proporcionada de perfil recto, musculoso cuello. Pecho profundo y amplio; hombros inclinados entre 45 y 50 °. Espalda fuerte; extremidades fuertes, definidas y firmes. Inserción de la cola alta y cuartos traseros musculosos.	
Colores	Cualquiera, aunque predominan los tonos alazán.	
Aptitudes	Silla, tiro ligero, exhibiciones, deportes de competición y monta western.	

Caballo de silla Americano

Prototipo	Draft/Oriental/Tarpán/ Przewalski	Datos Históricos
Temperamento	Sangre tibia.	<p>También nombrado Kentucky Saddler. Las bases de su desarrollo se establecieron en el siglo XVII, con la llegada de los colonizadores británicos a Norteamérica. Mezclas entre amblador Narragansett y canadiense dieron lugar a un tipo de caballo llamado "caballo americano"; a partir de este, los caballos Morgan y los españoles evolucionó el Silla Americano.</p>
Clasificación histórica	Histórico.	
Origen Geográfico	Estados Unidos.	
Estado actual	Común.	
Talla	1.52 - 1.62 m	
Peso	450 - 540 kg.	
Apariencia	Magnífica cabeza de calidad dispuesta sobre un cuello arqueado y largo. Pecho profundo y amplio, hombros inclinados, cruz definida, espalda corte y fuerte. Patas fuertes y firmes; cuartillas largas y flexibles.	
Colores	Cualquier color.	
Aptitudes	Silla, tiro ligero, labores agrícolas ligeras, carga, exhibiciones, doma, salto y de portes ecuestres de competición.	

Caballo Banker

Prototipo		Datos Históricos
Temperamento	Sangre tibia.	<p>En 1585, una expedición liderada por el inglés Walter Raleigh arribó a Puerto Rico; se dirigía a la isla de Roanoke, para adquirir varios caballos, cuando la nave principal quedó varada llegando a las islas de Outer Banks, en un intento por salvar la nave, desembarcaron suministros y animales, así que, los caballos que tocaron tierra pasaron a conocerse como Banker. Los caballos aprendieron a sobrevivir en este inhóspito lugar. Desarrollaron la habilidad de escarbar la tierra hasta encontrar agua dulce; característica que aún conservan. En la actualidad esta raza se ve afectada por la expansión humana en su hábitat.</p>
Clasificación histórica	Histórico.	
Origen Geográfico	Estados Unidos.	
Estado actual	Raro.	
Talla	1.32 - 1.45 m	
Peso		
Apariencia	Cabeza de perfil recto o convexo.	
Colores	Predominantemente bayo, con cola y crines prietos y colorado.	
Aptitudes	Aunque salvaje, una vez domesticado: silla, tiro ligero, deportes de competición y monta western.	

Assateague y Chincoteague

Prototipo	Equus ferus caballus	Datos Históricos
Temperamento	Sangre tibia.	<p>La presencia de ponis data de 1669, cuando los colonos del continente dejaron libres a sus animales en las islas con el fin de evitar el pago de impuestos.</p> <p>La base de los ponis la comprenden caballos coloniales, una mezcla de sangre española, berberisca y árabe.</p>
Clasificación histórica	Histórica	
Origen Geográfico	Estados Unidos	
Estado actual	Raro	
Talla	1.21 - 1.42 m	
Peso	382 kg	
Apariencia	Cabeza de gran calidad que puede reflejar cualidades españolas o árabes. Pueden tener patas razonablemente largas con relación al tamaño del cuerpo y son de una dureza extrema.	
Colores	Cualquier color	
Aptitudes	Salvaje. Una vez domesticado, silla, deportes de competición y monta western.	

Caballo de las montañas rocosas

Prototipo		Datos Históricos
Temperamento	Sangre tibia.	<p>Desde 1986 la Rocky Mountain Horse Association ha llevado a cabo esfuerzos continuos para la conservación de estos animales.</p> <p>Desarrollado a finales de la década de 1980 por Sam Tuttle.</p> <p>Evolucionó en la zona oriental de Kentucky, probablemente a la vez que el Silla americano. La raza se remonta al ganado español y al amblador Narragansett.</p> <p>Características se reforzaron por su hábitat.</p>
Clasificación histórica	Histórico.	
Origen Geográfico	Estados Unidos.	
Estado actual	Poco común.	
Talla	1.44 - 1.62 m.	
Peso	385 - 450 kg.	
Apariencia	Magnífica cabeza de cuello algo arqueado y largo. Hombros inclinados; pecho profundo y amplio. Espalda musculosa y lomo bien proporcionado.	
Colores	Variedad de colores colorados; crin y cola rubias. Cuerpo de color sólido sin marcas blancas por encima de la rodilla ni del corvejón.	
Aptitudes	Silla, arreo de reses, exhibiciones, doma, deportes de competición y monta western.	

Bashkir Americano rizado

Prototipo	Oriental.	Datos Históricos
Temperamento	Sangre tibia.	<p>La creencia de su origen ruso se basa en que Alaska estuvo ocupada por los rusos desde finales del siglo XVIII hasta mediados del XIX. La historia de la raza no puede trazarse con certeza hasta 1898, año en que se encontró una manada en el centro de Nevada. Se han documentado caballos con capa rizada en pictogramas de indios americanos del siglo XIX. A partir del año 1932, una familia italiana, los Damele, se percataron de la resistencia al invierno de estos animales, mientras que sus manadas habían perecido. Después de 1952 comenzaron a criarlos con el fin de tener una manada de ellos. 2003 se inauguran la Curly Horse Organization y el registro de Curly Sporthorse International con el fin de promover y mejorar el caballo rizado. La capa rizada se presenta en invierno.</p>
Clasificación histórica	Histórico.	
Origen Geográfico	Estados Unidos.	
Estado actual	Común.	
Talla	1.35 - 1.62 m	
Peso	360 - 450 kg.	
Apariencia	Cabeza de fuertes mandíbulas y ojos rasgados muy separados. Cuello musculoso, cruz definida y hombros musculosos e inclinados. Espalda de longitud corta o media. Grupa inclinada y redondeada. Patas delanteras con antebrazos largos. Huesos de la caña fuertes y densos.	
Colores	Cualquiera, pero siempre rizada.	
Aptitudes	Silla, tiro ligero, salto, arreo de reses, deportes de competición y monta western.	

Purasangre Americano

Prototipo	Draft/Oriental/Tarpán	Datos Históricos
Temperamento	Sangre caliente	<p>Se desarrolló a partir de importaciones del purasangre inglés y cierto mestizaje con el ganado local. La popularidad de las carreras de caballos despertó el interés por la producción de animales propios para tal fin. Las carreras se hicieron populares, al igual que las apuestas. En la posguerra las apuestas se hicieron ilegales en Estados Unidos, por tal motivo los purasangre americano se enviaron a Inglaterra. Hasta antes de 1949 ningún animal de esta raza se podía registrar en el British General Stud Book, por considerarse impuros; posterior a este año cualquier animal que pudiera demostrar ocho o nueve cruces de purasangre se podía registrar.</p>
Clasificación histórica	Histórico	
Origen Geográfico	Estados Unidos	
Estado actual	Común	
Talla	1.52 - 1.72 m	
Peso		
Apariencia	Cabeza proporcionada y ojeras grandes. Cuello largo y arqueado. Cruz definida, hombros inclinados y musculosos. Lomo largo. Pecho amplio y alto, grupa inclinada e inserción alta de la cola. Patas largas, firmes y fuertes.	
Colores	Sobre todo colorado, alazán, prieto y tordillo; marcas blancas comunes.	
Aptitudes	Silla, carreras, exhibiciones, doma, salto, concurso completo y deportes ecuestres de competición.	

Paso fino

Prototipo	Draft/Tarpán.	Datos Históricos
Temperamento	Sangre tibia.	<p>Ascendencia española; los animales que llegaron de España con Colón y en viajes posteriores eran mezcla del Jennet (extinto), Sorraia, asturcón, Garranos, berberisco y andaluz.</p> <p>Presenta una andadura en cuatro pasos en la que cada miembro se mueve de modo uniforme y recto.</p>
Clasificación histórica	Histórico.	
Origen Geográfico	Puerto Rico, Colombia, Perú, Cuba y República Dominicana.	
Estado actual	Común.	
Talla	1.32 - 1.54 m	
Peso	490 kg.	
Apariencia	Cabeza finamente moldeada de perfil recto o convexo; cuello musculoso, arqueado y relativamente elevado. Pecho de gran profundidad, espalda musculosa. Fuertes y robustas patas. Pelo abundante en crin y cola.	
Colores	Cualquier capa.	
Aptitudes	Silla, exhibición, deportes de competición y monta western.	

Paso Peruano

Prototipo	Draft/Tarpán.	Datos Históricos
Temperamento	Sangre tibia	<p>Criados a partir de caballos españoles y berberiscos.</p> <p>Muchos viven salvajes en los Andes o con familias campesinas.</p> <p>Recuperación de la raza gracias a Gustavo de la Borda y Federico de la Torre Ugarte.</p> <p>Reconocido como legado cultural peruano.</p> <p>Posee un paso característico, llamado <i>término</i>, en el cual, desde los hombros hasta las manos realizan un movimiento de giro lateral en cada paso, similar al nado.</p>
Clasificación histórica	Histórico	
Origen Geográfico	Perú	
Estado actual	Común	
Talla	1.43 - 1.54 m	
Peso	400 – 500 kg.	
Apariencia	Cabeza finamente moldeada; ojos grandes. Cuello musculoso. Pecho profundo y amplio, lomo musculoso y grupa inclinada. Exuberantes crines y cola de inserción baja. Piernas de gran fuerza y resistentes casco.	
Colores	Alazán, bayo, prieto, tordillo, gruyo, palomino, colorado o ruano.	
Aptitudes	Silla, exhibiciones y deportes de competición y monta western.	

Criollo Argentino

Prototipo	Draft/Tarpán.	Datos Históricos
Temperamento	Templado	<p>1535 arriban los primeros caballos a Argentina, de manos del conquistador Pedro de Mendoza. Se cree eran Sorraia, Garranos, berberiscos y andaluces.</p> <p>Muchos escaparon al salir los colonos de Buenos Aires en 1541. Los más resistentes sobrevivieron, mismos que se comenzaron a reproducir de forma natural.</p> <p>Los exploradores se referían a ellos como "baguayales".</p> <p>Introducción de purasangres que resultó en pérdida de calidad innata.</p> <p>1923 inauguración de la Asociación de Criadores de Caballos Criollos Argentinos, cuyo objetivo era la restitución original del criollo.</p>
Clasificación histórica	Histórico	
Origen Geográfico	Argentina	
Estado actual	Común	
Talla	1.35 - 1.53 m	
Peso	450 kg.	
Apariencia	Tradicionalmente, la cabeza es de perfil algo convexo, que indica su ascendencia española, pero el perfil del criollo moderno es recto o incluso un poco cóncavo. Cuello corto y musculoso, vigorosa estructura, grupa curvada y cola de inserción baja.	
Colores	Aunque hay una gran variedad, se favorece más el gateado, bayo y gruyo.	
Aptitudes	Silla, arreo de reses, polo, raid de fondo y deportes ecuestres.	

Mangalarga Marchador

Prototipo		Datos Históricos	
Temperamento	Templado	<p>Principal para el arreo de reses. Se considera el pariente moderno más cercano del extinto Jennet.</p> <p>Se desarrolló en la hacienda "Campo Alegre", que albergaba caballos berberiscos y españoles, como el Jennet, andaluz y criollos; a ellos se unió un semental Alter-Real, nombrado Sublime. Todos ellos desarrollaron un grupo de caballos denominados "caballos sublimes".</p> <p>Algunos de ellos fueron vendidos a una hacienda conocida como "Mangalarga". Por lo tanto la raza se conoció con ese nombre; mientras que el término "marchador" se le asignó por su impresionante capacidad de marcha.</p>	
Clasificación histórica	Histórico		
Origen Geográfico	Brasil		
Estado actual	Común		
Talla	1.45 m		
Peso	450 kg.		
Apariencia	Cabeza ligera y triangular, dispuesta sobre un cuello arqueado y de longitud media. Pecho largo y profundo; lomo largo y proporcionado. Cuartos traseros musculosos y potentes; inserción de la cola media; hombros oblicuos. Piernas de fuerza excepcional.		
Colores	Cualquiera, excepto albino.		

Aptitudes	Silla, arreo de reses, exhibiciones y deportes de competición y monta western.	
------------------	--	--

Don

Prototipo	Tarpán.	Datos Históricos
Temperamento	Sangre tibia.	
Clasificación histórica	Histórico.	La raza se desarrolló hasta los siglos XVIII y XIX; pero sus antepasados se remontan a la época de tribus nómadas, como la de los nogai del siglo XVI, al este del mar Caspio.
Origen Geográfico	Rusia.	
Estado actual	Raro.	Anteriormente conocido como “caballo del viejo Don” o “Don kazajo”. Desarrollado como animal de guerra capaz de sobrevivir a las condiciones extremas de las estepas Rusas.
Talla	1.55 - 164 m	
Peso		Bajo el mando de los cosacos del Don enfrentaron a las tropas napoleónicas persiguiéndolas de regreso a Francia; en una hazaña de resistencia sin precedentes, pudieron retornar a Moscú sin mayor dificultad. Prácticamente desapareció tras la primera guerra mundial y la revolución rusa.
Apariencia	Cabeza atractiva que puede presentar rasgos orientales o similares a los del árabe. Cuello musculoso; espalda larga y plana, grupa inclinada y, a veces, cola de inserción baja. Patas largas, en ocasiones sentado de corvejones y cascos muy fuertes.	
Colores	Colorado, alazán. Suele presentar un color metálico.	
Aptitudes	Silla, tiro ligero, raid , labores agrícolas y caballería.	

Frederiksborg

Prototipo		Datos Históricos
Temperamento	Sangre tibia	Inicio de programas de cría basados en el caballo ibérico, a cargo de Cristian IV, hijo del rey Federico II.
Clasificación histórica	Histórico	
Origen Geográfico	Dinamarca	Criado en dos tipos: un ejemplar ligero y ágil para la caballería y la alta escuela; y un tipo más pesado para carruajes reales y ceremonias.
Estado actual	Raro	
Talla	1.53 - 1.63 m	Uno de los fundadores de la raza lipiziana fue
Peso	480 - 550 kg.	

Apariencia	Cabeza atractiva de perfil recto o algo convexo entroncada en un cuello musculoso y bien moldeado. De pecho profundo y amplio, cuartos traseros musculosos y hombros bien inclinados que le permiten moverse de forma excelente y con soltura.	<p>un semental de esta raza, llamado Pluto. Debido a su esparcimiento la calidad del ganado declinó, ocasionando la clausura de la ganadería. La cual se reanudó hasta 1900.</p> 
Colores	Predominantemente alazán.	
Aptitudes	Silla, tiro ligero, doma, salto y caballería.	

Clydesdale

		Draft/WB.	Datos Históricos
Prototipo		Draft/WB.	<p>Relación con el caballo del bosque. Su crianza floreció en el siglo XVIII. Sus orígenes también están relacionados con la invasión romana de Gran Bretaña y la entrada de los Frisones. Se desarrolló en el territorio de Lanarkshire, tradicionalmente llamado Clydesdale, en honor del río Clyde. La introducción del caballo flamenco o caballo de tiro belga supuso el primer paso en el desarrollo de la raza entre 1715 y 1720. Empleados en la primera guerra mundial, una vez concluida, el número de animales disminuyó. Primer caballo de tiro en contar con una asociación propia. Posee la actitud y elegancia de los equinos mucho más ligeros.</p> 
Temperamento		Sangre fría.	
Clasificación histórica		Histórico.	
Origen Geográfico		Escocia.	
Estado actual		Vulnerable.	
Talla		1.62 - 1.82 m	
Peso		900 kg	
Apariencia		Cabeza de frente ancha y perfil recto, grandes ojos muy separados, cuello bien conformado. Cuerpo compacto. Cruz definida, espalda corta y fuerte que derivan en unos cuartos traseros largos y musculosos. Patas largas con pies firmes y largas y sedosas cernejas.	
Colores		Colorado; a veces prieto, tordillo, ruano, alazán, con marcas blancas en la cara y patas.	
Aptitudes		Tiro pesado, labores agrícolas, silla, exhibiciones y caballería.	

Shire

		Draft.	Datos Históricos
Prototipo		Draft.	<p>Los grandes caballos belgas y franceses conforman las raíces de este animal. Desarrollado con fines militares; el objetivo era lograr un caballo adecuado para la caballería que mantuviera la calma en batalla. Populares y apreciados en Estados Unidos, donde se fundó una sociedad de cría en 1885.</p>
Temperamento		Sangre fría.	
Clasificación histórica		Histórico.	
Origen Geográfico		Inglaterra.	
Estado actual		En peligro de extinción.	
Talla		1.65 - 1.82 m.	

Peso	1500 kg.	El número de ejemplares disminuyó tras la segunda guerra mundial, en gran medida por la introducción de vehículos.
Apariencia	Cabeza atractiva de perfil convexo, ojos grandes y orejas atentas. Cuello largo y arqueado. Cruz definida, espalda corta y musculosa. Pecho amplio y tronco bien formado. Cuartos traseros largos y musculosos; inserción de la cola alta.	
Colores	Prieto, colorado, tordillo y ruano; a menudo con marcas blancas en las patas.	
Aptitudes	Tiro pesado, labores agrícolas, silla, exhibiciones y caballería.	

Suffolk punch

Prototipo	Draft.	Datos Históricos Los primeros registros escritos de sobre este animal datan de 1586. Se desarrolló como animal agrícola. Todos los ejemplares se remontan a un solo semental nacido en 1768, bautizado como Crip's Horse. Debido a su fuerza, también fue empleado en el ejército para tirar de artillería pesada. En Pakistán se usó para la mejora del ganado local y la cría de mulas.
Temperamento	Sangre fría.	
Clasificación histórica	Histórico.	
Origen Geográfico	Inglaterra.	
Estado actual	En estado grave.	
Talla	1.62 - 1.65 m	
Peso	900 kg.	
Apariencia	Cuerpo sumamente sólido y musculoso que se sustenta en unas cortas y vigorosas patas con muy pocas cernejas. Cabeza grande de frente ancha, con gran separación entre ojos y pequeñas orejas atentas. Cuello arqueado y musculoso, pecho profundo. Potentes y redondeados cuartos traseros; hombros de nacimiento bajo.	
Colores	Variedades de alazán.	
Aptitudes	Tiro pesado, labores agrícolas, exhibiciones y caballería.	



Caballo de tiro Irlandés

Prototipo	Draft/Tarpán.	Datos Históricos Se intentó incrementar su talla mediante la introducción de sangre de Clydesdale y Shire, durante el siglo XIX. No tuvo éxito. Utilizados en la primera guerra mundial.
Temperamento	Sangre tibia.	
Clasificación histórica	Histórico.	
Origen Geográfico	Irlanda.	
Estado actual	Común.	
Talla	1.53 - 1.72 m	
Peso		
Apariencia	Cabeza bien moldeada, cuello de longitud media. Estructura	

	poderosa, cruz bien definida, hombros bastante inclinados y espalda fuerte. Pecho profundo y grupa larga e inclinada. Patas fuertes y definidas.	
Colores	Cualquier color sólido.	
Aptitudes	Tiro medio, labores agrícolas, silla, doma, salto, exhibiciones y caza.	

Purasangre Inglés

Prototipo	Draft/Oriental/Tarpán	<p>Datos Históricos</p> <p>Las primeras carreras de caballos se celebraron en el reinado de Enrique VIII. El mestizaje del veloz ganado británico con los animales importados dio lugar a un tipo de "caballo de carreras", portador de sangre oriental y española. Fue el predecesor del purasangre.</p> <p>Su origen se atribuye a tres sementales fundadores: <i>Byerley Turk</i>, <i>Darley Arabian</i> y <i>Godolphin Barb</i>.</p> <p>La introducción de caballos turkmenos, árabes y berberiscos estableció las características definitivas del purasangre.</p> <p>Empleado en el desarrollo y mejora de otras razas británicas e internacionales.</p>
Temperamento	Sangre caliente	
Clasificación histórica	Histórico	
Origen Geográfico	Inglaterra	
Estado actual	Común	
Talla	1.52 - 1.72 m	
Peso	400 – 500 kg	
Apariencia	Cabeza proporcionada con grandes orejas; cuello largo y arqueado. Cruz definida, hombros musculosos e inclinados. Lomo largo. Pecho amplio, grupa inclinada e inserción de la cola alta. Patas largas, firmes y fuertes.	
Colores	Colorado, alazán, prieto, tordillo, ruano o palomino; marcas blancas comunes.	
Aptitudes	Silla, carreras, exhibiciones, doma, salto y deportes ecuestres.	



Hackney

Prototipo	WB.	<p>Datos Históricos</p> <p>Su nombre procede del término francés "hequenée", hace referencia a caballos de silla ligeros que poseen un trote muy cómodo. La forma actual surgió del cruce de caballos Norfolk Roadster con trotones Yorkshire Durante la mitad del siglo XX fue un animal muy popular, se exportó a todo el mundo. Después de la guerra su uso y el número de</p>
Temperamento	Sangre tibia.	
Clasificación histórica	Histórico.	
Origen Geográfico	Inglaterra.	
Estado actual	Amenazado.	
Talla	1.42 - 1.55 m	
Peso	360 - 550 kg.	

Apariencia	Pequeña y elegante cabeza de perfil ligeramente convexo. Cuerpo muy compacto, largo y cuello esbelto, hombros potentes e inclinados y pecho profundo y amplio. Cuartos traseros musculosos, grupa uniforme y cola de inserción alta. Extremidades firmes y definidas.	<p>ejemplares disminuyeron drásticamente.</p> 
Colores	Colorado, prieto, alazán.	
Aptitudes	Enganche, maratón, silla y exhibición.	

Cleveland Bay

Prototipo	WB.	<p>Datos Históricos</p> <p>Se criaban en North Riding, Yorkshire y Cleveland, de donde toma su nombre. Su origen se remonta a la Edad Media. Gélidos inviernos contribuyeron a su robusta constitución e innata inteligencia. Desarrollo de patas firmes y sin ceñijas debido al suelo arcilloso. Empleado en el sector minero por su increíble fuerza de carga. Influencia de berberisco magrebí y andaluz. Utilizado ampliamente durante la primera guerra mundial. 1960 solo habían cuatro sementales en Reino Unido, poniendo en riesgo a la raza. La reina Isabel II influyó en la recuperación de la raza al comprar uno de los sementales existentes y lo utilizó para la cría.</p> 
Temperamento	Sangre tibia.	
Clasificación histórica	Histórico.	
Origen Geográfico	Inglaterra.	
Estado actual	En estado crítico.	
Talla	1.62 - 1.64 m	
Peso	400 - 500 kg.	
Apariencia	Cabeza de perfil convexo, grandes ojos y orejas finas. Cuello largo, musculoso y arqueado. Hombros anchos de buena inclinación. Pecho profundo y amplio. Extremidades fuertes y musculosas; patas carentes de ceñijas.	
Colores	Colorado	
Aptitudes	Enganche y maratón, tiro ligero, silla, doma, salto y caza.	

Lipizano

Prototipo	WB/ Oriental.	<p>Datos Históricos</p> <p>Desarrollado para las batallas, para llevar reyes y realizar complicados movimientos de escuela de equitación. 1580 el archiduque Carlos II fundó la ganadería de Lipizza, Eslovenia, cuyo objetivo era producir caballos para la nobleza.</p>
Temperamento	Sangre tibia.	
Clasificación histórica	Histórico.	
Origen Geográfico	Austria.	
Estado actual	Raro.	
Talla	1.52 - 1.63 m.	

Peso	450 - 550 kg.	
Apariencia	Cabeza grande, perfil recto o convexo. Cuello extremadamente musculoso y arqueado. Pecho profundo y amplio, cruz plana, espalda larga y fuerte. Cuartos traseros musculosos.	
Colores	Predominantemente tordillo	
Aptitudes	Tiro ligero, doma, doma clásica y silla.	

Trakehner

Prototipo		Datos Históricos
Temperamento	Sangre tibia.	<p>Se remonta a los tiempos de los escitas, un pueblo que habitó zonas del este de Europa desde el siglo VI a.C. hasta el I d.C. El Hucul, el Konik y el poni Shweiken, descienden del caballo Tarpán y fueron la base para el desarrollo de esta raza. Federico Guillermo I de Prusia sentó las bases de la crianza de este caballo, para obtener una caballería rápida y dura; así se inauguró la Ganadería Real de Trakehner. Los granjeros continuaron criando caballos ligeros para labores agrícolas; introduciéndose posteriormente a la cría real, con lo que le sumaron robustez al ganado. Tuvo grandes pérdidas durante la primera y segunda guerra mundial; la más devastadora fue la segunda, de la cual solo sobrevivieron veintiuna yeguas del ganado original.</p>
Clasificación histórica	Histórico.	
Origen Geográfico	Alemania Oriental y Prusia Oriental, actual Lituania.	
Estado actual	Común.	
Talla	1.62 - 1.65 m	
Peso	440 kg.	
Apariencia	Cabeza refinada y de gran calidad, cuello largo y arqueado, cruz definida, espalda corta y musculosa y cuartos traseros también musculosos. Hombros bien conformados con buena inclinación, que permite un paso suave y largo.	
Colores	Prieto, colorado, bayo, alazán.	
Aptitudes	Silla, tiro ligero, caballería, doma, salto de obstáculos y concurso completo.	

Kladrub

Prototipo		Datos Históricos
Temperamento	Sangre fría.	<p>Única raza indígena de República Checa Emblema de la historia del país. 1995 recibe el reconocimiento de "monumento cultural nacional".</p>
Clasificación histórica	Histórico.	
Origen Geográfico	República Checa.	

Estado actual	Raro.	<p>Alrededor de 1579, el emperador Rodolfo II fundó la ganadería Kladrub; aún crucial en la cría de esta raza.</p> <p>Desarrollados para que su color hiciera juego con los carruajes.</p> <p>Hay cuatro líneas de caballos tordillos y cuatro de prietos.</p>
Talla	1.64 - 1.72 m	
Peso	700 kg	
Apariencia	<p>Cabeza alargada de perfil recto o convexo, frente ancha y ojos grandes. Cuello arqueado y musculoso, de nacimiento alto. Estructura equilibrada, con hombros poderosos, pecho ancho, lomo largo y cuartos traseros musculosos. Crin y cola pobladas. El trote suele tener un movimiento elevado de rodillas.</p>	
Colores	Tordillo o prieto.	
Aptitudes	Enganche, maratón, tiro ligero, silla, doma y doma clásica.	

Poni de polo

Prototipo	WB.	Datos Históricos
Temperamento	Sangre tibia y Sangre caliente	<p>No es en una raza, es un tipo de poni que se cría en diferentes linajes, mediante la combinación de razas.</p> <p>Reino Unido, primeros en criar ponis específicos para el polo.</p> <p>Cría basada en cruces de Dartmoor, Welsh, New Forest y Connemara con purasangres, árabes y berberiscos.</p> <p>Muchos ponis de élite son yeguas, si se utilizan para la cría se ven forzadas a interrumpir sus exitosas carreras; gracias a la transferencia de embriones, estas yeguas siguen en competición mientras que las de alquiler gestan los embriones.</p>
Clasificación histórica	Histórico	
Origen Geográfico	Reino Unido, Australia, Estados Unidos y Argentina	
Estado actual	Común	
Talla	Hasta 1.55 m	
Peso		
Apariencia	<p>Por lo general, los ponis de polo son pequeños, elegantes y de una dureza suprema. Estructura atlética y equilibrada, de gran inteligencia y atractivo. Hombros musculosos, pecho profundo, lomo largo y cuartos traseros potentes. Extremidades firmes y fuertes.</p>	
Colores	Cualquier	
Aptitudes	Silla, polo, exhibición y deportes ecuestres de competición.	

Oldemburgués

Prototipo		Datos Históricos
Temperamento	Sangre tibia	<p>Caballo muy apreciado en Europa en el siglo XVII.</p> <p>Como base se utilizó el frisón combinado con caballos españoles, napolitanos, turcos y berberiscos.</p>
Clasificación histórica	Histórico	
Origen Geográfico	Alemania	

Estado actual	Común	<p>Se regalaba a los dignatarios o realeza. 1820 promulgación de ley para mejorar la raza; antes de criar, los sementales debían juzgarse y certificarse. Apreciados en la primera guerra mundial, sufrió grandes pérdidas. Después de la segunda guerra mundial se desarrolló un ejemplar para satisfacer las nuevas necesidades. 1950 inicio de la cría del moderno caballo deportivo oldemburgués.</p>
Talla	1.62 - 1.64 m	
Peso	680 kg.	
Apariencia	Cabeza de perfil recto o algo convexo, cuello musculoso y arqueado. Pecho profundo, cruz definida y hombros musculosos. Grupa fuerte, plana con cuartos traseros musculosos.	
Colores	Cataño, prieto, alazán, tordillo.	
Aptitudes	Silla, doma, exhibición de salto, concurso completo, enganche y deportes ecuestres de competición.	



Hannoveriano

Prototipo		Datos Históricos
Temperamento	Sangre Tibia	<p>Aparece en la bandera y escudo de armas de Baja Sajonia, al noroeste de Alemania. 1735 Origen de la raza. Jorge II, elector de Hanover y rey de Inglaterra fundó una ganadería con sementales Holstein y purasangre ingleses. Se ha criado según las necesidades de la época; en la actualidad se busca un animal deportivo de élite.</p>
Clasificación histórica	Histórico	
Origen Geográfico	Alemania	
Estado actual	Común	
Talla	1.64 m	
Peso	498 - 860 kg.	
Apariencia	Atractiva cabeza, cuello largo, musculoso y arqueado. Hombros y cuartos traseros de suma potencia. Cruz bien definida, pecho profundo, lomo recto, cuerpo fornido y fuertes extremidades.	
Colores	Colorado, alazán, prieto o tordillo.	
Aptitudes	Silla, doma, exhibición de salto, concurso completo, enganche y deportes ecuestres de competición.	



Alter- real

		Datos Históricos
Prototipo		<p>Programa de cría iniciado en 1748 por la familia real de Braganza. Importaron yeguas andaluzas a fin de abastecer caballos de tiro y alta escuela.</p> <p>Los mejores ejemplares se perdieron a causa de las invasiones napoleónicas.</p> <p>Los Braganza se marcharon a Brasil llevando consigo algunos de sus caballos; muchos de los animales que dejaron los mataron o capturaron las tropas francesas.</p> <p>Raza rescatada por D'Andrade, experto en caballos, a partir de un grupo reducido de ejemplares puros.</p> <p>Caballos admirados por su capacidad atlética y temperamento</p>
Temperamento	Sangre tibia.	
Clasificación histórica	Histórico.	
Origen Geográfico	Portugal.	
Estado actual	Raro.	
Talla	1.52 - 1.63 m.	
Peso	400 - 600 kg.	
Apariencia	Cabeza grande, perfil recto o convexo y orejas pequeñas. Cuello musculoso. Pecho profundo y amplio. Espalda razonablemente larga y ancha. Cuartos traseros muy musculosos. Extremidades fuertes y firmes.	
Colores	Bayo o colorado.	
Aptitudes	Silla, doma y doma clásica.	



Maremmana

		Datos Históricos
Prototipo		<p>Primeras pruebas de la presencia de estos caballos en la zona data del siglo VII a.C. Probablemente influenciada en sus orígenes por el berberisco magrebí.</p> <p>Principal sostén de vaqueros italianos.</p> <p>La inclusión de animales purasangre y Norfolk Roadster inglés sirvieron para modificar la raza.</p> <p>Muchos ejemplares de esta raza se crían en estado semisalvaje para perpetuar su robustez.</p> <p>Muy habitual en la policía montada y las unidades de caballería.</p>
Temperamento	Sangre tibia.	
Clasificación histórica	Histórico.	
Origen Geográfico	Italia.	
Estado actual	Raro.	
Talla	1.52 - 1.63 m.	
Peso	450- 500 kg.	
Apariencia	Cabeza grande, de perfil recto o convexo. Cuello arqueado y extremadamente musculoso. Pecho profundo y amplio con una cruz bien definida. Espalda larga y fuerte, cuartos traseros musculosos y grupa algo inclinada. Extremidades y pies de una fuerza extraordinaria.	
Colores	Cualquier color sólido.	
Aptitudes	Silla, tiro ligero y doma clásica.	



Trotón de Orlov

		Datos Históricos
Prototipo		<p>Conde Alexius Girgorievich Orlov, responsable de la cría de este caballo, en la región de Voronezh.</p> <p>La raza se basó en sementales árabes cruzados con yeguas españolas y danesas, así como purasangre inglés y frisón.</p> <p>Cría rigurosa, nunca vendió ningún semental. 1831 los caballos comenzaron a criarse en toda la región.</p> <p>Cancelación de los programas de cría durante la guerra civil rusa.</p> <p>Prohibición de cruces, en el periodo de entreguerras.</p> <p>Dio origen al trotón ruso al hacer cruces con el trotón americano.</p>
Temperamento	Sangre tibia.	
Clasificación histórica	Histórico.	
Origen Geográfico	Rusia.	
Estado actual	Raro.	
Talla	1.62 m	
Peso	450 kg.	
Apariencia	Cabeza grande, cuello largo y arqueado; cruz definida. Lomo largo y plano; pecho profundo y amplio, cuartos traseros fuertes. Patas largas que pueden tener cernejas.	
Colores	Tordillo, prieto, a veces colorado o alazán.	
Aptitudes	Carreras de enganche, maratón, tiro ligero y silla.	



Waler

		Datos Históricos
Prototipo	Draft/Tarpán.	<p>1788 llegan los primeros caballos a Port Jackson, hoy bahía de Sídney, se cree eran caballos berberiscos: un semental, tres yeguas, dos potrancas y un potro.</p> <p>A mediados siglo XIX se importaron de Europa caballos purasangre inglés y árabe.</p> <p>Del mestizaje de los sobrevivientes a la adversidad del territorio australiano, surgió un tipo de caballo adaptable a cualquier función. Se usó en explotaciones ovinas, por lo que se denominó "waler", en referencia al proceso de marcar al ganado.</p> <p>Evolucionó en dos tipos: uno pesado para el tiro y otro ligero para la monta.</p> <p>Usado para la cría de ponis de polo.</p> <p>Empleado por el ejército británico e indio.</p> <p>Cuatro tipos de caballo, basado en usos militares: para los oficiales, para las tropas, para la artillería y finalmente el de reconocimiento, que era empleado para enviar mensajes con rapidez.</p> <p>La caballería de Australia suministró una división compuesta de estos ejemplares durante la primera guerra mundial, para hacer frente a turcos y alemanes en el desierto de</p>
Temperamento	Sangre tibia	
Clasificación histórica	Histórico	
Origen Geográfico	Australia	
Estado actual	Raro	
Talla	1.52 - 1.62 m	
Peso		
Apariencia	Caballo de suprema elegancia y estructura bien equilibrada. Cabeza atractiva de calidad, cruz definida, pecho y caja torácica profundas y anchas. Cuartos traseros musculosos con hombros bien inclinados.	
Colores	Sólidos, ya sea bayo, prieto, colorado, alazán, tordillo.	
Aptitudes	Silla, tiro ligero, arreo de reses, doma, salto, deportes ecuestres de competición y caballería.	

		África. 
--	--	--

Caballo de Brega Australiano

Prototipo		Datos Históricos
Temperamento		<p>Ha recibido influencia de purasangres, árabes, algo de ponis, así como de las líneas de sangre del Waler.</p> <p>Hasta final de la segunda guerra mundial se considera la misma raza que el Waler australiano, 1971 se le asigna nombre propio.</p> 
Clasificación histórica	Histórico	
Origen Geográfico	Australia	
Estado actual	Común	
Talla	1.42 - 1.62 m	
Peso		
Apariencia	Cabeza atractiva y finamente moldeada, hombros inclinados. Cruz definida, pecho profundo y lomo fuerte. Cuartos traseros robustos.	
Colores	Cualquier color.	
Aptitudes	Silla, arreo de reses, doma, salto, concurso completo, deportes de competición y monta western.	

d) Modernas

Poni de las Américas

Prototipo		Datos Históricos
Temperamento	Sangre tibia	<p>El desarrollo de la raza se puede atribuir a Leslie L. Boomhower.</p> <p>La cría temprana se basó en cruces de Appaloosa y Shetland, influida más tarde por el Cuarto de Milla, árabes, ponis indios y ponis de sangre galesa.</p> <p>Muy apreciado como poni para niños.</p>
Clasificación histórica	Moderno	
Origen Geográfico	Estados Unidos	
Estado actual	común	
Talla	1.13 - 1.42 m	
Peso		
Apariencia	Ponis hermosamente equilibrados de excelente conformación atlética. Atractiva cabeza sobre un cuello arqueado. Hombros inclinados, espalda fuerte y	

	cuartos traseros redondeados y musculosos. Presentan cascós veteados.	
Colores	Moteada y, a veces ruana.	
Aptitudes	Silla, exhibición y deportes de competición y monta western.	

Danés de sangre tibia

Prototipo	WB.	Datos Históricos
Temperamento	Sangre tibia.	<p>Aunque es una de las razas de sangre tibia más jóvenes, se fundamenta en siglos de excelente ganado equino.</p> <p>La raza danesa más antigua es la Frederiksborg; esta es la base del danés de sangre tibia, en el siglo XX se introdujo purasangre para aligerar la antigua raza danesa y producir un caballo atlético, apto para las competiciones ecuestres modernas.</p>
Clasificación histórica	Moderno.	
Origen Geográfico	Dinamarca.	
Estado actual	Común.	
Talla	1.64 m	
Peso		
Apariencia	Elegante, hermoso y sumamente atlético. Presenta una excelente conformación, equilibrada y proporcionada. Cabeza fina, cuello musculoso, pecho ancho y profundo, lomo compacto y patas musculosas.	
Colores	Colorado, prieto o alazán.	
Aptitudes	Silla, exhibición, doma, salto de obstáculos y deportes ecuestres de competición.	

Holandés de sangre tibia

Prototipo	WB.	Datos Históricos
Temperamento	Sangre tibia.	<p>Desarrollado a partir de ganado frisón y el antiguo caballo oldemburgués.</p> <p>Después de la segunda guerra mundial los criadores holandeses se dedicaron a la producción sistemática de un caballo deportivo que satisficiera los requisitos modernos.</p> <p>Para que los sementales tengan la aprobación para la cría deben someterse todas sus características a rigurosos exámenes, de los cuales se pueden excluir en cualquier momento al no ser adecuados. Las yeguas son evaluadas en función de conformación, movimiento y salto.</p>
Clasificación histórica	Moderno.	
Origen Geográfico	Países Bajos.	
Estado actual	Común.	
Talla	1.64 m	
Peso	680 kg.	
Apariencia	Atractiva cabeza con cuello musculoso y arqueado. Hombros potentes e inclinados, cruz definida, pecho profundo. Cuartos traseros fuertes. Inserción de la cola alta y patas fuertes.	
Colores	Cataño, prieto, alazán o gruyo.	
Aptitudes	Silla, exhibición, doma, salto de obstáculos, concurso completo y deportes ecuestres de competición.	

Belga de sangre tibia

		Datos Históricos
Prototipo	WB.	<p>El ganado de base se formó de yeguas nativas más ligeras cruzadas con Gelderlander holandeses; el objetivo era producir un animal de monta pesado de gran calidad.</p> <p>1953 primera inspección de sementales; poco después se permitió la cría sistemática.</p> <p>1970 Asociación Nacional de Cría de Caballos de Sangre Tibia. Se exportaron los primeros caballos de esta raza Estados Unidos.</p>
Temperamento	Sangre tibia.	
Clasificación histórica	Moderno.	
Origen Geográfico	Bélgica.	
Estado actual	Común.	
Talla	1.64 m.	
Peso		
Apariencia	Refinado y elegante atleta con predisposición para el salto. Estructura equilibrada, cuartos traseros potentes y hombros muy inclinados que le permiten dar suaves pasos. Cuello musculoso, pecho ancho, lomo compacto y patas robustas.	
Colores	Cualquier color sólido.	
Aptitudes	Silla, exhibición, doma, salto de obstáculos, concurso completo y deportes ecuestres de competición.	



Caballo deportivo Irlandés

		Datos Históricos
Prototipo		<p>Se desarrolló a partir de cruces entre caballos de tiro y purasangre irlandés. En los últimos años ha recibido influencia del Holstein, Silla francés, hannoveriano y el holandés de sangre caliente.</p> <p>Se desarrolló y cobró fama durante el siglo XX.</p> <p>Al principio se conoció como "caballo de caza Irlandés"</p>
Temperamento	Sangre tibia.	
Clasificación histórica	Moderno	
Origen Geográfico	Irlanda	
Estado actual	Común	
Talla	1.54 - 1.65 m	
Peso		
Apariencia	Caballo atlético, elegante y de gran calidad, firmeza particularmente considerable y poseedor de un temperamento en especial sensato y amable.	
Colores	Cualquier color sólido.	
Aptitudes	Silla, exhibición, doma, salto de obstáculos, concurso completo, caza y deportes ecuestres de competición.	



Trotón Francés

Prototipo		Datos Históricos
Temperamento	Sangre tibia	<p>Desarrollado a partir de los caballos de Normandía. Combinación de purasangre y Roadster con el antiguo ganado normando dio origen al trotón francés. Criado específicamente para las carreras de trotones. Se utiliza para obtener caballos de silla y competición.</p> 
Clasificación histórica	Moderno	
Origen Geográfico	Francia	
Estado actual	Común	
Talla	1.53 - 1.64 m.	
Peso	500 - 600 kg.	
Apariencia	Cabeza grande de perfil recto. Hombros de inclinación moderada y grupa larga. Cuartos traseros potentes; patas, fuertes y firmes. Robustez estructural.	
Colores	Alazán y colorado.	
Aptitudes	Carreras de enganche y silla.	

Silla Francés

Prototipo	Draft/Oriental/Tarpán/Przewalski	Datos Históricos
Temperamento	Sangre tibia	<p>Su historia comienza con los caballos normandos que llegaron a Inglaterra en 1066. A finales del siglo XVIII el purasangre inglés, el media sangre y el trotón Norfolk mejoraron al caballo normando El caballo anglonormando dio origen a dos tipos: el cob y el silla francés.</p> 
Clasificación histórica	Moderno	
Origen Geográfico	Francia	
Estado actual	Común	
Talla	1.53 - 1.72 m	
Peso	400 - 600 kg.	
Apariencia	Cabeza de gran calidad, sumamente atractiva y de perfil recto o algo convexo. Cuello arqueado, cruz definida, hombros inclinados y potentes cuartos traseros.	
Colores	Colorado, alazán, a veces tordillo o ruano.	
Aptitudes	Silla, carreras, doma, salto de obstáculos, concurso completo, exhibición y deportes ecuestres de competición.	

Poni Australiano

Prototipo		Datos Históricos
Temperamento	Sangre tibia.	Evolucionó a partir de la mezcla de razas importadas de Sudáfrica e Indonesia por los primeros colonos, ya que Australia carece de razas autóctonas. Introducción de caballos británicos, árabes y purasangre ingleses para el desarrollo de la raza.
Clasificación histórica	Moderno.	
Origen Geográfico	Australia.	
Estado actual	Común.	
Talla	Hasta 1.42 m	
Peso	250 - 300 kg.	
Apariencia	Cabeza atractiva, frente ancha, ojos grandes y pequeñas orejas. Cuello proporcionado, algo arqueado. Hombros inclinados. Cruz definida, lomo fuerte y grupa musculosa.	
Colores	Tordillo, se acepta cualquier color.	
Aptitudes	Silla, exhibición, doma, polo, salto, concursos completo, deportes de competición y monta western.	

4.1.5. Caballos salvajes.

a) Przewalski.

El caballo de Przewalski (Fig. 85), también llamado caballo asiático salvaje⁸⁹ o caballo salvaje de Mongolia⁹³ se diferenció en el Este durante la última parte del Pleistoceno, prosperaron en Asia y Alaska y siguieron los ambientes de tundra a través de la franja glacial de Bering, hacia el sureste de Kansas. Era un animal pequeño, de color amarillo-pardo con puntos oscuros, robusto y grueso de crin erecta y sin tupé.^{92, 94, 96}

Durante el Pleistoceno este caballo también se cruzó con otra subespecie, el *E. caballus alaskae* o caballo salvaje Lamut.⁹⁴

Es representante del caballo primitivo, estrechamente vinculado a los asnos y cebras, y es el último caballo salvaje verdadero restante en el siglo XX. El flujo hacia el este dio lugar a los tipos de China y Mongolia, que se mantuvieron aislados del resto del mundo por la masa terrestre asiática y no tuvieron influencia en el desarrollo de las razas de las que desciende el caballo americano.^{93, 95}



Fig. 85 Caballo de Przewalski

4.2. Asnos.

4.2.1. Origen.

El burro o asno (*Equus asinus*) es un animal perteneciente a la familia de los équidos; emergió del antiguo *Equus* al igual que los caballos y sus parientes cercanos (el hemión, el kiang y el onagro), así como las diferentes cebras. Sin embargo, se desconoce cómo se dio la diferenciación entre estas subespecies.^{102,}

103

Se habla de que dos líneas de asnos, que al parecer se separaron de un tronco ancestral común hace de 300 000 a 900 000 años, dieron origen a la subespecie en cuestión; de tal modo, el asno tendría un origen en África y otro en Asia. Sin embargo, análisis recientes del ADN mitocondrial muestran que todos los asnos domésticos, así como las actuales razas asnales, proceden de dos linajes maternos de asnos salvajes africanos divergentes: el asno salvaje de Nubia (*Equus asinus africanus*) y el asno salvaje de Somalia (*Equus asinus somaliensis*).

102, 104, 105, 106

El burro se distingue del caballo por su mayor rusticidad y su particular resistencia. Se caracteriza por tener cuerpo robusto, pelo áspero, orejas grandes, cascos largos y angostos, por lo que son mejores caminadores que corredores, puede habitar terrenos de tipo rocoso en climas desérticos o semidesérticos, pastizales o matorrales bajos. Está cubierto de pelo corto; posee crin corta, delgada y erecta en la cabeza y cuello, mientras que en la cola es moderadamente

larga a manera de mechón. Generalmente presenta hocico claro y ojos delineados, una franja dorsal oscura y una transversal a la altura de los hombros, así como bandas en las patas. Son animales muy bien adaptados y en vida libre pueden resistir hasta 3 días sin agua, pero no se alejan más de 30 km de una fuente de agua; son activos durante el día o la noche y forman grupos de hasta 1000 animales. Se alimentan de pastos y por ramoneo. La temporada reproductiva suele acoplarse a la época de lluvias, aunque en algunos casos se da a lo largo de todo el año. Generalmente, las hembras paren una sola cría, después de 1 año de gestación y generalmente se reproducen a los dos años. Su longevidad en condiciones silvestres es de 25 a 30 años. Algunos individuos llegan a ser tan altos como un caballo.^{86; 101, 102, 107}

El asno fue domesticado en el noreste de África hace de 5000 a 7000 años para hacer frente a la desertización del Sahara. Esto sirvió para transportar víveres, tiendas, hombres y cargas. Antes de ser usado para el tiro, el asno era un animal de albarda, sin embargo, se conocen pocos grabados y representaciones rupestres de esta especie. La domesticación y el uso del asno estaban muy extendidos en tiempos de los egipcios, incluso antes que el uso del dromedario. Los intercambios comerciales entre griegos, fenicios, etruscos y egipcios contribuyeron a la importación del asno al continente europeo, destinándose principalmente al transporte de cargas y a los trabajos agrícolas; pero al igual que ocurrió con el caballo de tiro, el auge de la motorización y la llegada de tractores redujeron la cría del asno, hasta el punto de que varias razas estuvieron en peligro de extinción.^{102, 104}

El asno ha sido el animal de carga más importante desde el Antiguo Egipto, aún en la actualidad sigue desempeñando un importante papel en la provisión de energía para la producción agrícola, mediante tracción para el cultivo, labrar la tierra, trillar o segar, obtener agua, operar molinos y transporte, principalmente en las comunidades rurales, de tal forma que, los modos de mantener a estos animales y explotarlos varían según los países, siendo los niños los que frecuentemente se responsabilizan por el trabajo con burros.^{104, 108}

En los pasados 50 años la población de burros estimada en el mundo ha variado de 30 a 45 millones. En la actualidad existen cerca de 44 millones en el mundo, y la cifra va en aumento (FAO, 2014). Más del 96% de la población se encuentra en países subdesarrollados; el número e importancia han disminuido en países industrializados.¹⁰⁸

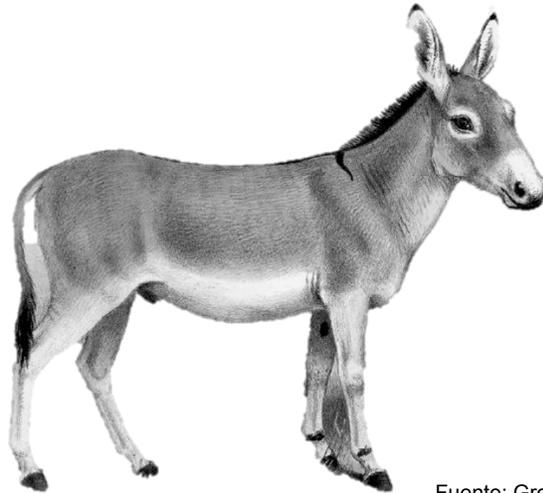
A pesar de ser empleado desde tiempos remotos no ha dado lugar a razas tan variadas como el caballo, probablemente, porque este animal es criado sobre todo por gente de escasos recursos que no lo producen en grandes cantidades ni seleccionan las crías con cuidado. Actualmente, en el mundo hay 185 razas de asnos reconocidas, 51 son europeas, algunas extintas; 26 son de África; 32 de Asia y el Pacífico; 24 de América; y 47 de Oriente.^{101, 102}

Sin embargo, hasta ahora poco se ha hecho para estudiar cualquier aspecto relativo a este équido. El burro estoico y trabajador no es comprendido por sus dueños y también a menudo por los veterinarios, los cuales comúnmente no son consultados, y si lo son, tienden a tratarlo como un caballo pequeño, sin tomar en cuenta que hay algunas diferencias importantes en cuanto a la fisiología, comportamiento y trato, que afectan el tratamiento de las enfermedades.¹⁰⁸

4.2.2. Burros domésticos.

a) Nubio.

Equus africanus africanus. El asno salvaje de Nubia (Fig. 86) está considerado como uno de los principales ancestros del asno doméstico. Vivió en África, en el desierto de Nubia. Está desaparecido en estado salvaje, debido a la caza excesiva y del cruzamiento con los asnos domésticos. Posee una altura a la cruz de 115-121 cm; dos franjas, una dorsal que frecuentemente es completa desde la crin hasta la cola, y otra corta y delgada sobre los hombros, su pelaje es de color gris y carece de marcas en las patas.^{7, 109, 110, 111, 112}



Fuente: Grooves, 2007

Fig. 86 Asno salvaje de Nubia

b) Somalí.

Equus africanus somaliensis. El asno salvaje africano es el único ancestro del animal doméstico que sobrevive aún en Etiopía, África. Actualmente se encuentra en peligro de extinción ya que la población disminuye por la guerra y la sequía, no debe sobrepasar las 300 cabezas.^{109, 111}

Este animal se caracteriza por tener las patas rayadas. Posee orejas relativamente cortas; una altura en la cruz de 130- 140 cm y una rapidez destacable. En algunas ocasiones la banda dorsal está presente, y a menudo es incompleta; lo mismo ocurre con la franja de los hombros. Comparado con el asno salvaje de Nubia, el Somalí parece ser más largo de patas y cuerpo más corto.^{7, 102, 112}

Aunque el asno de Somalia (Fig. 87) está oficialmente protegido, continúa siendo cazado por la carne y por la piel; su grasa es muy demandada como remedio para la tuberculosis. Las otras amenazas son el cruzamiento con el asno doméstico, la competencia por las pasturas, la exclusión de las fuentes de agua destinadas al ganado doméstico y el desarrollo de los cultivos.¹⁰⁹



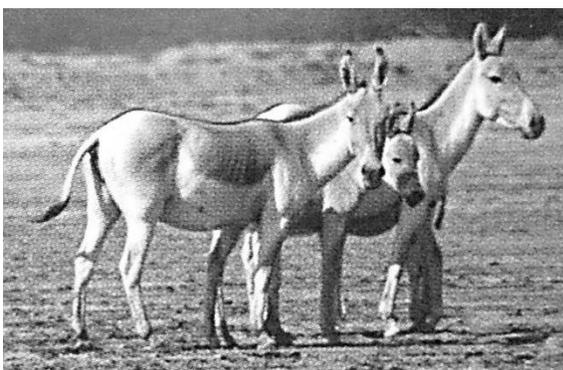
Svendsen. 2009

Fig. 87 Asno somalí

4.2.3. Salvajes.

a) Hemión.

Equus hemionus. El asno salvaje asiático, asno salvaje de Mongolia o hemión (Fig. 88), al contrario que el asno africano, nunca ha sido domesticado. Vive entre Irán, India y Mongolia. Es la subespecie en menor peligro de extinción; sin embargo padecen la pérdida de sus hábitats y son víctimas de la caza tanto legal como furtiva. Tiene una altura de 110 a 130 cm; mala delimitación de zonas oscuras y claras; posee una crin de pelo corto erecto, una amplia raya dorsal de pelo corto negro, bordeado de blanco. El vientre, grupa, hocico y extremidades inferiores son blancas.^{7, 88, 113}



Fuente: Dolder, 2009

Fig. 88 Hemión

b) Khur.

Equus hemionus khur. El asno salvaje de India o Khur (Fig. 89) se encuentra en peligro de extinción. El perfil facial es cóncavo y relativamente corto, de orejas largas. La altura a la cruz es de 110 a 130 cm. Posee áreas pequeñas de color en el flanco y anca, el color predominante es el blanco, y por lo menos del 45% del flanco es blanquecino. Tiene una lineal dorsal con un borde blanco a cada lado. El borde blanco entre las zonas del anca y los flancos llega casi totalmente a la columna vertebral. Las patas son de color blanco puro. La raya dorsal se desvanece hasta la mitad de la cola. No hay anillo oscuro alrededor de los cascos.⁷



Fig. 89 Asno khur

c) Onagro.

Equus hemionus onager. El Onagro o asno salvaje Persa (Fig. 90) se localiza en Mongolia, Arabia Saudita, Rusia y Kazajstán; algunos también habitan en el noroeste de la India y el Tíbet, y algunos más han sido reintroducidos en Mongolia e Irán. Al igual que las subespecies anteriores, ésta también se encuentra en peligro de extinción; sus principales amenazas son la caza y la competencia con el ganado doméstico por el forraje y por el agua.^{7, 109}

En comparación con otros asnos salvajes asiáticos, el onagro es ligeramente más pequeño. Tienen un pelaje de color arena con una franja distintiva de color marrón oscuro que recorre la espina dorsal, así como una banda en el hombro del mismo color. Durante el invierno, la piel rojiza se sustituye con

una capa densa de pelo largo gris. Los flancos, la espalda y la parte inferior del animal son de color blanco. Tiene una crin de pelo negro corto y erizado una cola corta con un mechón de pelos muy largos en la punta. Las patas son cortas y delgadas en comparación con las de otros equinos salvajes. Los machos son ligeramente más grandes que las hembras.^{7, 114}



Svendsen. 2009

Fig. 90 Onagro

4.3. Híbridos.

De la cruce entre caballos y asnos pueden resultar dos ejemplares, mula y burdégano, con características un tanto diferentes (cuadro 11). En ambos casos se produce un híbrido viable.¹¹⁵

- Mula. (Fig. 91) Es el resultado del cruce entre un burro semental y una yegua o pony (hembra). Si el animal es hembra se refiere como “mula”, por el contrario, si éste es macho, se le nombra “macho”.^{104, 108, 115}

Aunque la mula se parece más al asno que a la yegua, la conformación ideal es similar a las de los caballos, quizás las únicas diferencias residan en la longitud de los pies y la implantación de las orejas. Las mulas más convenientes han de tener tamaño y capacidad de tiro adecuados, músculos compactos y abundantes, patas bien conformadas, disposición activa y enérgica, así como estar libres de enfermedades¹¹⁶

Las mulas poseen muchas de las mejores características de sus progenitores:

Son animales muy ágiles; puede patear con cualquier miembro incluso si se le está manteniendo levantado el otro. ¹¹⁶

En comparación con los caballos pueden: resistir climas extremos, quizás debido a los origen del burro; el trato de cuidadores menos expertos, así como adaptar mejor sus hábitos alimenticios a la irregularidad con poco peligro de perturbaciones digestivas. ^{104, 116}

Al enfrentar situaciones de riesgo, las mulas pueden optar por huir o luchar en función de las circunstancias individuales. Por lo tanto, son menos propensas a ataques de pánico en situaciones de peligro, como los caballos, y suelen tener un reacción de huida mayor que los burros ¹⁰⁴

Pueden cargar más peso que los burros. ¹⁰⁴

Pueden alcanzar una altura aproximada de 90 cm hasta 170 cm, dependiendo de la talla de la yegua o del semental que se use. ¹⁰⁴

Además puede trabajar en lugares con obstáculos a baja altura sin riesgo de dañarse la cabeza, ya que la mula baja la cabeza cuando las orejas tocan un objeto, mientras que el caballo la erguirá en circunstancias similares; generalmente maniobran sin hacerse daño. ¹¹⁶

El pelaje es de color uniforme. ¹¹⁷

Cuello y grupa de forma similar a las de un caballo. ¹¹⁷

La cabeza, las orejas, la cola y la crin corta, semejantes a un burro. ¹¹⁷

Al igual que del burro, los miembros locomotores de la mula no muestran en su superficie interna la cerneja y espejuelo característicos de los caballos. ¹¹⁷



Svendsen. 2009

Fig. 91 Mula

- Burdégano. (Fig. 92) Se trata de la cruce de un caballo o pony macho con una burra. Se sabe que éste es más dócil pero menos fuerte para el trabajo que la mula. ^{104, 115}

Más sobrio que el caballo y más vivas que el asno, el mulo, conocido y apreciado desde los pueblos mesopotámicos de la Antigüedad, sigue siendo criado y empleado aún en nuestros días en regiones muy diversas en todo el mundo para diferentes actividades. ¹¹⁸



Svendsen. 2009

Fig. 92 Burdégano

Tabla 11 Diferencias entre mula y burdégano.

Mula	Burdégano
Cuerpo de caballo con extremidades de burro	Generalmente el cuerpo es de burro y las extremidades de caballo
Hombros estrechos y poco profundos	Cuerpo más redondo y profundo
Orejas largas	Orejas más cortas que en la mula
Crin corta, delgada y erizada como un burro	Crin y cola larga y gruesa, mas similar a la de caballo
Extremidades como de burro; rectas, con casco pequeños	Fuertes miembros con cascos más redondos y menos verticales
Pueden crecer más alto que ambos padres	Generalmente son más pequeños que las mulas, menos fuertes con menos resistencia y rusticidad
Su comportamiento es una mezcla de caballo y burro , ya que pueden responder nerviosas y desconfiadas, o estoicas y serenas	Generalmente más tranquilo, más dócil, menos curioso, menos aventurero y menos independientes que mulas

Fuente: Svendsen, 2009

4.4. Cebras.

a) *Equus burchelli*.

La cebra común (Fig. 93) es un animal de gran tamaño, de extremidades fuertes y musculosas, cuello corto y ancho. La cabeza es grande y alargada, con hocico negro, orejas puntiagudas. Esta especie posee una crin erecta con bandas de color negro y blanco. Posee un patrón de franjas negras anchas, intercaladas con otras de color café claro muy tenues entremetidas en los espacios blancos. Generalmente las bandas se extienden hasta la línea media del abdomen. En algunas ocasiones las franjas pueden estar prácticamente ausentes en el anca, extremidades y parte de los costados y pecho. Su piel es gruesa y llena de pelo denso; el pelo de la cola es corto en la base y más largo en el resto. Los machos poseen caninos puntiagudos.^{107, 112}

Originalmente se distribuye en las sabanas, pero también está presente en matorrales, bosques abiertos y pastizales tropicales, en donde haya cuerpos de agua y terrenos firmes. Prefieren sitios de pastos cortos pero pueden habitar sitios

con pastos de mayor talla. Se alimentan fundamentalmente de pastos, aunque a veces ramonean y consumen hierbas; prefieren comer los brotes nuevos. Toman agua diariamente, aunque pueden aguantar largos períodos sin beberla. ^{107, 112}

Forman grupos pequeños con un máximo de 15 individuos, que pastorean durante el día o la noche. Suelen mezclarse con otros grupos de especies como el ñu, el topi y las gacelas. Los nacimientos generalmente coinciden con temporada de lluvias, nacen 1 o 2 crías después de un año de gestación, aproximadamente. Pueden llegar a vivir hasta 9 años en estado silvestre. Generalmente huyen de sus agresores, aunque pueden defenderse dando patadas y mordidas. ^{107, 112}



Fuente: Kingdon. 2013

Fig. 93 *Equus burchelli*

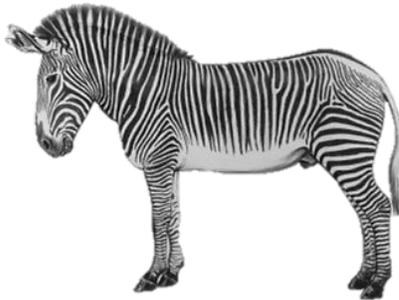
b) *Equus grevyi*.

La cebra de Grevy (Fig. 94) posee extremidades largas, crin erecta, cara alargada con orejas anchas y ovoides y una mancha café oscuro en la superficie dorsal del rostro. Es un animal de gran tamaño que posee piel gruesa y cubierta de pelo denso. Presenta un patrón de franjas negras y blancas delgadas, las cuales a diferencia de *E. burchellii*, no se vuelven horizontales en la grupa y no llegan hasta la línea media del abdomen, dejando este último completamente de color blanco. Posee blanco alrededor de la nariz y la boca, esta última no es completamente negra. Por encima de la columna vertebral se extiende una visible banda negra flanqueada de blanco en la grupa. Los potros poseen rayas menos

definidas que las de los adultos de color marrón, que se vuelven negras y definidas a medida que crecen; empieza por el cuello y las orejas, seguido de la cabeza y las extremidades, y finalmente los flancos. ^{112, 119, 120}

Su hábitat natural está limitada a zonas desérticas y semidesérticas, pero también pueden encontrarse en pastizales, así como en valles de montaña. ^{112; 119, 120}

Puede alimentarse durante el día o la noche, pero lo hace principalmente de pastos duros y fibrosos, no comestibles por el ganado doméstico y otros ungulados. Pueden formar grupos grandes, aunque no es una especie altamente gregaria. Generalmente nace una sola cría, entre agosto y septiembre, después de 390 a 400 días de gestación. El promedio de madurez sexual para ambos sexos es de 3 años, aunque los machos pueden tardar hasta 6 años en ser reproductivamente competitivos y activos. Pueden vivir 18 años en estado silvestre, pero hay registros de que han vivido incluso hasta 24 años. ¹²⁰



Fuente: Kingdon. 2013

Fig. 94 *Equus grevyi*

c) *Equus zebra*.

La cebra de montaña (Fig. 95) es un animal de gran tamaño y un buen corredor. Se caracteriza por presentar papada; posee un cuerpo relativamente robusto cubierto por franjas negras que no llegan a la línea media del abdomen, patas rayadas hasta el casco, punta de la nariz negra mezclada con anaranjado y crin erecta que se extiende desde lo alto de la cabeza hasta la cruz. ^{112, 119, 121}

Dentro de su área de distribución original (suroeste de Angola, Namibia y sur y oeste de Sudáfrica), se puede encontrar en pendientes o planicies de zonas montañosas hasta los 2000 msnm, pero puede bajar en el invierno. Habita en pastizales templados de montaña, matorrales tropicales y sabana tropical de zonas montañosas y sobre riscos. Son generalmente diurnas. Se les puede encontrar en bandas pequeñas compuestas por un macho adulto, de 1 a 5 hembras adultas con sus crías de 1 o más años de edad; aunque llegan a formar manadas de hasta 30 animales. Se alimentan fundamentalmente de pastos, aunque también llegan a ramonear. Tienen una sola cría después de 1 año de una gestación. La edad máxima reportada para esta especie en vida libre es de 25 años. ^{112, 121}

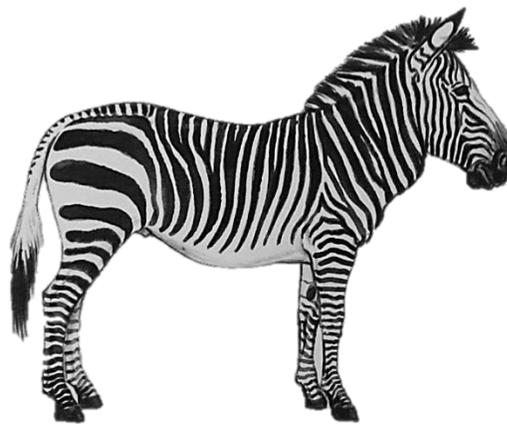


Fig. 95 *Equus zebra*

CONCLUSIÓN.

A manera de conclusión, la teoría evolutiva explica el modo en que las estructuras y el comportamiento se relacionan con el medio ambiente, la trascendencia de estos cambios hacia la vida actual de los individuos y las ciencias que se han desarrollado para procurar su bienestar, como la veterinaria y zootecnia en los équidos. El caballo doméstico sigue siendo un vehículo para sus genes de pre-domesticación y por lo tanto se puede esperar que siga las mismas reglas a pesar de que el medio ambiente y las condiciones actuales difieran radicalmente de aquellas en las que se desarrolló originalmente.

El ser humano ha convivido con el caballo desde la prehistoria aprovechando su talla, fuerza y velocidad, además de su particular capacidad mental. Durante miles de años, hasta la llegada del motor de combustión interna, el caballo fue el vehículo de la conquista humana y del trabajo. La revolución industrial significó que los caballos fueran reemplazados por trenes, automóviles, equipos mecánicos para las faenas rurales, camiones, tanques, camionetas, etc., delegando la implementación de sus características especiales a la recreación y trabajos en algunas áreas rurales, que le exige diferentes requerimientos de velocidad, resistencia, potencia, eficiencia, propiocepción, valor y estética, así como agudeza mental y sensorial

Con los cambios climáticos en el planeta se dieron cambios radicales en la vegetación de los ecosistemas, que moldearon las adaptaciones más importantes de los équidos, los cuales pasaron de ser animales ramoneadores de bosques tropicales frondosos, con vegetación suculenta, libres de depredadores, cuyo principal método de escape era el camuflaje, a ser animales pastadores, adaptados para la vida en planicie, cuyo principal método de sobrevivencia era huir a grandes velocidades de sus depredadores.

El desarrollo de un aparato músculo-esquelético competente y resistente de gran poder muscular, con extremidades largas y columna vertebral semi rígida, idóneo para sostener un gran peso en estática por largos periodos de tiempo y capaz de desplazarlo a gran velocidad casi de manera inmediata, permite a los caballos moverse rápida y económicamente, maximizando tensiones compresivas y minimizando fuerzas que doblan las extremidades. Con el alargamiento de las extremidades el paso se amplió, los miembros locomotores se hicieron ligeros, y por lo tanto la energía necesaria para elevarlos se redujo. Con el aumento en lo largo del cuello se confirió en el equino la capacidad de pastar.

Todos los cambios fueron de manera conjunta y se cree que el desarrollo de la digestión cecal fue favorecida por el tamaño corporal e implementada hasta que esté fue capaz de soportar esa gran cantidad de peso. Esta adaptación, vinculada con la dentición hipsodonta, la “molarización” de los premolares y los cambios morfo funcionales de las articulaciones temporo-mandibular, atlanto-occipital y atlanto-axial, los huesos maxilar y mandíbula, los tejidos blandos de paladar y lengua, permite a los équidos ser más exitosos que los artiodáctilos rumiantes, ya que pueden mantenerse de forraje con alto contenido de fibra que el que podría ser tolerado por un rumiante de tamaño corporal similar

A fin de aumentar el ángulo de visión, la cabeza se alargó y la inserción de los ojos fue desplazada lateralmente, lo que confirió a los équidos un rango más amplio de visión, pero disminuyó la percepción de detalles, dotándolo de una alta sensibilidad al peligro.

Algunos patrones de conducta equina están genéticamente “programados” y han evolucionado para hacer frente a condiciones adversas, al igual que otras características que poseen, fueron en un principio el resultado de la selección natural, pero con el paso del tiempo esta selección pasó a ser realizada de manera artificial por el hombre, quien favorece características deseables para él, sin ser necesariamente las más funcionales para el propio équido.

Por descender de un ancestro común, todos los miembros del género *Equus* mantienen características similares. Sin embargo, puesto que al distribuirse por el mundo quedaron en regiones con características climáticas distintas cada uno refinó sus sistemas corporales, resultando en ciertas diferencias que les ayudaron a adaptarse. Las razas equinas tienen diferentes orígenes, el postulado más aceptado es el de los “Cuatro Prototipos” aunque algunas fuentes optan por el de las “Cuatro Líneas”. Ambos, sin embargo, integran especies y subespecies del género *Equus*, último eslabón en la cadena evolutiva del équido.

Así entonces, el proceso evolutivo de los équidos sugiere que efectivamente la naturaleza los ha diseñado para ser utilizados en la variedad de condiciones y actividades que suelen encontrarse. Sin embargo, su bienestar se ve comprometido cuando se pasan por alto las razones que, primero, les permitieron persistir como especie y, después, motivaron su domesticación. El uso eficiente de los équidos está vinculado a características de estructura corporal y comportamiento para desempeñar favorablemente su función y facilitar una relación humano-équido óptima.

Con tales argumentos, resulta conveniente conocer la evolución y la trascendencia de sus cambios en el manejo médico y zootécnico de estas especies.

Necesitamos ampliar nuestro conocimiento de los équidos, tanto como sea necesario para mantener su salud. El bienestar de los équidos domésticos depende de satisfacer las necesidades fisiológicas del animal, como nutrición, salud o ejercicio; así como las psicológicas, que son menos entendibles y más complicadas de satisfacer.

REFERENCIAS.

1. Alberdi, M.T. y Prado, J.L. (2004). *Caballos fósiles de América del Sur: una historia de tres millones de años*. Buenos Aires: INCUAPA.
2. Mills, D. y Nankervis, K. (1999). Understanding behaviour concepts. En: Mills, D. y Nankervis, K. *Equine behaviour: principles and practice*. Oxford; Blackwell Science.
3. San Diego Natural History Museum (SDNHM). The horse, Exhibition Educator Guide. Obtenida el 8 de mayo de 2013, de file:///C:/Users/Monse/Downloads/theHorse_educator_guide%20(3).pdf
4. Florida Museum of Natural History (FLMNH). Fossil horses in cyberspace. Obtenida el 29 de agosto de 2013, de <https://www.flmnh.ufl.edu/fhc/>
5. Carbot, G.F. (2010). Registros paleontológicos del caballo en América. En: Márquez Ruiz, M.A.J. (Ed.). *La Gesta del Caballo en la Historia de México*. México, D.F.: FMVZ/UNAM.
6. Bennett, D. (1992). The Evolution of the Horse. En: Evans, J.W. (Ed.). *Horse Breeding and Management. Volume 7 of World Animal Science*. New York: Elsevier Science.
7. Grooves, C.P. y Ryder, O.A. (2000). Systematics and Phylogeny of the Horse. En: Bowling, A.T. y Ruvinsky, A. (Eds). *The Genetics of the Horse*. New York: CABI.
8. Hinchcliff, K.W.; Kaneps, A.J. y Geor, R.J. (Eds.) (2004). *Equine sports medicine and surgery: basic and clinical science of the equine athlete*. Edinburgh; Saunders.
9. Corredor, L.J. (2010). Caracterización anatomofisiológica y estudio comportamental del caballo de monta para equinoterapia. Proyecto de investigación como opción de grado. Bogotá, D.C., Universidad de la Salle, Programa de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Agropecuarias.
10. Back, W. y Clayton, H.M. (Eds.) (2001). *Equine locomotion*. London: W. B. Saunders.
11. Chirgwing, J.C.; Roover, P. y Dijkman, J.T. (2000). *El burro como animal de trabajo: manual de capacitación*. Roma, Italia: FAO.
12. Deraga, D. (2007). El caballo y el deporte. *Estudios del Hombre*, (23), 193-209.
13. Pearson, R.A.; Simalenga, T.E. y Krecek, R. (2003). *Harnessing and hitching donkeys, mules and horses for work*. Edinburgh, Scotland: University of Edinburgh, Center for Tropical Veterinary Medicine.
14. Aja, G.S. y Vaca, G.B. (2012). Terapia alternativa para tratamiento de personas con capacidades diferentes. *Mundo Equino*, (57), 61-64.
15. Pickeral, T. y Harrisson, A. (2011). *The Majesty of the horse. An illustrated history*. London: Barron's Educational Series
16. Muylle, S.; Simoens, P.; Lauwers, H. y Van Loon, G. (1999). Age determination in Mini-Shetland Ponies and Donkeys. *Journal of the Veterinary Medical Association*, (46), 421-429.

17. MacFadden, B.J. (2011). Equine dental evolution: perspective from the fossil record. En: Easley, J.; Dixon, P.M. y Schumacher, G.J. *Equine Dentistry*. 3^a Ed. China: Saunders- Elsevier.
18. McEwen, J. (Ed.) (2000). *The ultimate horse care*. New York: Howell Book House
19. Jerison, H.J. (1973). *Evolution of horse brain and intelligence*. London: Academic Press.
20. Floyd, A.E. (2007). Evolution of the equine digit and its relevance to the modern horse. En: Floyd, A.E.; Mansmann, R.A. (Eds.). *Equine Podiatry*. St. Louis Missouri, USA: Saunders-Elsevier.
21. Janis, C.M.; Damut, J. y Theodor, J.M. (2002). The Origins and Evolution of the North American Grassland Biome: The Story from the Hoofed Mammals. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, (177), 183-198.
22. Janis, C. (2003). Tectonics, climate change and the evolution of mammalian ecosystems. En: Rothschild, L.; Lister, A. (Eds.) *Evolution on Planet Earth: The impact of physical environment*. Italy: Elsevier.
23. Janis, C.M.; Damut, J. y Theodor, J.M. (2004). The species richness of Miocene browsers, and implications for habitat type and primary productivity in the North American grassland biome. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, (207), 371-398.
24. Duncan, P. (1992). Extracting nutrients from plant tissues. En: Duncan, P. (Ed.) *Horses and Grasses*. New York, USA: Springer-Verlag.
25. Julliard, V.; Philippeau, C.; Goachet, A.G. y Ralston, S. (2008). Physiology of intake and digestion in equine animals. En: Saastamoinen, M.T. y Martin-Rosset, W. (Eds.). *Nutrition of the exercising horse*. *EAAP*, (125), 53-70.
26. Hernández, G.M.; Fernando, J.A. y Huerta, T.A. (2013). *Odontología Veterinaria Equina. Parte I: Fundamentos*. Sin publicar.
27. McGreevy, P. (ed.) (2004). *Equine Behavior: A guide for veterinarians and equine scientists*. China: Saunders-Elsevier.
28. Ensminger, M. E. (1999) *Horses and horsemanship*. 7^a Ed. Danville, illinois: Interstate.
29. Sarmiento, F.M. (1996). El origen del caballo. En: Busto, H. et al. *La historia del caballo en México*. México: Pulsar
30. Bunzel-Drüke, M. (2001) Ecological substitutes for Wild horse (*Equus ferus* Boddaert, 1785 = *E. przewalskii* Poljakov, 1881) and Aurochs (*Bos primigenius* Bojanus, 1827). *Natur-und Kulturlandschaft*, 4 (9)
31. Bennett-Robert Bennett, D. y Hoffmann, R. S. (1999) Mammalian Species. *equus caballus*. *American Society of Mammalogists*. (628), 1-14.
32. Bravo-Cuevas, V. M.; Jiménez-Hidalgo, E. y Priego-Vargas, J. (2011) Taxonomía y hábito alimentario de *Equus conversidens* (*Perissodactyla*, *Equidae*) del Pleistoceno Tardío (Rancholabreano) de Hidalgo, centro de México. *Revista mexicana de ciencias geológicas*. 28 (1), 65-82.
33. Franzen, J. L. (2010). *The rise of horses: 55 million years of evolution*. Baltimore, Maryland: Johns Hopkins University.
34. MacFadden, B.J. (1992). *Fossil horses: systematics, paleobiology and evolution of the family equidae*. Cambridge: Cambridge University Press

35. Novoa, A. y Orozco, R.T. (1998). *Manual práctico de las enfermedades del sistema digestivo del equino*. Tesis de licenciatura. Zapopan, Jalisco: Universidad de Guadalajara, División de Ciencias Veterinarias.
36. Jure, Angela L.; Baker, Gordon J.; Easley, Jack. (2002) *Odontología veterinaria equina*. Buenos Aires. Enter-Medica
37. Leva, M^a R. y Mier, A. *Historia de la Tierra*. Obtenida el 19 de noviembre de 2013, de: <http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esobiologia/>
38. Halpern, K. (2009) *La historia de la Tierra contada desde el sur del mundo*. Buenos Aires, Argentina: Fundación de Historia Natural Félix de Azara: Ministerio de Educación de la Nación
39. Caballero, C. (2007). Las Eras Geológicas y el Tiempo de la Tierra. *Geofisicosas*. (33)
40. IPU. (2013) Cuadro de Eras Geológicas. Obtenida el 19 de noviembre de 2013, de <http://www.ipusannicolas.gov.ar/documentos/docdescrip/pdfdocdiv/tablas/erasgeo.pdf>
41. U.N.C. Las eras geológicas. Obtenida el 19 de noviembre de 2013, de http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/medicina/mtria_morfo/evolucion/und_3/pdf/las_eras_geologicas.pdf
42. Tribble, M. The evolution of the horse family. Obtenida el 12 de noviembre de 2013, de http://tribbill.files.wordpress.com/2013/03/tribblem_horseevolution2013.pdf
43. Hunt, K. Horse evolution. Obtenida el 12 de noviembre de 2013, de http://www.godslasteraar.org/assets/ebooks/Hunt_Kathleen_Horse_Evolution.pdf
44. Ortiz, C. R. B., & Gutiérrez, J. R. G. (2009). Hábitos alimenticios de los caballos *Dinohippus mexicanus* y *Neohipparion eurystyle* del Hemphiliano Tardío de Tecolotlán, Jalisco, México. *Investigación y Ciencia*, 17(45), 24-29.
45. Valerio, A. L.; Laurito, C. A. Ficha especie: *Dinohippus mexicanus* Lance. Obtenida el 30 de mayo de 2014, de <http://ecobiosis.museocostarica.go.cr/especies/ficha/3/234>
46. Alberdi, M. T. et al. (2007) *Hippidion saldiasi* Roth, 1899 (Mammalia, Perissodactyla) en el Pleistoceno tardío de Calama, norte de Chile. *Revista chilena de historia natural*, 80 (2), 157 -171
47. Alberdi, M. T.; Zárate, M.; Prado, J. L. (2001) Presencia de *Hippidion principale* en los acantilados costeros de mar de plata (Argentina). *Revista Española de Paleontología*, 16 (1), 1-7.
48. MacFadden, B.J. (2010). Equine dental evolution: perspective from the fossil record. En: Easley, J.; Dixon, P.M. y Schumacher, GJ. *Equine Dentistry*. 3rd Ed. China: Saunders- Elsevier.
49. Pilliner, S.; Elmhurst, S.; y Davies, Z. (2002). *The horse in motion*. Malaysia: Blackwell Science, 2002.
50. König, H. E. y Liebich, H. (2004) *Anatomía de los animales domésticos: texto y atlas en color. Tomo 1. Aparato locomotor*. 2^a Ed. Buenos Aires; México: Medicina Panamericana.
51. Cuellar, S. R. (2001) *Anatomía comparada de los animales domésticos*. México: Universidad Autónoma de Aguascalientes, Universidad de Colima.

52. Getty, R. (1982) *Sisson y Grossman: Anatomía de los animales domésticos*. 5ª Ed. Barcelona : Salvat.
53. Plopper, C. G. y Lakritz, J. (1996) Anatomía. En: Siegal, M. (ed.) (1996) *UC Davis book of horses: a complete medical reference guide for horses and foals*. New York: HarperCollins Publishers.
54. Nomina anatomica veterinaria (2012). Zurich: World Association of Veterinary Anatomists, International Committees on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature. 5a ed.
55. Barakzai, Safia. (2007) *Handbook of equine respiratory endoscopy*. Edinburgh: Elsevier Saunders.
56. Higgins, G. (2009). *How your horse moves*. China: David & Charles.
57. Clegg, P. D. et al. (2001) Anatomy and Physiology. En: Coumbe, K. M. (Ed.) (2001) *The Equine Veterinary Nursing Manual*. UK: Blackwell Science Ltd.
58. Aguera, E. y Sandoval J. (1999) *Anatomía aplicada del caballo*. Madrid; México, D.F. : Harcourt Brace de España.
59. Baker, G. J. (2002). Equine temporomandibular joints (TMJ): morphology, function and clinical disease. *Proceedings of the Annual Convention of the AAEP 2002*, 48, 442-447.
60. Rodríguez Vizcaíno, M. J. (2010). Estudio anatómico, ecográfico, tomográfico e imagen por resonancia magnética de la articulación temporomandibular del caballo/ Anatomy, ultrasonography, computed tomography and magnetic resonance imaging of the equine temporomandibular joint. Obtenida el 22 de noviembre de 2013, de <http://hdl.handle.net/10803/10987>
61. Ozcariz, G. y García, J. A. (2013). Articulación temporomandibular del equino. Obtenida el 22 de noviembre de 2013, de <http://www.cyted.agua.uba.ar/equinos/eqcemde/TESINA-OZCARIZ.pdf>
62. Dixon, P. M. (2010). Dental anatomy. En: Easley, J.; Dixon, P.M. y Schumacher, GJ. *Equine Dentistry*. 3ª Ed. China: Saunders- Elsevier.
63. Dyce, K. M. (2010) *Textbook of Veterinary Anatomy*. 4ª Ed. Louis, Missouri: Saunders/Elsevier.
64. Muylle, S. (2010). Aging. En: Easley, J.; Dixon, P.M. y Schumacher, GJ. *Equine Dentistry*. 3ª Ed. China: Saunders- Elsevier.
65. Kuryszko, J. K., y Łyczewska-Mazurkiewicz, S. (2004). Equine masticatory organ. Part III. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 6(1), 25-30.
66. Carmalt, J. L. (2010). Dental physiology. En: Easley, J.; Dixon, P.M. y Schumacher, GJ. *Equine Dentistry*. 3ª Ed. China: Saunders- Elsevier.
67. Carmalt, J. L. (2005). Dental physiology. En: Easley, J.; Dixon, P.M. y Schumacher, GJ. *Equine Dentistry*. 3ª Ed. China: Saunders- Elsevier. Español.
68. Kitts, D. B. (1956). American Hyracotherium (Perissodactyla, Equidae). *Bulletin of the AMNH*, 110 (1), 1-60.
69. Lombardero, J. G. (2011) El aparato locomotor en el equino deportivo. Obtenida el 18 de noviembre de 2013, de <http://www.slideshare.net/Chiman/el-aparato-locomotorenelequinodeportivo>
70. Budras, K. D. (Ed.) (2009). *Anatomy of the horse*. 5a ed. Hannover: Schlütersche

71. Frandson, R.D.; Wilke, W.L. y Fails, A.D. (2009). *Anatomy and physiology of farm animals*. 7ª Ed. Iowa; Wiley-Blackwell.
72. Deffenbaugh, C. (2005) Tendons, ligaments, joints and skeletal system. Obtenida el 30 de octubre de 2013, de <http://carolina.ponyclub.org/resources/knowledge/Knowledge%20Docs/Tendons%20Ligaments%20Joints%20Skeletal%20System.pdf>
73. Adaro, L.; Olivares, R. y Mancilla, M. El caballo "siempre de pie": consideraciones anatómicas. Obtenida el 30 de octubre de 2013, de <http://www.revistas.uchile.cl/index.php/RT/article/viewFile/15897/16384>
74. Peña, F. J. (2011) Alteraciones morfológicas de las extremidades de los equinos; diagnóstico, incidencia y estudios de las correlaciones entre éstas y las enfermedades del aparato locomotor. Tesis de doctorado. León, España. Universidad de León.
75. Janis, C. (1976). The evolutionary strategy of the equidae and the origins of rumen and cecal digestion. *Evolution*, (30), 757-774.
76. König, H. E. y Liebich, H. (2004) *Anatomía de los animales domésticos: texto y atlas en color. Tomo 2. Órganos, sistema circulatorio y sistema nervioso*. 2ª Ed. Buenos Aires; México: Medicina Panamericana.
77. Conabio Álvarez-Romero, J. y Medellín, R. A. (2005) *Equus caballus Linnaeus, 1758*. Obtenido el 19 de noviembre del 2013, de <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/exoticas/fichaexoticas/Equuscaballus00.pdf>
78. Myers, P. (2001) "Animalia" (on-line), Diversidad de los Animales Web. Obtenido el 04 de junio de 2014, de <http://animaldiversity.ummz.umich.edu/accounts/Animalia/>
79. Whittaker, R. H. (1969). New concepts of kingdoms of organisms. Obtenido el 05 de Junio de 2014, de http://www.ib.usp.br/inter/0410113/downloads/Whittaker_1969.pdf
80. Conabio: <http://conabio.inaturalist.org/taxa/1-Animalia>
81. Hickman, C.P. et al (2009) *Principios integrales de zoología*. 14th ed. Madrid; México: McGraw-Hill Interamericana.
82. Myers, P. (2001) "Chordata". Diversidad de los Animales Web. Obtenido el 05 de junio 2014 en <http://animaldiversity.ummz.umich.edu/accounts/Chordata/>
83. Myers, P. (2001c) "Vertebrata". Diversidad de los Animales Web. Obtenido el 05 de junio de 2014, de <http://animaldiversity.ummz.umich.edu/accounts/Vertebrata/>
84. Garrido, G. (2008). Generalidades sobre los perisodáctilos y los proboscídeos del villafranquiense superior en relación con el registro fósil de fonelas p-1. Obtenida el 30 de agosto de 2013, de http://www.igme.es/epvrf/docs/FONELAS_24.pdf
85. Cerdeño, E. y Alberdi, M. T. (2006) Historia del conocimiento de los perisodáctilos del Neógeno español. *Estudios Geológicos*, 62 (1) 481-494.
86. Walker, E. P. (1999) Walker's mammals of the world. 6ª Ed. Baltimore: Johns Hopkins University
87. Alberdi, M. T., y Cerdeño, E. (2003). Sistemática y distribución de los perisodáctilos del Neógeno y Cuaternario. En: Fuentes, J. E. y Civis, J.

- (eds.). (2003) *Los Vertebrados fósiles en la historia de la vida. Excavación, Estudio y Patrimonio*. España: Universidad de Salamanca.
88. Dolder, W. (2009). *Animales en peligro. Especies en vías de extinción y hábitats amenazados*. USA: Parragon books.
 89. Kidd, J. (1980). The lineage of the horse. En: *The book of horses*. Nueva York: Galahad Books
 90. Cabrera, A. (1945) *Caballos de américa*. Buenos Aires: Sudamericana.
 91. Morris, D. (1990). *Guía para comprender a los caballos*. emecé editores. Buenos Aires, Argentina
 92. Roser, J. F. (1996) Origins, Sources, and Selection. En: Siegal, M. (ed.) (1996) *UC Davis book of horses: a complete medical reference guide for horses and foals*. New York: HarperCollins Publishers
 93. Coggins, J. (1966). *The horseman's bible*. Garden City, New York: Doubleday & Company, INC.
 94. Bennett, D. (1992) (2). Origin and Distribution of Living Breeds of the Domestic Horse. En: Evans, J.W. (Ed.). *Horse Breeding and Management. Volume 7 of World Animal Science*. New York: Elsevier Science.
 95. Jones, W. E. (1982) *Genetics and horse breeding*. Philadelphia: Lea & febiger
 96. Chenevix, C. (1970) *A History of Horsemanship*. Garden City, New York: Doubleday & Company, INC.
 97. Jordan, M. F. y Roser, J. F. (1996). Major Breeds of Horses. En: Siegal, M. (ed.) (1996) *UC Davis book of horses: a complete medical reference guide for horses and foals*. New York: HarperCollins Publishers.
 98. Stull, C. L. (1996) Equine Behavior. En: Siegal, M. (ed.) (1996) *UC Davis book of horses: a complete medical reference guide for horses and foals*. New York: HarperCollins Publishers.
 99. Wilson, D. (1996) Preface. En: Siegal, M. (ed.) (1996) *UC Davis book of horses: a complete medical reference guide for horses and foals*. New York: HarperCollins Publishers
 100. Kresse, W. (2001). Origen e historia del caballo. *Razas de caballos del mundo*. Barcelona: Omega.
 101. Darwin, Charles (2008) *La variación de los animales y las plantas bajo domesticación / Charles Darwin; traducción e introducción de Armando García González*. Madrid, España: Catarata
 102. Siméon, V. (2008). *Asnos y Mulos. Principales razas, morfología, cría...* España: De Vecchi, S.A.
 103. Martín, E. G. (2007). *Caracterización morfológica, hematológica y bioquímica clínica en cinco razas asnales españolas para programas de conservación*. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.
 104. Svendsen, E. (2009). *The complete book of the donkey*. UK: Kenilworth Press
 105. Jordana, J. (2005). Los Équidos en España. *Investigación y Ciencia*, mayo 2005: 80-81.
 106. Beja-Pereira, A., et al (2004). African Origins of the Domestic Donkey. *Science*, 304 (5678): 1781.

107. Romero, J. Á., y Legorreta, R. A. M. (2005). *Equus asinus* Linnaeus, 1758. Obtenida el 19 de diciembre de 2013, de <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/exoticas/fichaexoticas/Equusasinus00.pdf>
108. Svendsen, Elisabeth D. (1999). Manual profesional del burro. Tercera edición. Londres: Whittet Books
109. Beate, D. SCHERF, editor (1997). Caballos y asnos. En: *Lista Mundial de Vigilancia para la Diversidad de los Animales Domésticos*. (2a EDICIÓN). Obtenida el 10 de febrero de 2014, de <http://www.fao.org/docrep/V8300S/v8300s16.htm#3.3>. caballos y asnos
110. Moehlman, P.D., et al (2008). *Equus africanus*. En: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2. obtenida el 8 de mayo de 2014, de www.iucnredlist.org
111. Ethiopian Institute of Biodiversity (2009). African Wild Ass "Equus africanus" Critically Endangered. Obtenida el 20 de marzo de 2014, de <http://www.ibc.gov.et/818>
112. Stuart, C. (1998) ungulados de pezuña impar. Orden Perissodactyla. En: Guía de campo de los grandes mamíferos de África. Barcelona: Omega.
113. Moehlman, P.D., Shah, N. & Feh, C. (2008b). *Equus hemionus*. In: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2. Obtenida el 10 de abril de 2014, de <http://www.iucnredlist.org/details/7951/0>
114. Grogan, J. 2005. "Equus hemionus onager" (On-line), Animal Diversity Web. Obtenida el 8 de mayo de 2014, de http://animaldiversity.ummz.umich.edu/accounts/Equus_hemionus_onager/
115. Dorado, Ó., & Rangel, G. (2009). Hibridación en la naturaleza. *Inventio*, la génesis de la cultura universitaria en Morelos, (9), 63-66.
116. Cárdenas, S.E. (2007) Evaluación de un antiparasitario, doramectina, sobre nemátodos gastrointestinales en el ganado mular del criadero militar "las bandurrias", XI región, Chile. Tesis de licenciatura. Valdivia, Chile. Universidad Austral del Chile.
117. Savory, T. H. (1970). *The mule*. Scientific American, Incorporated. Scientific American, 223 (6), 102-109.
118. Gouraud, J. L. (2008) *Caballos*. China: Lunwerg Editores
119. Kingdon, J. y Hoffmann, M. (eds.) (2013). *Mammals of Africa*. Volumen 5. Carnívoros, pangolins, equids and rhinoceroses. London: Bloomsbury.
120. Romero, J. Á., & Legorreta, R. A. M. (2005). *Equus burchellii* Gray, 1824. Obtenida el 19 de diciembre de 2013, de <http://ixmati.conabio.gob.mx/conocimiento/exoticas/fichaexoticas/Equusburchellii00.pdf>
121. Romero, J. Á., & Legorreta, R. A. M. (2005). *Equus zebra* Linnaeus, 1758. Obtenida el 19 de diciembre de 2013, de <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/exoticas/fichaexoticas/Equuszebra00.pdf>
122. Janssen, D. y Allen, J. (2014) Equidae. En: Miller, R., (Ed.) *Fowler's zoo and wild animal medicine*. Volumen 8. St. Louis, Missouri: Elsevier/Saunders.