

TRABAJO DE GRADO

Comparación de los parámetros de medición del globo ocular fetal como indicador de la edad gestacional en yeguas criollas colombiana entre los años 2023 y 2024

Corporación Universitaria Remington
Facultad de Medicina Veterinaria
Medicina Veterinaria

Yeni Carolina Arango M.

Lizeth Escobar M.

Cristian Andrés Morales

Tutor

Santiago Titiribí González

Proyecto de grado

2024

Dedicatoria

Dedicamos este trabajo a nuestros seres queridos, quienes, con su apoyo constante, han sido la motivación para alcanzar cada meta y superar los desafíos de esta carrera. También a nuestros maestros, quienes con su dedicación y entrega nos transmitieron el conocimiento y la pasión por la medicina veterinaria y en especial por el área de la reproducción equina

Queremos reconocer a todos aquellos profesionales comprometidos con el bienestar animal y la preservación de la raza criolla colombiana, quienes nos inspiran a seguir investigando y aportando al campo de la medicina veterinaria equina.

Agradecimientos

Agradecemos profundamente a la Corporación Universitaria Remington y a la Facultad de Medicina Veterinaria por brindarnos el apoyo para llevar a cabo este proyecto.

Extendemos nuestra gratitud a nuestro asesor, el Médico Veterinario Santiago Titiribí González, por su orientación, paciencia y dedicación, así como a todos los profesionales y compañeros que colaboraron en el desarrollo de este estudio.

A los criaderos y pesebreras de la región del Valle de Aburrá y el oriente antioqueño, nuestro sincero agradecimiento por su colaboración, que fue fundamental para obtener los datos de este proyecto. Gracias también a nuestras familias y amigos por su continuo apoyo emocional, quienes estuvieron con nosotros en cada etapa de este proceso. Sin su respaldo incondicional, este trabajo no hubiera sido posible

Tabla de Contenido

Dedicatoria	2
Agradecimientos	3
Resumen	7
Palabras clave	7
Introducción	8
Anatomía de la yegua.....	9
La yegua y su comportamiento reproductivo	10
Gestación de la yegua.....	10
Ciclo estral	11
La ovulación en yeguas.....	12
Fotoperiodo	12
Parto de la yegua	13
Fases del parto.....	13
Evaluación ecográfica de la yegua.....	14
Parámetros evaluados en la ecografía	15
Ultrasonografía ocular.....	16
Herramientas diagnosticas.....	20
Planteamiento del problema y Justificación	21
Objetivos	24
Metodología	25
Tabla de datos recolectados	34
Discusión	35
Conclusiones	37
Referencias	38

Lista de tablas

Tabla 1, Herramienta de recolección de datos.	27
Tabla 2, Estadísticas Descriptivas	29
Tabla 3, Resultados del coeficiente de correlación de Pearson.....	31
Tabla 4, Resultados del coeficiente de determinación	31
Tabla 5, Datos recolectados.....	34
Tabla 6, Promedio de las medidas de largo y ancho del glóbulo ocular para cada mes de gestación de las yeguas estudiadas	¡Error! Marcador no definido.

Lista de ilustraciones

Ilustración 1 , Ecográfica de la medición de la órbita ocular fetal, La flecha indica la ubicación del lente (McDonnell et al., 2006).....	17
Ilustración 2 , Ecográfica donde se aplica la medición del diámetro longitudinal (LD) a la distancia entre los dos polos oculares, dentro del cuerpo vítreo. El diámetro transversal (TD), perpendicular a LD y bisectriz del cristalino, se midió como la distancia entre la córnea y la retina. (Lanci et al., 2019).....	17
Ilustración 3 , Se muestra la órbita ocular fetal, con mediciones de largo (+) y ancho (×). El largo del ojo se mide desde la longitud máxima de los márgenes internos del cuerpo vítreo, y el ancho del ojo se mide desde el margen de la porción anterior de la cápsula del cristalino hasta el margen interno del disco óptico. (Murase et al., 2014)	18
Ilustración 4 , Figura (A) Representación esquemática donde se indican varias partes del feto representado en la imagen real (1) cráneo, (2) órbita ósea, (3) cuerpo vítreo, (4) cristalino, Figura (B) Ultrasonografía real de un ojo fetal. Los cursores están delineando (1) el ancho y (2) el largo del ojo. La lente se incluye en la imagen y ayuda a asegurar que las mediciones sean estandarizadas (Turner et al., 2006)	18
Ilustración 5 , Imagen ecográfica transrectal del globo ocular a los 326 días de gestación. a = longitud de la órbita del globo ocular, b = ancho de órbita del ojo fetal (Hendricks et al., 2009).....	26
Ilustración 6 , Caja y bigotes de Largo del Globo Ocular de Estudio	29
Ilustración 7 , Caja y bigotes de Largo del Globo Ocular de Estudio	29
Ilustración 8 , Comparación del largo del globo ocular.....	30
Ilustración 9 , Comparación del ancho del globo ocular	30
Ilustración 10 , Comparación de mediciones por edad gestacional y diámetro del globo ocular con instrumento de referencia	¡Error! Marcador no definido.

Resumen

Este estudio se centró en comparar los parámetros de medición del globo ocular fetal como indicador de edad gestacional en yeguas criollas colombianas siendo estos parámetros una herramienta la cual nos ayuda a predecir con mayor precisión la edad gestacional, lo cual es crucial para el manejo adecuado de la reproducción equina y la planificación del parto. Se empleó la técnica de ultrasonografía transrectal para realizar las mediciones de la longitud y el ancho del globo ocular fetal en yeguas gestantes de esta raza. Los datos obtenidos se compararon con parámetros de referencia de otras razas, encontrando diferencias significativas que resaltan la necesidad de desarrollar parámetros específicos para los caballos criollos colombianos.

Los resultados de este estudio contribuirán a la estandarización de medidas gestacionales adaptadas a esta raza, facilitando un mejor manejo reproductivo, reduciendo riesgos en el parto y aumentando la tasa de supervivencia de los potros. reafirma la importancia de investigaciones específicas para promover la salud y el desarrollo de la población equina criolla en Colombia.

Palabras clave

Comparación, Globo ocular, Ultrasonografía transrectal, Parámetros, Mediciones

Introducción

La edad gestacional en las yeguas es de suma importancia en la programación de las diferentes explotaciones equinas para la preparación, atención de los neonatos y demás operaciones alrededor del parto de la yegua. Si bien alrededor del 90 % de los partos no requieren intervención, cuando surgen problemas durante el parto, las consecuencias pueden ser la muerte de la yegua o del potro. (Diel de Amorim et al., 2019). Algunas veces el desconocimiento de estos datos como es la edad gestacional nos lleva a buscar herramientas que permitan determinar con mayor precisión la edad permitiendo llevar a cabo todo lo relacionado con la preparación del periparto, parto y posparto de la yegua. El crecimiento fetal en caballos se puede evaluar utilizando mediciones ultrasonográficas de varias regiones anatómicas para estimar la edad gestacional. (Renaudin et al., 2000) La edad gestacional en yeguas es predecible por palpación rectal aproximadamente hasta el día 120 de la gestación, en adelante es un poco menos exacta y se requieren de otras ayudas de estructuras fetales para poder determinarla, entre ellas se encuentra la medición del diámetro del globo ocular del feto, diámetro aórtico, y algunas estructuras óseas entre otros. (Renaudin et al., 2023) Estas medidas están desarrolladas para otras razas de caballos y conocer más a fondo la aplicabilidad en la raza del caballo criollo es de utilidad para los profesionales.

Marco teórico

El caballo criollo colombiano es un animal con características únicas y originales, como la mansedumbre, agilidad, coordinación de movimientos, ritmo entre otros; esta raza es nativa de Colombia y desempeña un papel cultural e histórico muy significativo, el caballo criollo colombiano se puede reconocer por sus cuatro tipos de andares, los cuales son: paso fino colombiano, trocha pura, trote, galope (Nicholle et al., 2024).

Este animal enfrenta conceptos erróneos sobre su propósito y finalidad en Colombia. Por lo tanto, es necesario aumentar las investigaciones que se realizan sobre esta raza, esto permitirá abordar los temas necesarios con el fin de optimizar la cría y el manejo de los equinos en aspectos como enfermedades, nutrición, etología, reproducción, adiestramiento, genética, entre otros; Así mismo, para fomentar y desarrollar las actividades relacionadas con los caballos, es fundamental buscar una solidez financiera que permita avanzar en estas investigaciones y mejorar la funcionalidad. Aunque las instancias para promover, apoyar y participar en las actividades del caballo criollo en Colombia se consideran aficiones, preferencias o pasatiempos, es importante destacar que esta pasión puede ser autosostenible y convertirse en una fuente de ingreso (Mejía Lamilla, 2018).

Anatomía de la yegua

El aparato reproductor de la yegua se localiza en la cavidad pélvica y su función principal es la producción de ovocitos, estrógenos y progesterona, que regulan los caracteres sexuales de la hembra y el ciclo ovárico. Este sistema está formado por dos ovarios, dos oviductos, útero, cérvix, vestíbulo, vagina y labios vulvares (Cortes Gaspar, 2020).

La anatomía de los órganos reproductivos de las yeguas está determinada por la edad, el estado y el historial reproductivo del animal, se localizan en la parte ventral del recto; esta relación anatómica permite a los veterinarios realizar una adecuada palpación transrectal y un examen ultrasonográfico, facilitando el diagnóstico del estado de los ovarios y la detección de la preñez mediante la identificación de la presencia o ausencia de un feto o de las membranas fetales en el útero. Además, permite manipular el tracto reproductivo para la inseminación, la recuperación de embriones mediante técnicas no quirúrgicas y la identificación de anomalías en el tracto reproductivo (Iovenitti Maggi et al., 2020)

La yegua y su comportamiento reproductivo

El ciclo estral en esta especie se regula mediante el fotoperiodo, lo que indica que el celo de las hembras se presenta según las horas de luz percibidas. Este ciclo está influenciado por la foto fase, y la dinámica folicular es un proceso que combina varios factores, tanto extrínsecos como intrínsecos, con el objetivo de que la yegua tenga una óptima presentación de las ondas foliculares para madurar un ovocito y dar lugar a un nuevo ser. El diámetro de los folículos permite identificar y diferenciar entre el folículo dominante y los folículos subordinados, los cuales se pueden observar mediante ultrasonografía o ecografías transrectales (Rodríguez Uribe, 2022).

Gestación de la yegua

La gestación de las yeguas tiene una duración que oscila entre 320 y 360 días por término, estas son poliéstricas estacionales de días largos, lo que significa que su etapa reproductiva ocurre principalmente en primavera y verano, esto indica que, de forma natural, las yeguas quedarían gestantes en el mismo período en que dan a luz. La razón de este fenómeno se atribuye a la climatología, especialmente al fotoperiodo y la temperatura que prevalecen en ese momento; particularmente en los países que tienen estaciones, las yeguas suelen dar a luz durante la primavera, cuando el fotoperiodo aumenta sus niveles de luz. Esto asegura condiciones óptimas para la supervivencia de los potros. Además, se ha observado que la mayoría de las yeguas deciden parir durante las horas de la noche, un período caracterizado por ser tranquilo y por la disminución de los estímulos ambientales (Colomer Sacristán, 2023).

A diferencia de otras especies, la vesícula embrionaria de los equinos tiene forma esférica y es altamente móvil hasta el día 16 después de la ovulación, momento en el cual se fija en el útero. Al día 38 de gestación, las células fetales migran hacia el interior del endometrio materno, y alrededor del día 40 se inicia de forma gradual la implantación de la vesícula, completándose aproximadamente entre los días 140 y 150 de gestación con la formación total de la placenta. , gracias a la aposición de tejidos fetales y maternos, y el desarrollo de los micropacentomas, la placenta es un órgano temporal que cumple varias funciones esenciales: suministra nutrientes y oxígeno al feto, elimina desechos y proporciona

protección. En las yeguas, la placenta es difusa completa, lo que significa que el corion se distribuye por toda la superficie uterina. A nivel macroscópico, se conoce como epiteliocorial, ya que el epitelio materno tiene contacto directo con el corion del feto.

Las membranas placentarias que la componen son el corioalantoides, el amnioalantoides y el cordón umbilical (Cunningham Aranguren et al., 2022).

Ciclo estral

El ciclo estral se comprende en un periodo de 21 a 22 días, dividiéndose en 6 días en los que se presenta la fase folicular y 9 días en los que se presenta la fase lútea. La viabilidad de los ovocitos está relacionada con el tamaño y la irrigación del folículo preovulatorio, así como con el tamaño del cuerpo lúteo. Por lo tanto, estos factores podrían estar relacionados con los niveles de progesterona, para determinar que las yeguas estén aptas para mantener la gestación, se debe realizar un monitoreo ecográfico de las estructuras reproductivas, se realiza con el ecógrafo que es la principal herramienta para evaluar esta viabilidad y las estructuras adyacentes a la gestación. Este método no invasivo permite evaluar las particularidades morfo-ecogénicas y los cambios en el flujo sanguíneo durante el ciclo estral en yeguas, lo que contribuye a una comprensión integral de la fisiología reproductiva. (De la Cruz, & Menéndez, 2024).

En las yeguas, al igual que en otros mamíferos, el control reproductivo está dirigido especialmente por el eje hipotálamo-hipófisis-gonadal. No obstante, es muy importante conocer con exactitud los eventos que ocurren durante el desarrollo folicular y la ovulación, la duración del ciclo estral de la yegua es aproximadamente de 21 días, con un intervalo que varía entre 16 y 25 días. Estas variaciones se atribuyen principalmente a la diferencia en la longitud del estro, más que en la del diestro, que tiene una duración relativamente constante.

El ciclo estral se divide en dos etapas: estro o fase folicular y diestro o fase lútea. El estro, también llamado celo, dura de 5 a 7 días, aunque puede ser más largo al inicio y al final de la temporada ovulatoria. En esta etapa, la yegua es sexualmente receptiva al macho y el tracto genital está preparado para recibir y transportar el semen (Pérez Ansúrez, 2019).

La ovulación en yeguas

La ovulación en las yeguas es un proceso rápido, en el cual la mayor parte del fluido folicular se libera en aproximadamente 2 minutos y se completa entre 3 y 7 minutos. En yeguas de razas ligeras, el diámetro folicular durante la ovulación varía de 30 a 50 mm, siendo común que el tamaño esté entre 40 y 45 mm; Sin embargo, en ocasiones se producen ovulaciones de folículos más pequeños. Este proceso ocurre aproximadamente entre 24 y 48 horas antes de la finalización del estro. El aumento en los niveles de progesterona es generado por el cuerpo lúteo en desarrollo, que es responsable de poner fin al comportamiento de celo. Durante el estro, las concentraciones de progesterona están por debajo de 1 ng/mL, pero estas se elevan rápidamente 24 horas después de la ovulación, alcanzando su concentración máxima 6 días pos-ovulación (Muruzabal, 2019).

Fotoperiodo

Las yeguas son poliéstricas estacionales, lo que indica que tienen más de un ciclo por año, los cuales ocurren en periodos y estaciones determinadas. Su actividad reproductiva se divide en dos fases: la fase de anestro y la fase de estro, que corresponde al período en el cual están ciclando. Estos periodos se determinan a partir del fotoperíodo y, en consecuencia, por la producción de melatonina, que genera una señal endocrina a través de la glándula pineal. La producción de melatonina aumenta en otoño e invierno, lo que genera un anestro estacional debido a la baja presencia de luz (Parrado Soler, & Fandiño Gomez, 2019).

El fotoperiodo influye en la secreción de melatonina a través de un mecanismo neuroendocrino. En las especies donde se ha estudiado, el estímulo es captado por la retina y luego se transmite al núcleo supraquiasmático (NSQ) del hipotálamo, al ganglio cervical superior (GCS) y a la glándula pineal (GP). La ausencia del estímulo de luz en la glándula pineal promueve la síntesis de la enzima N-acetil transferasa, que tiene influencia sobre la serotonina, esta enzima transforma la serotonina en N-acetil serotonina, que posteriormente se convierte en melatonina por acción de la enzima hidroxindol-*o*-metil transferasa. Además, la retina actúa como un fotorreceptor, identificando y percibiendo la presencia o ausencia de luz. El núcleo supraquiasmático (NSQ) funciona como un reloj biológico

interno que regula el ritmo circadiano endógeno. Por su parte, la glándula pineal (GP) actúa como un traductor, convirtiendo la información neuronal en señales hormonales (Zimri et al.,2018).

Parto de la yegua

El parto es un evento crítico e importante, dado que involucra una serie de cambios fisiológicos que deben ser adaptativos para la vida del potro fuera del útero, durante esta etapa, pueden ocurrir incidentes no deseados que deben ser identificados en el menor tiempo posible; en sistemas controlados, se espera que la mayoría de las yeguas tengan un parto normal. Aunque la mayoría de las preñeces finalizan con un potro viable, un pequeño porcentaje termina en muerte o presenta algún tipo de disfunción para el recién nacido (Galíndez et al., 2019).

A través de múltiples factores se puede identificar la proximidad del parto. En primer lugar, las observaciones de los signos clínicos son un indicador muy confiable de que el parto está próximo a suceder, un índice clave es el aumento del tamaño de la glándula mamaria, que se presenta aproximadamente 4-5 semanas antes del parto y alcanza su desarrollo máximo entre las 24 y 48 horas previas al mismo, además, el descenso gradual del abdomen de la yegua ocurre de 1 a 3 semanas antes del parto, y la distensión de los ligamentos pélvicos también son indicadores confiables de la proximidad del evento. Estas señales son notables y generan indicios claros. Asimismo, en las 24 horas previas al parto, se produce edematización, relajación, aumento de tamaño y alargamiento de la vulva (Colomer Sacristán, 2023)

Fases del parto

Primera fase: Inicia por las contracciones uterinas, las cuales no son coordinadas por la yegua. Estas se generan por un aumento en la presión de los órganos, provocando así el empuje del saco corioalantoideo en la región de la estrella cervical hacia el cuello uterino, lo que provoca una relajación y produce una dilatación gradual, estos cambios internos se manifiestan en la yegua con signos similares a los de un cólico leve, también comienzan a presentar sudoración irregular y miran el flanco, mostrando síntomas de incomodidad. Se

posicionan en decúbito lateral derecho o izquierdo en Múltiples ocasiones, levantándose con frecuencia, colocándose en posición para orinar y expulsando pequeñas cantidades de heces. En ocasiones, también expulsan calostro. La primera etapa finaliza con la ruptura del corioalantoides y con la salida del líquido alantoideo (Garay Drittanti et al.,2023).

Segunda fase: Tiene una duración de alrededor de 15 minutos e inicia con un aumento en las contracciones, caracterizándose por ser intensas y fuertes. En esta fase, se observa la liberación del líquido alantoideo y la presión uterina aumenta con la respiración profunda de la yegua, facilitando la expulsión del feto (Hidalgo, & Salvador, 2019).

Tercera fase: Consiste en la expulsión de las membranas fetales, esta ocurre normalmente antes de las tres horas posparto el aumento del tiempo para la expulsión se considera retención de placenta (Hidalgo, & Salvador, 2019).

Evaluación ecográfica de la yegua

La ecografía equina es una técnica de diagnóstico por imagen en la que se utilizan ondas sonoras de alta frecuencia para generar imágenes del interior del cuerpo del caballo, esta técnica se emplea para diagnosticar una amplia variedad de condiciones, que incluyen enfermedades reproductivas, lesiones musculoesqueléticas y problemas gastrointestinales (Abril Páramo, & Barragán Sepúlveda, 2024).

Existen diversos métodos para realizar diagnósticos gestacionales, los cuales dependen de factores como las habilidades del veterinario y los equipos disponibles; entre estos métodos, se encuentra la observación del comportamiento de la yegua, ya que, en caso de no estar gestante, esta volverá a mostrar comportamiento de celo entre los 16 y 20 días tras la ovulación, también se puede medir los niveles de progesterona , la gonadotropina coriónica equina (eCG) puede detectar estrógenos en sangre u orina (León Casas, & Miana Mena, 2022).

El uso del ultrasonido transrectal en yeguas ha sido de gran utilidad, porque permite evaluar en tiempo real los eventos fisiológicos reproductivos que están ocurriendo, como la dinámica folicular, la ovulación, el diagnóstico de gestación temprana, el monitoreo de la gestación, la determinación del sexo fetal y la identificación de patologías ováricas y uterinas (Camacho, 2018).

Parámetros evaluados en la ecografía

Con el uso de la ecografía convencional, es posible realizar un seguimiento folicular, que consiste en medir el diámetro folicular y evaluar la ecogenicidad de su interior, así como el edema uterino. En la mayoría de las yeguas sanas que no presentan ningún problema durante el parto, se puede inducir la ovulación con la hormona gonadotropina coriónica humana (hCG); así mismo, con la evaluación ecográfica convencional, se puede observar y valorar el área y la ecogenicidad del cuerpo lúteo, pero no su funcionalidad, en reproducción equina, es crucial conocer con claridad el momento de la ovulación para que el depósito de semen se realice lo más cerca posible de la liberación del ovocito (Marques de Campos, 2023).

El uso de las medidas oculares ultrasonográficas para establecer la edad gestacional en yeguas de diferentes razas ha sido evaluado por diversos investigadores, con el objetivo de obtener una fecha aproximada del parto lo más precisa posible, permitiendo implementar medidas de manejo y aumentar la tasa de supervivencia en los potros. Para este propósito, se consideran diferentes medidas oculares fetales, como la suma del ancho y largo, el volumen ocular aproximado y la longitud del cuerpo vítreo (Razquin Echeverriarza, 2019) Algunas de las medidas más comunes para estimar la edad gestacional en equinos, asnos y mulas son el diámetro del ojo fetal (DOF) y el grosor de la placenta (GP), estas mediciones se obtienen mediante ultrasonografía transrectal, donde se evalúa el diámetro de la órbita ocular, un parámetro confiable y fácil de medir para seguir el desarrollo fetal, también es fundamental evaluar periódicamente el grosor de la placenta, pues sirve como un buen indicador del intercambio materno-fetal y puede señalar un posible riesgo de aborto(Yáñez Ortiz, 2021).

El diagnóstico de la gestación mediante palpación rectal se lleva a cabo alrededor del día 25, cuando la vesícula embrionaria mide aproximadamente entre 3,0 y 3,4 cm², sin embargo, esta técnica puede producir resultados falsos positivos o negativos en casos de muerte embrionaria temprana o función luteal persistente, así como en etapas muy tempranas, cuando el tono uterino se mantiene por una involución incompleta en yeguas que han sido cubiertas durante el celo del potro o en aquellas que presentan pseudopreñez, en contraste, el examen ultrasonográfico puede detectar la vesícula embrionaria tan pronto como el día 11 o 12 utilizando un transductor de 7.5 MHz, o al día 14-15 con un transductor de 5 Mh (Tscherig, 2019).

Ultrasonografía ocular

El uso de medidas oculares ultrasonográficas para determinar la edad de gestación en yeguas de diferentes razas ha sido evaluado por diferentes autores, con el fin de implementar medidas de manejo y mejorar la tasa de supervivencia de los potros.

La ecografía transrectal ayuda a visualizar la órbita fetal ya que es de fácil acceso en el último mes de gestación y su medición se ha utilizado para estimar el crecimiento fetal y edad gestacional (Lanci et al., 2019) La medición del globo ocular en equinos emerge como una técnica prometedora para estimar la edad gestacional. La literatura científica resalta la correlación entre las dimensiones oculares y la edad gestacional, proporcionando una herramienta valiosa para la gestión reproductiva equina. Si bien existen variaciones en las técnicas utilizadas y las razas evaluadas, los resultados colectivos sugieren un potencial significativo en esta área de investigación

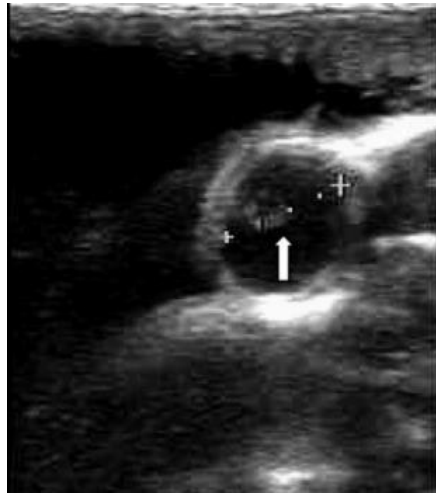


Ilustración 1, Ecográfica de la medición de la órbita ocular fetal, La flecha indica la ubicación del lente (McDonnell et al., 2006)



Ilustración 2, Ecográfica donde se aplica la medición del diámetro longitudinal (LD) a la distancia entre los dos polos oculares, dentro del cuerpo vítreo. El diámetro transversal (TD), perpendicular a LD y bisectriz del cristalino, se midió como la distancia entre la córnea y la retina. (Lanci et al., 2019)

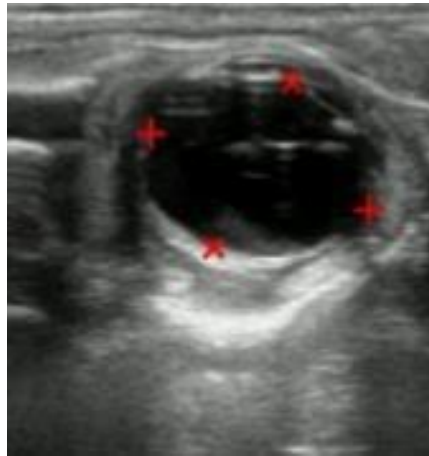


Ilustración 3, Se muestra la órbita ocular fetal, con mediciones de largo (+) y ancho (×). El largo del ojo se mide desde la longitud máxima de los márgenes internos del cuerpo vítreo, y el ancho del ojo se mide desde el margen de la porción anterior de la cápsula del cristalino hasta el margen interno del disco óptico. (Murase et al., 2014)

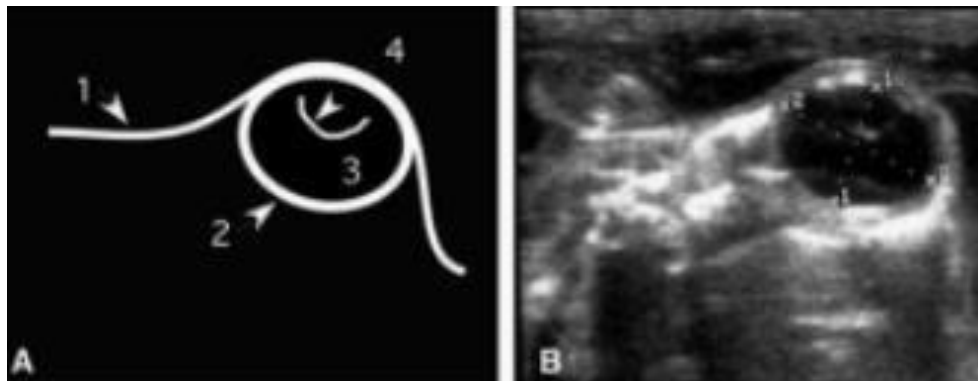


Ilustración 4, Figura (A) Representación esquemática donde se indican varias partes del feto representado en la imagen real (1) cráneo, (2) órbita ósea, (3) cuerpo vítreo, (4) cristalino, Figura (B) Ultrasonografía real de un ojo fetal. Los cursores están delineando (1) el ancho y (2) el largo del ojo. La lente se incluye en la imagen y ayuda a asegurar que las mediciones sean estandarizadas (Turner et al., 2006)

Los estudios que se centran en las mediciones del globo ocular en equinos como indicadores de la edad gestacional se basan en varios aspectos teóricos que respaldan una correlación entre el tamaño ocular y el desarrollo fetal algunos aspectos teóricos claves sustentan estos estudios:

- **Desarrollo fetal predecible:** el desarrollo fetal en los equinos sigue un patrón predecible durante toda la gestación. A medida que el feto crece y se desarrolla, sus órganos y estructuras sufren cambios mensurables. Estos cambios pueden incluir un aumento en el tamaño y la forma del globo ocular. R.F. Fernández (2009)
- **Relación entre tamaño y edad:** En muchas especies, incluidos los equinos existe una relación entre el tamaño de determinadas estructuras y la edad del feto. En el caso de medir el globo ocular, se cree que su diámetro puede estar relacionado con la edad gestacional, ya que los cambios en su tamaño pueden indicar la etapa de desarrollo fetal. Blanchland, T. & Varner, D. (2003). Manual of Equine Reproduction
- **Imagenología avanzada:** los avances tecnológicos como la ecografía, permiten mediciones precisas de las estructuras fetales en desarrollo. La ecografía proporciona imágenes claras y mediciones oculares precisas, lo que facilita la recopilación de datos confiables relacionados con la edad gestacional. González, G. & colaboradores. (2009)
- **Atlas ultrasonográfico del aparato reproductor de la yegua - Validación en otras especies:** Estudios en otras especies animales como humanos y algunos animales de granja han demostrado que ciertas mediciones oculares pueden ser indicativas de la edad gestacional. Estos hallazgos sugieren que se pueden aplicar conceptos similares a los équidos, lo que proporciona una justificación para explorar las mediciones oculares en esta especie Blanchland, T. & Varner, D. (2003). Manual of Equine Reproduction

- **Potencial para identificar anomalías:** además de estimar la edad gestacional, las mediciones del globo ocular también pueden tener el potencial de identificar anomalías o problemas con el desarrollo fetal. Los cambios inusuales en el tamaño ocular pueden indicar una afección que requiere atención veterinaria. Blanchland, T. & Varner, D. (2003). Manual of Equine Reproduction
- **Manejo reproductivo preciso:** La determinación precisa de la edad gestacional es fundamental para el manejo reproductivo de los caballos. La capacidad de predecir la fecha del parto y planificar el manejo durante el embarazo puede mejorar la salud materna y fetal y el éxito reproductivo equino England, G. (2005). Fertility and Obstetrics in the Horse

Estos aspectos teóricos proporcionan un marco sólido para investigaciones que buscan utilizar la medición del globo ocular como herramienta para estimar, aplicar o comparar la edad gestacional en equinos

Herramientas diagnósticas

Para los veterinarios en la evaluación de la viabilidad fetal y placentaria, se encuentra la ultrasonografía, un método no invasivo y de fácil acceso. Su utilización puede ayudar a identificar cambios tempranos en la morfología de la placenta y evaluar la viabilidad fetal; las yeguas con gestaciones en riesgo, se debe realizar el monitoreo ultrasonográfico intensivo para la detección temprana de cambios y su respectivo tratamiento (Reina Rueda, 2022).

Planteamiento del problema

Para determinar la edad fetal se realiza dentro de los primeros 40 a 60 días de gestación por las características ecográficas del embrión en desarrollo pero después de este periodo es menos precisa, en un intento de ser más exactos a la hora de determinar la edad fetal se han utilizado varias estructuras del cuerpo fetal como el diámetro aórtico, fémur, diámetro torácico, frecuencia cardíaca y diámetro del globo ocular siendo esta última la de mayor acceso en toda la gestación y la más relacionada con la etapa gestacional, se obtiene mediante evaluaciones ultrasonográficas vía transrectal después del cuarto mes de gestación. (Dascanio & McCue, 2021)

El uso de las medidas del diámetro del globo ocular puede servir como indicador para obtener una fecha aproximada de parto lo más precisa posible para implementar medidas de manejo y mejorar la tasa de supervivencia de los potros. En varios estudios realizados se han encontrado diferencias en los patrones de desarrollo de la órbita ocular fetal dentro de las diferentes razas por sus diferentes pesos y tamaños, incluso en razas de tamaño similar, lo que demuestra que no hay unos parámetros estándar para todas las razas, una de las prácticas que se realiza en la actualidad es la extrapolación de las medidas reportadas en los diferentes estudios de yeguas de tamaños similares lo que lleva a predicciones de parto no muy precisas. (Razquin-Echeverriarza et al., 2019)

Debido a la naturaleza relativamente explosiva de un parto equino y las graves consecuencias asociadas, es necesario que se preste asistencia inmediata cuando ocurren complicaciones. Para poder proporcionar un cierto nivel de atención, es importante estar preparado y, por lo tanto, tener un conocimiento completo de la fisiología del parto así mismo de la edad gestacional como indicativo de la aproximación del parto de la yegua (Wessel, 2005)

En Colombia, no existen parámetros específicos establecidos para determinar la edad gestacional en la raza del caballo criollo colombiano. Esta falta de referencias puede

generar incertidumbre entre los profesionales al utilizar herramientas de predicción de otras razas.

Por ello, es fundamental evaluar la precisión de las actuales referencias gestacionales de la medición del globo ocular en yeguas criollas colombianas y, a partir de estos datos, impulsar nuevos estudios que permitan desarrollar estándares de medición específicos para la raza.

Justificación:

Las medidas del diámetro del globo ocular fetal es un parámetro para determinar la edad gestacional siendo un elemento esencial en el manejo de la yegua para realizar un seguimiento en todas las etapas de la gestación para asegurar un bienestar tanto de la yegua como de la cría, según los diferentes reportes es evidente la necesidad de evaluar estos parámetros en función de cada raza como por ejemplo en la yegua criolla Colombiana; esto con el fin de ser más exactos en el momento de predecir la fecha de parto y así poder brindarle una atención apropiada. (Turner et al., 2006)

Este parámetro podría ayudar a los médicos veterinarios a predecir los días antes del parto. Con la ultrasonografía transrectal se puede acceder fácilmente al globo ocular fetal desde el 5 mes de gestación hasta el final de la gestación, siendo su medición ampliamente utilizada para estimar tanto el crecimiento fetal como la edad gestacional (Lanci et al., 2019)

A pesar de la importancia de esta técnica, las investigaciones científicas sobre la aplicabilidad en caballos criollos colombianos son escasas, ya que el uso de estos parámetros se ha descrito en otras razas, las cuales se han ajustado a los algoritmos realizados y han tenido una aplicabilidad confiable, en poni shetland, Dartmoor y Welsh por su tamaño (Nogueira, D.G., et al, 2013).

No se conocen estudios en la raza del caballo criollo colombiano que comparen la edad gestacional de los fetos a través de la medición del globo ocular y comparadas con las mediciones estandarizadas para otras razas de caballos que permitan definir esta herramienta de predicción de edad como una fuente exacta o cercana. determinada por la fecha de ovulación, con las mediciones del globo ocular y sus referentes basados en otras razas. En otros estudios realizados en otros países se ha determinado diferencias en las mediciones del globo ocular con respecto a la raza y los estándares de medición encontrados. (Felipe Pires Hartwig et al., 2013)

Objetivos

Objetivo General

Comparar las medidas establecidas de referencia del globo ocular fetal para la predicción de la edad gestacional con su aplicabilidad y precisión en yeguas criollas colombianas. entre los años 2023 y 2024.

Objetivos específicos

1. Realizar las mediciones del globo ocular fetal de yeguas criollas colombianas
2. Analizar los datos obtenidos de medición del globo ocular y su relación con la edad gestacional dada por los instrumentos de referencia.
3. Establecer la relación de las mediciones del globo ocular de las yeguas criollas colombianas con la exactitud en la determinación de la edad gestacional.

Metodología

Enfoque del estudio

Estudio de tipo cuantitativo en el cual se realizó cálculo de la edad gestacional después de realizar medidas del globo ocular del ancho y largo a través de ecografía transrectal.

Tipo de estudio

Es un estudio de tipo descriptivo transversal, ya que no se realizó intervenciones o seguimientos en la población objetivo

Población

En el estudio se incluyeron 50 yeguas gestantes provenientes de pesebreras y criaderos del valle de Aburrá y el oriente antioqueño, entre los 120 y 341 días con edades que oscilan entre 3 y 15 años, con evolución de la gestación sin complicaciones evidentes y desarrollo fetal sin complicaciones, las cuales en su historia clínica se incluye la fecha de inseminación artificial, monta directa del reproductor y en el caso de transferencia de embrión la fecha de ovulación de la yegua donante. El estudio se realizó entre octubre de 2023 y octubre de 2024. La población de estudio será adicionada de acuerdo a los meses de gestación que tengan para el día de la evaluación y no se escogerán grupos o número de yeguas para cada mes de gestación.

Materiales y métodos

Las yeguas se evaluaron a través de palpación y ecografía transrectal. Inicialmente se sujetó a la yegua de una forma que sea segura para ella y para el personal en un ambiente tranquilo, para este caso se usa bretes, sueltas, y demás. Para el examen ecográfico transrectal se empleó un transductor de frecuencia de 5 a 7,5 MHz. Las ecografías se realizaron en condición de campo mediante un ecógrafo portátil. Para realizar este procedimiento las yeguas se sometieron a una restricción física de los miembros posteriores utilizando sueltas o brete en el lugar que estaba disponible. Para cada evaluación se utilizó un guante de palpación el cual era desechable para cada animal, previamente lubricado con carboximetil celulosa con adición de lidocaína buscando la relajación de la ampolla rectal y para evitar la fricción y daños en la mucosa rectal, iniciando con la evacuación de las heces de la ampolla rectal, se ingresó con el transductor evaluando el útero y el cuello uterino de cada

yegua. Para localizar el globo ocular, el transductor se deslizó de izquierda a derecha sobre el útero, comenzando a nivel del cuello uterino hasta encontrar el globo ocular fetal. Después de identificar la estructura, la imagen de la ecografía se congela para medir la órbita, se tuvo en cuenta la longitud y ancho del globo ocular, las medidas se realizaron en dirección perpendicular. Esta evaluación por ecografía se tomó una vez en cada yegua del estudio. Estas medidas fueron comparadas con los valores de referencia para la medición del globo ocular relacionado a la edad gestacional citada por otros autores



Ilustración 5, Imagen ecográfica transrectal del globo ocular a los 326 días de gestación. a = longitud de la órbita del globo ocular, b = ancho de órbita del ojo fetal (Hendricks et al., 2009)

Criterios de inclusión

Se seleccionaron animales que cumplan las siguientes características

- Yeguas de la raza criollo colombiano que cuenten con historial de su fecha exacta del servicio, fecha de ovulación o yeguas receptoras a las que se le conozca la fecha de la ovulación del embrión transferido
- Yeguas que tengan una gestación de 4 meses (120 días) en adelante
- Yeguas genéticamente puras de la raza criolla colombiana y cuyas gestaciones sean del cruce de caballo criollo colombiano por yegua criolla colombiana con registro expedido por una de las asociaciones de Fedequinas

- Yeguas que tengan una condición corporal ideal entre 5 y 7 según la escala de Hennecke de 1 a 9
- Yeguas que oscilan entre los 3 y 15 años

Criterios de exclusión

- Yeguas con lesiones evidentes en su sistema reproductivo u otro tipo de patologías (desgarros vaginales, desgarrros rectales, lesiones vulvares)
- Yeguas indóciles a la manipulación
- Yegua que no cuente con previa autorización del propietario para dicho estudio.

Variables

ID DE LA YEGUA	EDAD GESTACIONAL	RAZA	CONDICION CORPORAL	FECHA DE INSEMINACION , MONTA DIRECTA U OVULACION DE LA DONADORA DE TRANSFERENCIA	LARGO DEL GLOBO OCULAR	ANCHO DEL GLOBO OCULAR	PROMEDIO DEL GLOBO OCULAR
Yegua 1		CCC					
Yegua 2		CCC					
Yegua 3		CCC					

Tabla 1, Herramienta de recolección de datos.

En la anterior tabla se ingresarán los datos recolectados durante el estudio de cada yegua gestante, cada fila corresponderá a una yegua específica, y cada columna contendrá la información correspondiente a una de las variables medidas

Plan de análisis estadístico

El objetivo del análisis estadístico fue comparar las medidas de largo y ancho del globo ocular fetal obtenidas del presente estudio con las mediciones propuestas Smith et al. (2020)

Se determinó la correlación estadística para determinar la relación y el grado de concordancia entre ambos conjuntos de datos.

Se empleó estadística descriptiva donde se calculó la media, mediana, desviación estándar, mínimo, máximo y rango para cada conjunto de datos (largo y ancho). Se realizó representación gráfica de los datos mediante histogramas y gráfico de líneas para evaluar visualmente la distribución y relación entre los conjuntos. Luego, se evaluó la relación lineal entre las medidas de largo y ancho del globo ocular fetal entre los dos estudios. Se calculó el coeficiente de correlación de Pearson (r) para el largo del globo ocular fetal (referencia vs. campo) y el ancho del globo ocular fetal (referencia vs. campo). Adicionalmente se calculó el coeficiente de determinación (R^2) para cada relación para determinar el porcentaje de variación en el estudio de campo que puede explicarse por el estudio de referencia.

Se interpretó el coeficiente de determinación como una medida de concordancia de la siguiente manera:

- ($R^2 < 0.5$): Concordancia baja.
- ($R^2 = 0.5 - 0.8$): Concordancia moderada.
- ($R^2 > 0.8$): Concordancia alta.

Se verificaron los supuestos estadísticos de normalidad mediante la prueba de Shapiro Wilk, linealidad y homogeneidad de la varianza con la prueba de Levene.

Se utilizó el software estadístico RStudio en su versión 2023.09.01+494) y los paquetes estadísticos stats y graphics.

Presentación de Resultados

- Tabla con estadísticas descriptivas para largo y ancho en ambos estudios.

Estadísticas descriptivas

	LARGO DE ESTUDIO		LARGO DE REFERENCIA		ANCHO DE ESTUDIO		ANCHO DE REFERENCIA
Min	18.00	Min	22.00	Min	18.00	Min	17.00
1st Qu	19.00	1st Qu	25.50	1st Qu	21.50	1st Qu	21.00
Median	26.00	Median	29.00	Median	25.00	Median	26.00
Mean	24.43	Mean	28.71	Mean	24.71	Mean	24.00
3rd Qu	29.00	3rd Qu	32.00	3rd Qu	28.00	3rd Qu	27.00
Max	31.00	Max	35.00	Max	31.00	Max	29.00

Tabla 2, Estadísticas Descriptivas

Caja y bigotes de Largo del Globo Ocular de Estudio

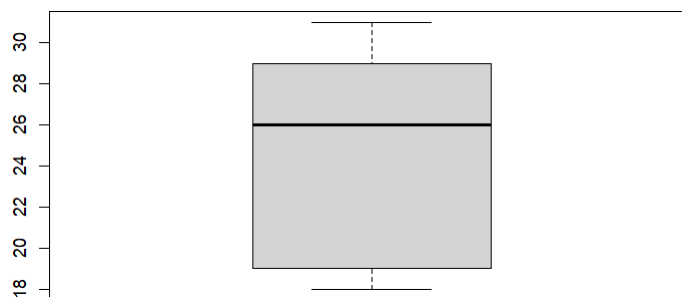


Ilustración 6, Caja y bigotes de Largo del Globo Ocular de Estudio

Caja y bigotes de Ancho del Globo Ocular de Estudio

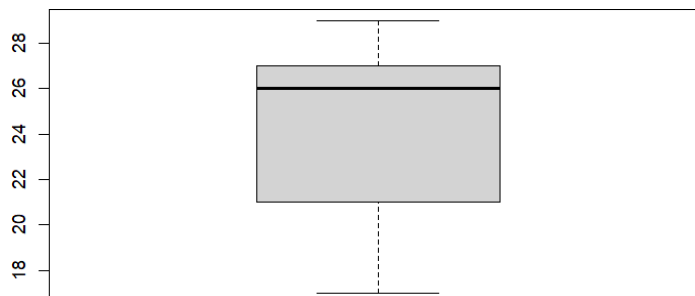


Ilustración 7, Caja y bigotes de Largo del Globo Ocular de Estudio

Gráficas de líneas

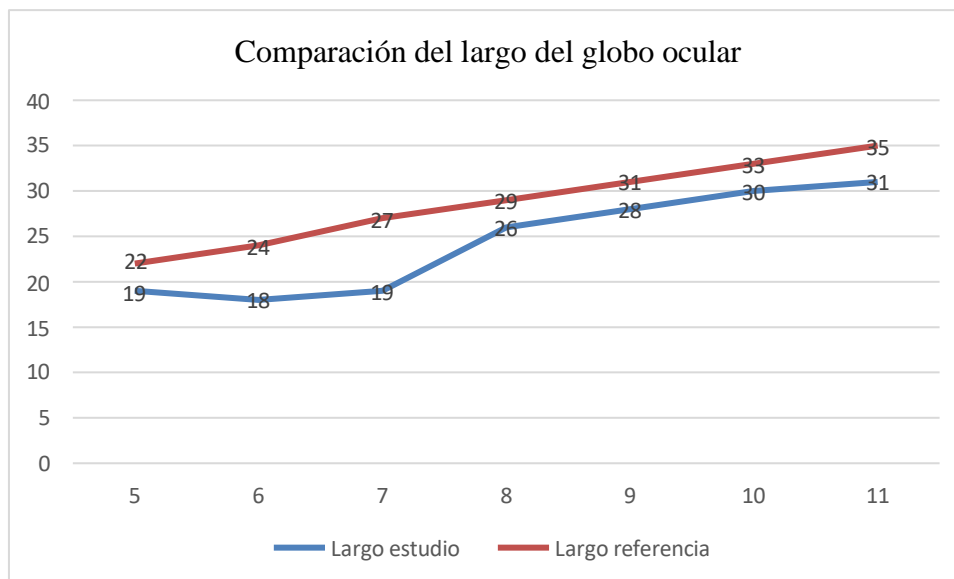


Ilustración 8, Comparación del largo del globo ocular

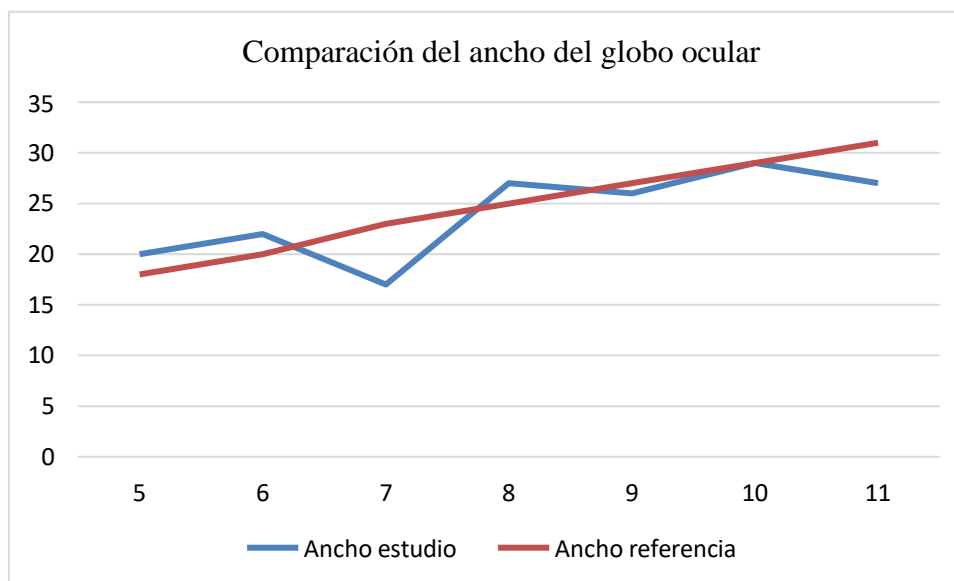


Ilustración 9, Comparación del ancho del globo ocular

- Valores del coeficiente de correlación de Pearson (r) y del coeficiente de determinación (R^2) con su respectiva interpretación.

Los resultados del coeficiente de correlación de Pearson fueron:

Variable	Resultado	Significancia estadística
Largo del globo ocular	0.946	$p < 0.05$
Largo del globo ocular (referencia)	0.997	$p < 0.05$
Ancho del globo ocular	0.772	$p < 0.05$
Ancho del globo ocular (referencia)	0.997	$p < 0.05$

Tabla 3, Resultados del coeficiente de correlación de Pearson

Los resultados del coeficiente de determinación fueron:

Variable	Resultado	Significancia estadística
Largo del globo ocular	0.875	$p < 0.05$
Largo del globo ocular (referencia)	0.995	$p < 0.05$
Ancho del globo ocular	0.513	$p < 0.05$
Ancho del globo ocular (referencia)	0.995	$p < 0.05$

Tabla 4, Resultados del coeficiente de determinación

Resultados

El coeficiente de correlación de Pearson mide la relación lineal entre dos variables. Los valores obtenidos indican:

Resultados del Coeficiente de Correlación de Pearson:

1. Largo del globo ocular:

- Campo: ($r = 0.946$) ($p < 0.05$)
- Existe una correlación positiva muy fuerte entre los valores de largo obtenidos en el estudio de campo y el estudio de referencia.
- Referencia: ($r = 0.997$) ($p < 0.05$)
- Correlación casi perfecta dentro del estudio de referencia, lo que indica una alta consistencia en sus mediciones.

2. Ancho del globo ocular:

- Campo: ($r = 0.772$) ($p < 0.05$)
- Existe una correlación positiva fuerte entre los valores de ancho obtenidos en el estudio de campo y el estudio de referencia.
- Referencia: ($r = 0.997$) ($p < 0.05$)
- Correlación casi perfecta dentro del estudio de referencia, mostrando alta confiabilidad en estas mediciones.

Resultados del Coeficiente de Determinación (R^2):

El coeficiente de determinación (R^2) mide la proporción de variación en la variable dependiente que es explicada por la variable independiente.

1. Largo del globo ocular:

- Campo: ($R^2 = 0.875$) ($p < 0.05$)
- El 87.5% de la variación en las medidas del largo en el estudio de campo es explicada por los valores del estudio de referencia. Esto sugiere una excelente concordancia entre ambos.
- Referencia: ($R^2 = 0.995$) ($p < 0.05$)
- El 99.5% de la variación está explicada, indicando una consistencia casi total dentro del estudio de referencia.

2. Ancho del globo ocular:

- Campo: ($R^2 = 0.513$) ($p < 0.05$)
- El 51.3% de la variación en las medidas del ancho en el estudio de campo es explicada por los valores del estudio de referencia. Aunque moderada, esta concordancia es menor en comparación con el largo.
- Referencia: ($R^2 = 0.995$) ($p < 0.05$)
- El 99.5% de la variación está explicada, lo que refleja alta confiabilidad en el ancho medido dentro del estudio de referencia.

Análisis General de Resultados

Largo del globo ocular

- La relación entre los estudios es fuerte y consistente, con correlaciones muy altas ($r = 0.946$) y ($r = 0.997$).
- Esto se refleja en valores altos de (R^2), mostrando que los datos del estudio de campo son altamente representativos del estudio de referencia.

Ancho del globo ocular

- Aunque la correlación entre los estudios sigue siendo positiva y significativa ($r = 0.772$), la proporción de variación explicada es moderada ($R^2 = 0.513$).
- Esto podría deberse a variaciones metodológicas, de muestreo, o de condiciones específicas del estudio de campo

Conclusión

- Los resultados respaldan una alta concordancia para el largo del globo ocular entre el estudio de campo y el de referencia.
- Para el ancho del globo ocular, aunque hay una correlación positiva significativa, la concordancia es menor, lo que sugiere que podría requerirse mayor control de las variables ambientales o técnicas de medición en el estudio de campo.

Tabla de datos recolectados

Id de la yegua	Id de la yegua	Lugar	Edad gestacional	Raza	Condicion corporal	Largo del globo ocular (mm)	Ancho del globo ocular (mm)	Promedio largo del globo ocular	Promedio ancho del globo ocular
Receptora 29	Yegua 1		5 meses	CCC		18	17	19	20
Receptora 30	Yegua 2	Alejandro	5 meses	CCC		19	22		
Receptora 39	Yegua 3	Alejandro	6 meses	CCC		18	22	18	22
Receptora 64	Yegua 4	Llano grande	7 meses	CCC	6	19	17	19	17
Milagrosa	Yegua 5	Llano grande	8 meses	CCC	7	26	29	26	27
Andaluza	Yegua 6	Copacabana	8 meses	CCC	6	21	28		
Reina de corazones	Yegua 7	Llano grande	8 meses	CCC	7	29	25		
Serenata	Yegua 8	Caldas	8 meses	CCC	7	26	27		
Apola	Yegua 9	Amaga	9 meses	CCC	6	32	29	28	26
Prodigiosa	Yegua 10	Amaga	9 meses	CCC	6	26	22		
Siluetica	Yegua 11	Copacabana	9 meses	CCC	6	28	28		
Aquarela	Yegua 12	Copacabana	9 meses	CCC	7	29	27		
Rosa linda	Yegua 13	Copacabana	9 meses	CCC	7	29	20		
Celeste	Yegua 14	Caldas	9 meses	CCC	7	26	30		
Adonay	Yegua 15	Amaga	10 meses	CCC	6	30	26		
Alma	Yegua 16	Amaga	10 meses	CCC	7	31	28		
Acrobata	Yegua 17	Amaga	10 meses	CCC	6	31	28	30	29
Dalia	Yegua 18	Copacabana	10 meses	CCC	6	31	31		
Araucaria	Yegua 19	Tititibi	10 meses	CCC	6	35	32		
Dama	Yegua 20	Copacabana	10 meses	CCC	6	35	31		
Alma	Yegua 21	Amaga	10 meses	CCC	7	31	26		
Albina	Yegua 22	Copacabana	10 meses	CCC	7	28	27		
Lucero	Yegua 23	Fredonia	10 meses	CCC	6	31	29		
Dinastia	Yegua 24	Fredonia	10 meses	CCC	6	35	29		
Bulgaria	Yegua 25	Amaga	10 meses	CCC	6	30	20		
Pandora	Yegua 26	Amaga	10 meses	CCC	7	30	26		
Kirpa	Yegua 27	Amaga	10 meses	CCC	7	32	27		
Martina	Yegua 28	Amaga	10 meses	CCC	7	32	28		
Receptora 19	Yegua 29	Llano grande	10 meses	CCC	6	31	28		
Receptora 58	Yegua 30	Llano grande	10 meses	CCC	6	31	26		
Receptora 13	Yegua 31	Llano grande	10 meses	CCC	6	29	31		
Receptora 89	Yegua 32	Llano grande	10 meses	CCC	6	27	31		
Receptora 26	Yegua 33	Llano grande	10 meses	CCC	6	30	34		
Canela	Yegua 34	Amaga	10 meses	CCC	7	27	32		
Odisea	Yegua 35	Fredonia	10 meses	CCC	6	25	31		
Fabulosa	Yegua 36	Fredonia	10 meses	CCC	7	29	31		
Receptora 12	Yegua 37	Fredonia	10 meses	CCC	7	28	33		
Lala	Yegua 38	Fredonia	10 meses	CCC	7	29	32		
Receptora 33	Yegua 39	Amaga	11 meses	CCC	7	41	34	31	27
Deuda de colores	Yegua 40	Amaga	11 meses	CCC	6	30	26		
Kabuky	Yegua 41	Amaga	11 meses	CCC	6	30	20		
Celeste	Yegua 42	Tititibi	11 meses	CCC	6	31	28		
Dama	Yegua 43	Copacabana	11 meses	CCC	6	35	32		
Bulgary	Yegua 44	Amaga	11 meses	CCC	7	30	20		
Medusa	Yegua 45	Amaga	11 meses	CCC	6	28	35		
Sahara	Yegua 46	Amaga	11 meses	CCC	7	28	32		
Receptora 15	Yegua 47	Llano grande	11 meses	CCC	6	35	23		
Carabinera	Yegua 48	Copacabana	11 meses	CCC	7	25	29		
Bailarina	Yegua 49	Copacabana	11 meses	CCC	7	30	22		
Elegida de la provincia	Yegua 50	Llano grande	11 meses	CCC	7	30	24		

Tabla 5, Datos recolectados

Discusión

Los resultados de este estudio destacan la importancia de desarrollar parámetros específicos para estimar la edad gestacional en yeguas criollas colombianas, dado que las referencias utilizadas en otras razas no se ajustan completamente a las características de esta población.

Esto es consistente con investigaciones previas que subrayan la variabilidad entre razas en el crecimiento y desarrollo fetal, particularmente en estructuras medibles como el globo ocular (Razquin Echeverriarza et al 2019).

Estudios previos han señalado la utilidad del diámetro del globo ocular como indicador de la edad gestacional en caballos (Renaudin et al 2000). Sin embargo, las diferencias anatómicas entre razas limitan la aplicabilidad universal de estos parámetros. En nuestro estudio, a partir del sexto mes de gestación, las discrepancias con los valores de referencia fueron particularmente notables, alcanzando diferencias de hasta 4.5 mm en algunos casos, lo que podría atribuirse a factores específicos de la raza criolla colombiana, como su tamaño promedio y características fisiológicas únicas (Razquin Echeverriarza et al , 2019; Dascanio & McCue, 2021).

La ecografía transrectal demostró ser una herramienta eficaz para obtener mediciones oculares precisas, incluso en condiciones de campo. Esta técnica, ampliamente validada en otros estudios, ha mostrado ser no invasiva y fiable para el monitoreo de la gestación y el desarrollo fetal (González et al, 2009; Reina Rueda, 2022). Sin embargo, nuestras observaciones indican que, aunque la correlación para las medidas de largo del globo ocular fue alta ($r = 0.946$), la concordancia fue moderada para las medidas de ancho ($R^2 = 0.513$).

Esto sugiere que factores metodológicos o ambientales pudieron influir en las mediciones, subrayando la importancia de optimizar las técnicas y condiciones de evaluación.

Además, la necesidad de contar con referencias específicas es fundamental no solo para mejorar la precisión en la predicción del parto, sino también para implementar medidas preventivas en casos de posibles complicaciones fetales. Estudios en otras razas han demostrado que el establecimiento de parámetros específicos puede reducir riesgos durante el parto y mejorar la tasa de supervivencia de los potros (Lanci et al, 2019; Magdesian et al, 2014).

Conclusiones

Este estudio respalda la importancia de continuar investigando para establecer estándares específicos que reflejen las características de la raza criolla colombiana, contribuyendo así al manejo reproductivo eficiente y a la preservación de esta raza emblemática.

Las diferencias encontradas en las mediciones del globo ocular sugieren que es necesario realizar estudios adicionales para establecer estándares de medición que permitan una predicción más precisa de la edad gestacional en yeguas criollas colombianas. Esto mejoraría el manejo reproductivo y la preparación para el parto, contribuyendo a la reducción de complicaciones y al aumento de la tasa de supervivencia de los potros en esta Raza

Se considera el largo como una medida más precisa para la determinación de la edad gestacional a diferencia del ancho que tiene más variaciones y no fue tan exacta

Referencias

"Ultrasonographic evaluation of fetal parameters as predictors of foaling date in Thoroughbred mares." *Theriogenology*, 2018. Renaudin, C. D., Wensley, F. M., Morgan, J. M., Cassano, J. M., & Spriet, M. (2023).

A regression model including fetal orbit measurements to predict parturition in Standardbred mares with normal pregnancy. *Theriogenology*, 126, 153–158. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.12.020> Razquin-Echeverriarza, P., McCue, P. M., Cappella-Flores, P., Vargas-Leitón, B., & Estrada-König, S. (2019).

Abril Páramo, A. F., & Barragán Sepúlveda, A. C. (2024). Manejo Reproductivo de Equinos en un Criadero de la Sabana de Bogotá.

Camacho, J. H. (2018). Avances de la Investigación Sobre Producción Animal y Seguridad Alimentaria en México (Doctoral dissertation, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo).

Colomer Sacristán, M. (2023). Parto en yeguas

Comparison of Foaling Prediction Technologies in Periparturient Standardbred Mares. *Journal of Equine Veterinary Science*, 77, 86–92 Dascanio, J., & McCue, P. (2021).

Cortes Gaspar, M. (2020). Anomalías anatómicas y fisiológicas que afectan la fertilidad de la yegua.

Cunningham Aranguren, J., Luño Lázaro, V., & Arrondo Navarrete, P. (2022). Aborto infeccioso equino por herpesvirus: análisis de un brote (Tesis).

De la Cruz, L. P. T., & Menéndez, J. A. S. (2024). Descripción de parámetros ecográficos del ciclo estral en yeguas peruanas jóvenes y adultas en el criadero María Luisa, El Tejar, Chimaltenango: Description of ultrasound parameters of the estrous cycle in young and adult peruvian mares at the María Luisa breeding farm, El Tejar, Chimaltenango. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*.

Determining the Gestational Age of Crioulo Mares Based on a Fetal Ocular Measure. *Journal of Equine Veterinary Science*, 33(7), 557–560

Equine Reproductive Procedures. John Wiley & Sons. Wessel, M. (2005).

Evaluación del feto y de la placenta en la yegua. *IVIS Recent Advances in Equine Reproduction*. International Veterinary Information Service. Gray, C.D., et al. "Ultrasonographic Fetal Eye Measurements as Predictors of Gestational Age in Thoroughbred Mares." *Journal of Equine Veterinary Science*, 2019. Allen, S.L., et al. "Ultrasonographic fetal eye measurements and fetal-placental ratios as predictors of gestational age in warmblood mares." *Theriogenology*, 2020. Nogueira, D.G., et al. "Ultrasonographic assessment of fetal eye measurements in pregnant pony mares." *Animal Reproduction Science*, 2013

Evaluación ultrasonográfica de la frecuencia cardíaca del feto en yeguas criollas colombianas. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 5. Troedsson, M., & Sage, A. M. (2001).

Fetal ultrasonography of the distal limb: a new tool to assess equine fetal age and bone development. *Journal of Equine Veterinary Science*, 125, 104781–104781. Diel de Amorim, M., Montanholi, Y., Morrison, M., Lopez Rodriguez, M., & Card, C. (2019).

- Galíndez, J. M., Aguilar, J., & Santa Juliana, L. M. (2019). Monitoreo de partos en yeguas pura sangre de carrera y de potrillos en las primeras semanas de vida (Ab Intus).
- Garay Drittanti, M, Ambrosius, B & Perkins, G. (2023). Distocia por ruptura de tendón prepúbico y músculos abdominales en yegua silla argentino (Tesis).
- Hidalgo, G., & Salvador, C. (2019). Libro digital en Reproducción Animal de los animales domésticos con la participación de estudiantes y la vinculación internacional de académicos en la generación de material para la enseñanza.
- Iovenitti Maggi P. N., Cortez, J. M.; Moscuza, H. & Tambella, V. (2020). Patologías macroscópicas de mayor presentación en vagina y periné en yeguas SPC (Sangre Pura de Carrera)
- König, S. (2019). Medición ecográfica de la longitud del cuerpo vítreo fetal equino para predecir los días hasta el parto en caballos Pura Raza Española. (2019). *Ciencias Veterinarias*, 37 (2), 1-10.
- León Casas, L., & Miana Mena, F. J. (2022). Aspectos principales del manejo reproductivo de la yegua (Tesis).
- Magdesian, E., et al. "Ultrasonographic assessment of fetal orbital diameter and aorta diameter in pregnant mares as indicators of gestational age and prediction of foaling date." *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 2014. Hulsey, C., et al.
- Marqués de Campos, M. J. (2023). Contribución del Power Doppler para predecir la funcionalidad endocrina ovárica en yeguas Pura Raza Española (Tesis).

- Medición ultrasonográfica del largo del cuerpo vítreo fetal equino para predecir los días para el parto en caballos Pura Raza Española. *Ciencias veterinarias (Heredia, Costa Rica)*, 37(2), 1–10. <https://doi.org/10.15359/rcv.37-2.1> Vega, F. E. (2012).
- Medidas ultrasonográficas del espesor conjunto de la unión uteroplacentaria en yeguas criollas colombianas. *Acta Agronómica*, 62(2), 148-154. Lanci, A., Castagnetti, C., Ranciati, S., Sergio, C., & Mariella, J. (2019).
- Mejía Lamilla, A. S. (2018). Revisión de las investigaciones de caballo criollo colombiano durante los últimos 10 años para nuevas exploraciones (Estudio de caso)
- Muruzabal, T. (2019). Tasas de Ovulaciones: mellizos y malaxado en yeguas Raza Silla Argentino (Tesis).
- Nicholle A. Díaz, Manuel A. Olaya, Paola F. Cruz, Cristian N. Bernal. (2024). Estudio de prevalencia de las patologías con resolución quirúrgica más comunes en una clínica veterinaria de grandes animales enfocado en el caballo criollo colombiano (Tesis).
- Parrado Soler, A. C., & Fandiño Gomez, J. A. (2019). Fotoperíodo y dinámica folicular en yeguas.
- Pérez Anzúrez, G. (2019). Caracterización de la dinámica ovárica, tiempo de ovulación y fertilidad en yeguas inseminadas.
- Razquin Echeverriarza,P. McCue,P, Cappella Flores,P. & Vargas Leitón,B. Estrada

- Reina Rueda, K. J. (2022). Variación de las concentraciones séricas de alfa-fetoproteína en yeguas criollas colombianas durante el último tercio de la gestación (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia).
- Renaudin, CD, Kass, PH, & Bruyas, J.-F. (2022). Predicción de la edad gestacional basada en el feto mediciones biométricas ultrasonográficas en raza ligera caballos. *Reproducción en animales domésticos* Vega Díaz, F. E. (2013).
- Rodríguez Uribe, A. J. (2022). Dinámica folicular en yeguas de la región tropical Staging and Prediction of Parturition in the Mare. *Clinical Techniques in Equine Practice*, 4(3), 219–227. Felipe Pires Hartwig, Antunez, L., Stauffert, R., Fernando Paixão Lisboa, Machado, F., Eduardo, C., & Bruna. (2013).
- Tscherig, B. B. (2019). *Gestación y causas de aborto en equinos* (Doctoral dissertation).
- Yáñez-Ortiz, I., catalán, J., Dordas-Perpinyà, M., & Miró, J. (2021). Ultrasonographic measurements to estimate the gestation age in the Catalan donkey.
- Zimri, C. V., Carlos, A. F., Melba, R. D., Fabiola, R. B., Marco, L. C., & Gilberto, F. F. (2018). Revisión: El Ciclo Reproductivo de la Yegua (*Abanico Veterinario*).