

Cierre radiológico tardío del cartílago de crecimiento distal del radio en caballos criollos de Argentina

Lucía Victoria Llaver^{1, 4*}, Juan Francisco Sandes^{1, 2}, Luis Losinno^{3, 4}

¹Veterinaria en práctica privada.² Cátedra de Patología Quirúrgica, Facultad de Ciencias Veterinarias y Ambientales, Universidad Juan Agustín Maza³ Laboratorio de Producción Equina y Biotecnología Animal, y ⁴ Maestría en Producción Equina, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina.

*luciallaver@gmail.com

Resumen

La raza Criollo Argentino tiene como una de sus características principales la rusticidad, debido a más de 400 años de selección natural, por la vida en silvestría en Argentina hasta principios del siglo XX. En el ambiente de los criadores está muy arraigada la creencia de que este caballo crece hasta los 5 o 6 años de edad y al no existir evidencia científica, es posible que se produzcan errores en su manejo que pueden generar situaciones perjudiciales tanto para la salud del caballo como para la economía de la producción en general. Con el objetivo de aportar información específica y en condiciones reales de producción referidas a la estimación del cierre radiológico del cartílago de crecimiento óseo en el caballo criollo, se tomaron placas en proyección anteroposterior de la fisis de radio distal a 50 caballos de raza Criollo Argentino con edades entre los 18 y 69 meses. Se clasificó a la imagen radiográfica de la epífisis como A (completamente madura), B (en proceso de cierre) y C (completamente abierta). Se observó que los cartílagos de crecimiento se encontraban en la categoría A entre los $53 \pm 3,2$ meses de edad, en la B a los $44 \pm 2,7$ meses y en la C a los $29 \pm 2,4$ meses. Estos resultados preliminares refuerzan la hipótesis de que el caballo Criollo posee una edad de cierre de cartílago de crecimiento de radio distal más tardío, en comparación al expresado en otras razas ya estudiadas. Asimismo, consideramos oportuna la realización de trabajos de investigación controlados que estudien el cierre de las fisis de crecimiento distales de los miembros, para poder realizar un correcto manejo de los animales y así evitar problemas en el desarrollo del aparato músculo esquelético.

Palabras clave: caballo criollo, fisis de crecimiento, entrenamiento, desviaciones angulares

Abstract

The Criollo horse is a strong animal, with over 400 years of natural selection by wildlife in Argentina. There is a long established belief among breeders that the horse becomes skeletally mature at 5 to 6 years of age, however this is not based on scientific evidence, and

INVESTIGACIÓN

Llaver *et al.*

Cierre radiológico[...]

it is therefore possible that errors in handling resulting from this belief may have implications in horse health and production economy. The aim of this study was to identify the exact time of radiological closure of the distal radial growth plate of the Criollo horse. Craniocaudal projections of the distal radius were taken to 50 Criollo horses aged between 18 and 69 months. The radiographic image of the epiphysis was classified as A (fully closed), B (closing) and C (fully open). The study demonstrated the cartilage were in category A at 53 ± 3.2 months, in the B at 44 ± 2.7 months and the C at 29 ± 2.4 months. These preliminary results reinforce the hypothesis that the growth plate of distal radius in the Criollo horse has a later closure compared to that previously studied in other breeds. Consequently, additional investigation is required to identify the closure time of other physis of the distal limb to allow appropriate management practices to be established and avoid limb deformities.

Key words: criollo horse, growth plate, training, angular limb deformities

Introducción

El caballo criollo es descendiente de diversos linajes de caballos españoles, introducidos por los conquistadores durante la colonización de América. La vida en silvestría durante 400 años produjo, como en muchas otras razas modernas, una fuerte selección natural y una interacción genotipo-ambiente, que junto con su facilidad para adaptarse a circunstancias ambientales variadas y extremas, dio como resultado su rusticidad y capacidad de supervivencia (Paz *et al.*, 2009).

El criollo se caracteriza por ser un animal eumétrico y mesoformo, su tipo se corresponde con el de un caballo de silla, equilibrado y armónico. Es fundamental identificar los patrones de la anatomía equina para la raza, ya que estos pueden ser útiles para “predecir” o estimar las probabilidades de éxito del animal en las diferentes disciplinas deportivas y para establecer patrones de selección (Komosa *et al.*, 2013).

En las últimas décadas del siglo XX se evidenció un crecimiento cualitativo y cuantitativo de la Raza Criolla, que expandió su horizonte funcional a actividades deportivas, esto incrementó las inscripciones de registro genealógico de la Sociedad Rural Argentina (Paz *et al.*, 2009). Según la Asociación de Criadores de Caballos Criollos se inscribieron 7841 potrillos nacidos durante el año 2016 (datos no publicados), esta es una cantidad considerable de productos si se compara con la raza Sangre Pura de Carrera, productiva por excelencia, que posee 7428 ejemplares inscriptos en esa misma temporada (Stud Book Argentino, 2018). Así como ocurrió en otras razas, en los caballos criollos también ha habido una revalorización de la misma debido a las competencias deportivas (Colares *et al.*, 2007).

El proceso de osificación en el caballo es más eficiente que en otras especies. En el potro, al nacer, existe una cantidad considerable de cartílago en la zona de transición llamada fisis, situada entre la diáfisis y epífisis así como en el complejo del cartílago articular epifiseal; estas áreas son las encargadas del crecimiento (Hernández Vidal *et al.*, 2011) (Figura 1).

El crecimiento longitudinal de los huesos es consecuencia de los acontecimientos que se producen en las fisis, o también llamada placa de crecimiento metafisiaria. A medida que

INVESTIGACIÓN

Llaver *et al.*

Cierre radiológico[...]

cesa el crecimiento del hueso la fisis se vuelve progresivamente más delgada, y finalmente, la epífisis y la metáfisis se fusionan mediante la sustitución de la placa de crecimiento cartilaginosa por hueso trabecular (Baxter y Turner, 2004).

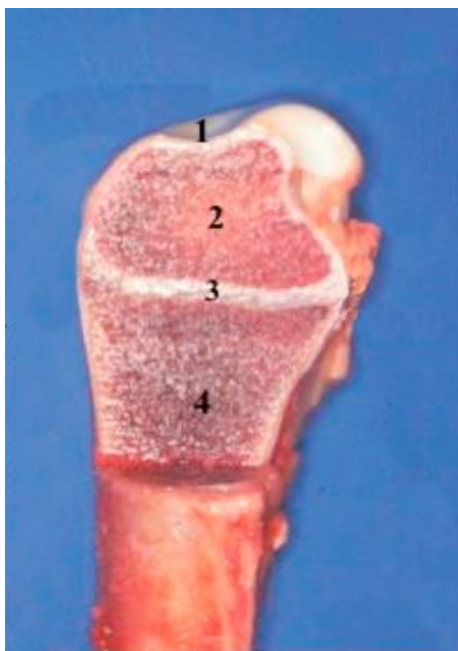


Figura 1. Corte sagital del radio distal del caballo. 1) Complejo del cartílago articular epifisiario. 2) Centro secundario de osificación de la epífisis. 3) Cartílago de crecimiento metafiseal o fisis de crecimiento. 4) Centro primario de osificación de la diáfisis. (Adaptado de Hernández Vidal *et al*, 2011).

El estado madurativo del esqueleto es un valor de referencia de precisión aceptable para medir la edad biológica del individuo, siendo la medición de los centros epifisiarios o edad ósea el aspecto más fácilmente mensurable (García de la Rubia *et al*, 1998).

La fisis es considerada un importante punto de referencia radiográfico, debido a que se observa como una línea transparente que se diferencia claramente del osteoide mineralizado de la epífisis y la metáfisis. Esta se ve especialmente pronunciada durante los primeros meses de desarrollo esquelético del potrillo, pero a medida que la fisis cierra, la hendidura radiolúcida entre la metáfisis y la epífisis se estrecha y se vuelve inexistente (Ferrel *et al*, 2009).

Una de las medidas para determinar la maduración ósea, y en consecuencia el tipo de actividad que puede realizar el potrillo, son los discos de crecimiento presentes en distal del radio y la tibia (Farrow, 2006). Éstos usualmente se cierran, como se indica por desaparición radiográfica, entre los 22 y 35 meses de edad dependiendo de la raza (Myers y Emmerson, 1966; Mason y Bourke, 1973; Mamprim *et al*, 1992; Uhlhorn *et al*, 2000; Godoy *et al*, 2004;

INVESTIGACIÓN

Llaver *et al.*

Cierre radiológico[...]

Strand *et al.*, 2007; Cortada, 2012) y en menor medida del sexo (Myers y Emmerson, 1966; Vulcano *et al.*, 1997; Godoy *et al.*, 2004; Colares Luiz *et al.*, 2007).

Asimismo, es infrecuente que los investigadores evalúen radiológicamente la fisis de otras regiones anatómicas, incluyendo las distales de los miembros (Myers y Emmerson, 1966; El Shorafa *et al.*, 1979; Colares Luiz *et al.*, 2007; Strand *et al.*, 2007; Perrone, *et al.*, 2009).

Entre los criadores y jinetes locales está muy arraigada la creencia de que el caballo criollo crece, y en consecuencia tiene sus fisis de crecimiento abiertas, hasta los 5 o 6 años de edad. Al ser sólo conocimiento empírico, nos encontramos con una diversidad de situaciones de manejo que de una u otra forma pueden perjudicar a los animales y a la economía de la producción en general. Por esto, se plantea la hipótesis que el caballo criollo posee una edad de cierre de cartílago de crecimiento de radio distal retardado en comparación al expresado en otras razas donde ya ha sido descripto.

Actualmente podemos encontrar dos formas de manejo, que se corresponden a las necesidades y objetivos particulares de cada cabaña o propietario en particular. Algunos comienzan con el entrenamiento exigente recién a partir de los 4 o 5 años, mientras otros realizan una doma temprana y el entrenamiento inicia a los 3 años de edad aproximadamente.

En el primer caso, suponiendo que las epífisis cierran de forma temprana se deben afrontar los costos de mantenimiento en estabulación sin que el équido esté desarrollando actividad deportiva alguna, solo doma y trabajo liviano. En el segundo caso, en el que se comienza con la exigencia deportiva a edades más tempranas, podría haber consecuencias importantes en el desarrollo del caballo si las epífisis cierran de forma tardía.

Por lo expuesto anteriormente y como parte de una tesis de grado de Medicina Veterinaria, el objetivo de este trabajo de investigación fue establecer de un rango etario para el cierre radiológico del disco de crecimiento distal del radio de potrillos de Raza Criollo Argentino. Consideramos que la realización de este estudio podría contribuir con información controlada para la toma de decisiones referidas al manejo de los caballos criollos; brindando a propietarios, cuidadores, jinetes, domadores y veterinarios un parámetro de la situación real que ocurre con el desarrollo de sus caballos. Asimismo, poder aportar información con sustento científico que contribuya con la toma de decisiones productivas y deportivas, en un contexto donde las mismas suelen definirse por creencias, tradición o conveniencia.

Materiales y Métodos

En este estudio, de tipo descriptivo y transversal, se utilizaron 50 caballos de Raza Criolla, 32 hembras (64%) y 18 machos (36%), con edades entre 18 y 69 meses provenientes de diferentes cabañas de cría y propietarios particulares. Al momento del muestreo, todos los animales estaban radicados en la provincia de Mendoza, pero provenían de diferentes zonas del país: Mendoza y La Pampa (n=7); Buenos Aires, Santa Fe y Entre Ríos (n=10); San Luis y Córdoba (n=29) y 4 caballos origen desconocido.

Los caballos fueron manejados de acuerdo con las buenas prácticas profesionales, y según el protocolo CICUAL número 79 (2013) de la Universidad Juan Agustín Maza (Mendoza, Argentina).

Se realizó una única placa radiográfica del miembro anterior izquierdo en todos los individuos incluidos en este estudio. La proyección de los rayos fue anteroposterior, con foco en el disco de crecimiento ubicado en distal del radio. Se utilizó un equipo de rayos X portátil marca POSKOM® de 90kV-20mAs, chasis de 24x30cm y film radiográfico sensible al color verde marca Agfa® de la misma medida. Se utilizaron las medidas de bioseguridad correspondientes durante los muestreos. Las placas radiográficas se revelaron de forma manual, con líquidos marca Agfa®, y se observaron en negatoscopio. Posteriormente, se digitalizaron sacando fotografías de cada una.

Los hallazgos obtenidos a través del análisis de placas radiográficas se clasificaron en diferentes categorías según la madurez del cartílago de crecimiento, clasificándola de la siguiente forma (Adams, 1974) (Figura 2):

A corresponde a una epífisis completamente madura

B es una epífisis que ha comenzado el cierre en su centro

C corresponde a una epífisis completamente abierta

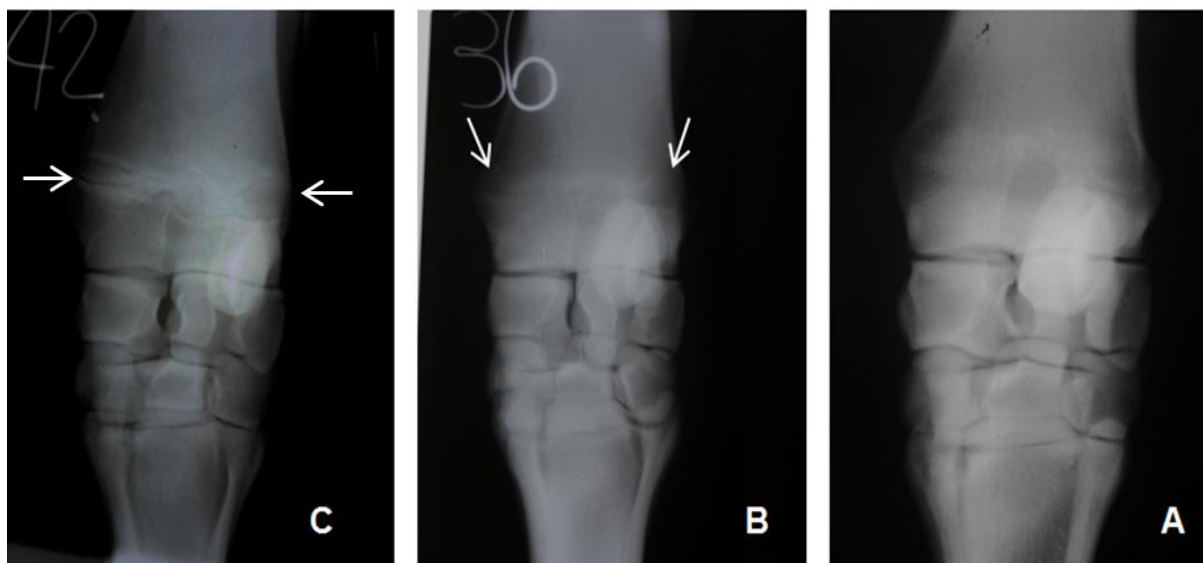


Figura 2. Radiografías del cartílago de crecimiento de distal de radio en diferentes etapas del proceso de cierre. En la imagen C se observa un cartílago abierto, en la B se encuentra en proceso de cierre y en la A el cartílago de crecimiento está cerrado. Las flechas blancas señalan la fisis de crecimiento.

Las placas fueron interpretadas por consenso entre los autores (L.VLI. y J.F.S.).El análisis de los datos se realizó utilizando el programa estadístico PASW Statistics®18 para Windows® (IBM®, Nueva York, EE.UU.). Para la estadística descriptiva se utilizó la media aritmética como medida de tendencia central y error típico de la media como medida de

INVESTIGACIÓN

Llaver *et al.*

Cierre radiológico[...]

dispersión, y la correlación por medio del coeficiente Tau-b de Kendall para realizar la asociación entre grado de cierre de fisis de crecimiento y edad en el registro genealógico. La relación entre cartílago y sexo se estableció mediante la prueba de Chi cuadrado.

Resultados y Discusión

Como se observa en el Figura 3, el cartílago de crecimiento se encuentra totalmente abierto (C) entre los 23,8 y 35,6 meses de edad, con una media de $29\pm 2,4$ meses. El cartílago en proceso de cierre (B), se observó entre los 39 y 50,2 meses, con una media de $44\pm 2,7$ meses. Finalmente, se pudo observar totalmente cerrado (A) entre los 45,7 y 61 meses, con una media de $53\pm 3,3$ meses.

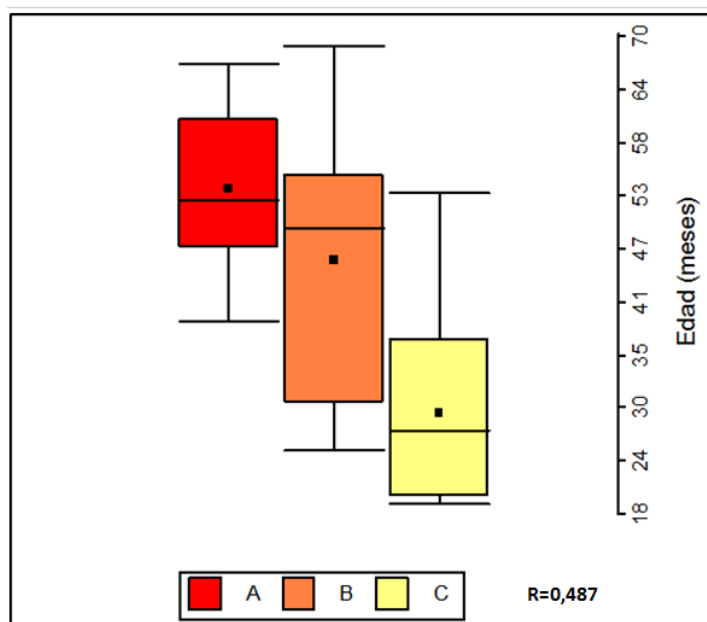


Figura 3. Correlación entre la edad (en meses) de los potrillos y la categoría del cartílago de crecimiento ($p < 0,001$). El cartílago de crecimiento se encuentra abierto (C) entre los 23,8 y 35,6 meses, con una media de $29\pm 2,4$ meses; en proceso de cierre (B) entre los 39 y 50,2 meses, con una media de $44\pm 2,7$ meses y cerrado (A) entre los 45,7 y 61 meses, con una media de $53\pm 3,3$ meses.

Los tiempos de cierre de la fisis de crecimiento de radio distal determinados en este estudio preliminar, y según la bibliografía consultada el primero realizado sobre caballos criollos de Argentina, fueron llamativamente más tardíos que los encontrados en otras razas.

En caballos de raza Cuarto de Milla, Cortada (2012) describe un cierre temprano de los discos de crecimiento, debido que a los 24 meses entre el 42,8% y el 55,5% de los animales muestreados tenían las fisis de radio distal cerradas, o próximas a cerrarse. Cabe destacar que en este estudio no se controlaron todos los animales hasta el cierre completo de esta fisis y solo se utilizaron hembras en el muestreo.

En la raza Brasileira de Hipismo se reporta que la interrupción del crecimiento se produce entre los 24 y 29,6 meses y que este cierre es levemente más tardío que en otras; esto

INVESTIGACIÓN

Llaver *et al.*

Cierre radiológico[...]

resultaría en animales de mayor alzada (Godoy *et al.*, 2004). Lo anteriormente mencionado no se ajusta a lo observado en la raza Criolla, que a pesar de tener un cierre muy demorado son animales de talla mediana, que no superan los 150cm de alzada.

En el presente estudio se observó un cierre definitivo de los discos de crecimiento distales del radio a los $53 \pm 3,3$ meses; estos datos se contraponen con lo observado por Colares (2005), también en caballos criollos. Según el autor, el cierre se produce entre los 22 y 25 meses de edad, ya que a los 26 meses ningún animal poseía discos de crecimiento visibles. Es muy llamativo en este trabajo que los caballos entre 19 y 21 meses poseían las fisis completamente abiertas, lo que podría interpretarse como que, en transcurso de 4 meses, se produciría el cierre de la fisis de crecimiento. Asimismo, es de destacar es que en este estudio, la edad promedio de cierre no fue especificada.

A diferencia de lo observado por Myers y Emmerson (1966), Vulcano *et al.* (1997), Godoy, *et al.* (2004) y Colares (2005); en este trabajo no se encontró evidencia estadísticamente significativa que muestre diferencias en la edad de cierre del cartílago de crecimiento entre machos y hembras ($p=0,791$). Este dato es coincidente con lo reportado por Gabel *et al.* (1977) y Łuszczynski *et al.* (2011).

Asimismo, la conformación de los miembros de los potrillos, futuros atletas, ha comenzado a suscitar más atención por parte de veterinarios y criadores en los últimos años, debido a la contribución de una conformación deficiente en la incidencia de lesiones músculo-esqueléticas (Santschi, 2003; Love *et al.*, 2006).

Con respecto a los defectos en los aplomos, en un estudio en potrillos de raza Polo Argentino, sobre un sistema de cría a gran escala, se observó una prevalencia general de 42,2%, independientemente de la edad a la que fueron evaluados. Los potrillos con defectos en la articulación metacarpo/metatarso-falángica son los que más esfuerzos exigen para su control debido a la ineficacia de los tratamientos, a una fuerte tendencia intrínseca de los animales a manifestar estos desvíos, a la alta prevalencia asociada a estos defectos y a los tiempos de cierre de las placas de crecimiento que caracterizan a cada articulación (Giliberti, 2016; Giliberti y Losinno, 2020). En otro estudio llevado a cabo en potros de raza Pura Sangre de Carrera, Trotador Francés y Silla Francés también se reportó que las desviaciones angulares de la articulación metacarpo-falángica eran las más frecuentes al destete, y afirma que un entendimiento de las peculiaridades específicas de cada raza es trascendental para la evaluación individual de la conformación de los potrillos (Robert *et al.*, 2013).

No hemos detectado trabajos que estudien de forma conjunta las fisis ubicadas en la zona distal del miembro en caballos criollos. Sostenemos que estos datos preliminares podrían ser trascendentes para la corrección de eventuales desvíos angulares de los aplomos de los miembros, y para establecer condiciones de manejo y entrenamiento que no perjudiquen el futuro deportivo de los animales.

Por estos motivos, se está desarrollando un estudio para establecer la edad de cierre radiológico del cartílago de crecimiento ubicado en los huesos metacarpiano III, primera y

INVESTIGACIÓN

Llaver *et al.*

Cierre radiológico[...]

segunda falange de potrillos de raza Criolla, como parte de una tesis de Maestría en Producción Equina (UNRC); y se espera que surjan más estudios multicéntricos que aporten datos, de forma tal que podamos sustentar medidas de manejo de manera robusta.

Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos en esta investigación preliminar, es posible establecer una edad aproximada del cierre de las placas epifisiaria distal del radio de los caballos criollos. Esto ofrece una información útil en el trabajo cotidiano con estos animales, que puede servir para mejorar su salud y desempeño individual y el de la producción en general.

De acuerdo con lo observado en este estudio, la fisis distal del radio cierra a los $53 \pm 3,2$ meses y difiere mucho con lo reportado previamente para la raza. Estos resultados, obtenidos en una población reducida de animales, refuerzan la hipótesis preliminar de que en el caballo criollo la edad de cierre de cartílago de crecimiento de radio distal podría ser más tardía en comparación con las razas ya estudiadas.

Al observarse un rango bastante amplio de edad de cierre, entre los 45,7 y 61 meses, la utilización de placas radiográficas para monitorear el estado del cartílago de crecimiento antes de comenzar con el ejercicio de alta exigencia, podría evitar futuros problemas en la salud del equino.

Finalmente, estimamos que es relevante la realización de trabajos que estudien el cierre de las fisis de crecimiento distales de los miembros, para poder estimar los tiempos viables para corrección de aplomos; y así disminuir el impacto productivo negativo debido a problemas en el desarrollo del aparato musculo esquelético.

También sería de utilidad evaluar si los ancestros tienen influencia en el cierre del cartílago de crecimiento, para observar si las líneas de origen argentino y chileno son efectivamente más tardías que las brasileras.

Bibliografía

Adams O. (1974). Determinación radiográfica de la madurez ósea como guía para el entrenamiento de los caballos. En O. Adams, Adams: Claudicación en el equino. 3° Edición (págs. 454-455).

Asociación Criadores Caballos Criollos. (2016). Standard o modelo racial de la Raza Criolla. Recuperado el 02 de julio de 2019, de Asociación de Criadores de Caballos Criollos: https://www.caballoscriollos.com/_recursos/archivos/20140211110615162.pdf

Baxter GM, Turner AS. (2004). Enfermedades de los huesos y las estructuras relacionadas. En TS. Stashak, Adams: Claudicación en equinos. 5° Edición. (págs. 407-413). Buenos Aires: Intermédica.

INVESTIGACIÓN

Llaver *et al.*

Cierre radiológico[...]

Colares Luiz R, Desessards De La Corte F, Brass KE. (2007). Fechamento das placas epifisárias do metacarpiano principal, do rádio e da tibia em potros Crioulos. *Ciência Rural*, 37(4), 1052-1055.

Cortada MS. (2012). Efecto de la suplementación con cultivos vivos de levaduras (*Sacchomyces cepa 1026*) (*Yea-Sacc® 1026*) en el cierre de los cartílagos epifisarios de crecimiento en potrillos Cuarto de Milla. Recuperado el 22 de junio de 2020, de Biblioteca digital de la Universidad Católica Argentina:

<http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/efecto-suplementacion-cultivos-vivos-levaduras.pdf>

El Shorafa WM, Feaster JP, Ott EA, Asquith RL. (1979). Effect of vitamin D and sunlight on growth and bone development of young ponies. *JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE*, 48(4), 882-886.

Farrow CS. (2006). Skeletal Maturity, Immaturity and Dysmaturity. En C. S. Farrow, *Veterinary Diagnostic Imaging: The Horse* (págs. 1-7). Missouri: Mosby Elsevier.

Ferrel EA, Berry CR, Thrall DE. (2009). Paradigmas interpretativos para el esqueleto apendicular. En DE. Thrall, *Tratado de Diagnóstico Radiológico Veterinario*. Buenos Aires: Intermédica.

Gabel AA, Spencer CP, Pipers FS. (1977). A study of correlation of closure of the distal radial physis with performance and injury in the Standardbred. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 170(2):188-194.

García de la Rubia S, Santonja Medina F, Pastor Clemente A. (1998). Valoración de la edad ósea. Su importancia en Medicina del Deporte. *Selección*, 7 (3), 160-168.

Giliberti SN. (2016). Prevalencia de alteraciones de aplomos relacionados a la edad, en potrillos raza Polo Argentino. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Río Cuarto, Facultad de Agronomía y Veterinaria. Maestría en Producción Equina, Río Cuarto, Córdoba, Argentina.

Giliberti SN, Losinno L. (2020). Prevalencia y control precoz de aplomos en potrillos de razas deportivas. *Revista de Divulgación Técnica Agropecuaria, Agroindustrial y Ambiental* Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora.

Godoy CL, Vulcano LC, Marques Santos FA, Mendes Soares JC. (2004). Fechamento epifisário da extremidade distal do rádio de equinos da raça Brasileira de Hipismo. *Ciencia Rural*, 34(6), 1813-1815.

Hernández Vidal G. *et al.* (2011). Etiología, patogénesis, diagnóstico y tratamiento de osteocondrosis (OC). *Vet. Méx.*, 42(4), 311-329.

Komosa M, Frackowiak H, Purzyc H, Wojnowska M, Gramacki A, Gramacki J. (2013). Differences in exterior conformation between primitive, Half-bred, and Thoroughbred horses: Anatomic-breeding approach. *Journal of Animal Science*, 91, 1660-1668.

Love S, Wyse C, Stirk AJ, Stear MJ, Calver P, Voute C, Mellor DJ (2006). Prevalence, heritability, and significance of musculoskeletal conformational traits in Thoroughbred yearlings. *Equine Vet Journal* 38(7):597-603.

Łuszczynski J, Pieszka M. (2011). The effect of year and season of birth, sex, sire, and breeder on ossification of the distal epiphyseal cartilage of the radial bone in Thoroughbred horses. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 35(6), 413-420.

INVESTIGACIÓN

Llaver *et al.*

Cierre radiológico[...]

Mamprim MJ, Vulcano LC, Muniz LM. (1992). Estudio radiográfico do fechamento da epífise distal da rádio em potras de raça Manga-Larga. *Vet e Zoot*, 4, 59-62.

Mason TA, Bourke JM. (1973). Closure of the distal radial epiphysis and its relationship to unsoundness in two-year-old thoroughbreds. *Australian Veterinary Journal*, 49, 221-228.

Myers VS, Emmerson MA. (1966). The age and manner of epiphyseal closure in the forelegs of two Arabian foals. *Vet Radiol Ultrasound*, 7, 39-47.

Pasolini M, Meomartino L, Fatone G, Brunetti A, Laratta I. (2003). Correlazione tra valutazione radiológica della maturità scheletrica Ed incidenza di lesioni. *Atti della Società Italiana delle Scienze Veterinarie*, 57, 309-310.

Raub RH. (2010). Growing more durable equine athletes. *Comparative Exercise Physiology*, 7(2), 49–56.

Robert C, Valette JP, Denoix JM. (2013). Longitudinal development of equine forelimb conformation from birth to weaning in three different horse breeds. *The Veterinary Journal*, 198, e75-e80.

Semeco Soto E, Alvarado Morillo MS, Rodriguez Vargas M, Fernandez Padrón M, Rincón Rall R. (1994). Maduración ósea y niveles séricos de calcio y fósforo en caballos jóvenes pura sangre de carrera. *Revista Científica FCV- LUZ*, IV(3), 157-164.

Santschi E. (2003). Forelimb Conformation In Thoroughbred Foals. In *Annual American College of Veterinary Surgeons Symposium* (Pp. 23-25). Bethesda: Acvs.

Strand E, Braathen LC, Hellsten MC, Huse-Olsen L, Bjornsdottir S. (2007). Radiographic closure time of appendicular growth plates in the Icelandic horse. Recuperado en 2013, de BioMed Central: www.actavetscand.com/content/49/1/19

Stud Book Argentino. Cantidad de Ejemplares por Producción 2000-2016. Recuperado el 15 de junio de 2018, de Stud Book Argentino:

http://www.studbook.com.ar/pdf_extras/Cantidad_Ejemplares_por_Produccion_2000-2016.pdf

Uhlhorn H, Eksell P, Carlsten J. (2000). Scintigraphic characterization of distal radial physeal closure in young standardbred racehorses. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 41(2), 181-186.

Vulcano LC, Mamprim MJ, Muniz LM, Moreira A, Luna SP. (1997). Radiographic study of distal radial physeal closure in Thoroughbred horses. *Vet Radiol Ultrasound*, 38, 352-354.

Conflicto de interés: Ninguno de los autores del presente estudio presenta conflictos de interés alguno respecto a este trabajo.