

Valoración cardíaca mediante electrocardiografía y ecocardiografía de Caballos

Criollo Colombiano pacientes de la Clínica Veterinaria Lasallista

Trabajo de grado para optar el título de Médico Veterinario

Mariana Vélez Mejía

Asesora

Silvia Posada Arias

MSc. Médica Veterinaria

Corporación Universitaria Lasallista

Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias

Medicina Veterinaria

Caldas, Antioquia

2014

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	6
1. JUSTIFICACIÓN.....	9
2. OBJETIVOS.....	11
2.1. Objetivo general.....	11
2.2. Objetivos Específicos	11
3. MARCO TEÓRICO.....	12
4. MATERIALES Y MÉTODOS	16
4.1. Animales	16
4.2. Ecocardiografía.....	16
4.3. Análisis de la información	17
5. RESULTADOS.....	19
5.1. Caballos entre 1-5 años.....	20
5.3. Caballos entre 6-10 años.....	22
5.4. Caballos de 11 años en adelante	24

5.5. Caballos de < 300 Kg de peso	25
5.6. Caballos de ≥ 300 Kg de peso	27
5.7. Correlación entre el peso y la fracción de acortamiento y eyección.....	30
5.8. Correlación entre la edad y la fracción de acortamiento y eyección	31
6. DISCUSIÓN.....	33
7. CONCLUSIONES.....	38
8. AGRADECIMIENTOS.....	39
9. BIBLIOGRAFIA	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Imagen ecocardiográfica en Modo M, ventana paraesternal derecho en eje corto. 19

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue describir las características cuantitativas de ecocardiografías realizadas en caballos Criollo Colombiano hospitalizados en la Clínica Veterinaria Lasallista, en reposo previo a su alta hospitalaria. Se muestrearon 60 Caballos Criollos Colombianos de cualquier sexo, edad y peso. Las ecocardiografías se realizaron en Modo M, estas se tomaron a nivel del 4° espacio intercostal en la ventana paraesternal derecha. Para el análisis de los datos se hicieron grupos según la edad y el peso. Se encontró que las variables ecocardiografías del CCC tenían valores similares a los encontrados en otras razas; también se analizó la correlación existente entre las variables y el peso, y se halló una correlación muy fuerte.

ABSTRACT

The aim of this study was to describe the quantitative ecocardiographic values of Colombian Creole horses presented to the Lasallista Veterinary Clinic, with previous rest after their discharge from it. Ecocardiography was performed on 60 CCC horses of various ages, sex and weight. The procedure was made with M-mode, at the fourth intercostal space of the right paraesternal window. Data were analysed using groups of age and weight. There was found similar values with other breeds and a strong correlation between the dimensional values and the weight.

Palabras clave: Ecocardiografía, Modo M, Cardiología, Caballo Criollo Colombiano, Equino.

Key words: Echocardiography, M Mode; Cardiology, Colombian Creole Horse, Equine.

La ecocardiografía es considerada una de las herramientas de mayor valor diagnóstico en la evaluación de la anatomía y la función cardíaca (Al-Haidar et al., 2013), pues permite visualizar, de una forma no invasiva, aspectos como el grosor de las válvulas cardíacas, el espesor del tabique interventricular, el diámetro de la aorta y arteria pulmonar, además de la posibilidad de medir el tamaño y dimensiones de las cavidades cardíacas, es decir aurículas y ventrículos. (Bonaguara & Reef 2004; Rovira-Cardete, Juzgado & Hernandez, 2008); además, la ecocardiografía es un procedimiento que no posee únicamente valor cualitativo (valoración subjetiva de la contractilidad y anatomía cardíaca), sino principalmente cuantitativo a través de la medición de estructuras, como las anteriormente mencionadas, y la evaluación del desempeño atlético mediante la medición de intervalos sistólicos, fracción de acortamiento y fracción de eyección (Lightowler, Pidal & Cattáneo, 2001). Con este método diagnóstico es posible entender de una mejor manera la fisiología normal del corazón equino, y así diagnosticar con mayor precisión las diferentes formas de enfermedad cardíaca (Marr & Patterson, 2010; Rovira-Cardete et al., 2008). Por esto es importante establecer valores de referencia que permitan valorar las modificaciones en respuesta a las diferentes patologías (Rovira-Cardete et al., 2008).

A pesar de haber sido superada por la ecocardiografía bidimensional y el Doppler, la ecocardiografía en modo M ofrece una ayuda adicional y en varias ocasiones esencial. Debido a las características del haz de ultrasonido de este modo, se facilita la visualización

de la movilidad de las diferentes zonas del corazón (García, Zamorano y García, s.f).. Además de la medición de las paredes y cavidades ventriculares, permitiendo la valoración de la fracción de acortamiento y de eyección.

En la medicina equina, dada la importancia que supone la valoración de la capacidad deportiva del caballo y el alto valor que en ocasiones adquieren estos animales, la ecocardiografía ha supuesto un gran avance en el apoyo diagnóstico para el médico veterinario. Sin embargo en Colombia no es frecuente la utilización de este método en la clínica veterinaria equina, quizás debido a que no hay estudios de acercamiento a las características normales del corazón del caballo Criollo Colombiano mediante ecocardiografía.

El objetivo del presente estudio fue describir las características cuantitativas de ecocardiografías realizadas en caballos Criollo Colombiano hospitalizados en la Clínica Veterinaria Lasallista, en reposo previo a su alta hospitalaria.

1. JUSTIFICACIÓN

Los caballos criollos colombianos son equinos autóctonos descendientes, en parte, de los caballos traídos por los conquistadores españoles. Se utilizan principalmente como animales de campo y de exhibición por sus vistosos y particulares pasos, siendo actualmente la raza equina más importante en el país. El tipo de esfuerzo que realiza este animal es totalmente distinto al caso de caballos de carreras, endurance o polo; razas en las cuales se han utilizado estas importantes ayudas diagnósticas para evaluar posibles inadaptaciones al ejercicio. Esto es debido a que las lesiones cardíacas en los caballos no se manifiesten de una manera tan habitual como las pequeñas especies. Sin embargo, aunque la frecuencia de cardiopatías no sea tan común en medicina equina, existen numerosas e importantes lesiones que es necesario diagnosticar correctamente, además de valorar adecuadamente su importancia clínica, pues en ocasiones se manifiestan trastornos que no revisten gravedad ni influencia en la actividad diaria del animal o en la capacidad deportiva del caballo atleta. Sin embargo los diferentes métodos de exploración utilizados en medicina equina para el diagnóstico de las enfermedades cardíacas, como son la auscultación y el registro de los sonidos mediante fonocardiografía, nos aportan solo parte de la información de lo que ocurre en el músculo cardíaco (Bonaguara & Reef 2004).

La bibliografía sobre el uso de ayudas diagnósticas del sistema cardiovascular es escasa comparada con otras especies animales, esto es resultado directo de las limitaciones

debidas al tamaño del paciente, dificultades de desplazamiento a centros de referencia, costos y aspectos culturales. No obstante puede obtenerse información bastante útil con la ayuda del electrocardiograma y la ecocardiografía. (Bonaguara & Reef 2004).

La ecocardiografía por su parte ofrece la posibilidad de visualizar, de una forma no invasiva, el funcionamiento de la actividad cardiaca y de las estructuras internas de corazón, como son el funcionamiento y grosor de las válvulas cardiacas, el espesor del tabique interventricular, el diámetro de la aorta y arteria pulmonar, además de la posibilidad de medir el tamaño y dimensiones de las cavidades cardiacas, es decir aurículas y ventrículos. Sin lugar a dudas la ecocardiografía ha supuesto un gran avance no sólo en el diagnóstico de numerosas lesiones cardiacas, sino también en la valoración del funcionamiento del corazón (Bonaguara & Reef 2004).

En la medicina equina, dada la importancia que supone la valoración de la capacidad deportiva del caballo y el alto valor que en ocasiones adquieren estos animales, la ecocardiografía ha supuesto un gran avance en el apoyo diagnóstico para el Médico Veterinario. Sin embargo en Colombia no es frecuente la utilización de este método en la clínica veterinaria equina, quizás debido a que no hay estudios de caracterización de los parámetros ecocardiográficos en Caballos Criollos Colombianos, hecho que nos hace plantearnos la necesidad de emitir un documento científico que sirva de base para iniciar la investigación en lo que a cardiología equina se refiere.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Describir las características ecocardiográficas en caballos Criollos Colombianos hospitalizados en la Clínica Veterinaria Lasallista, en reposo previo a su alta hospitalaria.

2.2. Objetivos Específicos

- Describir las características ecocardiográficas por rangos de edad y de peso de los caballos Criollos Colombianos hospitalizados en la Clínica Veterinaria Lasallista, en reposo previo a su alta hospitalaria.
- Determinar las medidas anatómicas del corazón por rangos de edad.
- Determinar las medidas anatómicas del corazón por rangos de peso.
- Establecer correlación existente entre la fracción de eyección y de acortamiento y el peso de cada caballo.

3. MARCO TEÓRICO

La ecocardiografía es una herramienta no invasiva de gran utilidad para visualizar el corazón y otras estructuras intratorácicas. De la misma forma, es un componente esencial en la práctica del cardiólogo veterinario. Su utilidad radica en que basado en su utilización es posible diagnosticar una gran variedad de patologías cardiacas (Diniz, 2008).

La primera aplicación de la ecocardiografía en equinos fue desarrollada en la década de 1970. Utilizando el ecocardiógrafo en modo M, donde se estudiaron las dimensiones cardiacas en potros, ponies y diferentes razas equinas, sumado al diagnostico de una variedad de enfermedades cardiacas. El modo M también se utilizó para determinar el tamaño del corazón y función de equinos atletas, labor que todavía se continúa hoy en día. El desarrollo del ecógrafo bidimensional en tiempo real, en caballos ocurrió en la década de 1980 y continúa en expansión. La habilidad de acceder en dirección a la corriente sanguínea se logro inicialmente con ecocardiografía de contraste, inicialmente usando el modo M, y subsecuentemente el bidimensional (Diniz, 2008).

Antes del desarrollo y la difusión del ecocardiografía Doppler la habilidad para acceder a la velocidad de la corriente sanguínea, a la turbulencia y a la dirección fue posteriormente desarrollada en caballos a finales de los 80 y comienzo de los 90 con el uso

de una onda de pulso, una onda continua y una ecocardiografía Doppler con flujo de color (Marr & Patterson, 2010).

Los exámenes ecocardiograficos en caballos son importantes porque los murmullos fisiológicos son comúnmente auscultados y pueden ser difíciles de distinguir de aquellos murmullos de regurgitación valvular. También, las funciones cardiacas anormales pueden ser detectadas ecocardiograficamente en caballos sin murmullos significativos. La ecocardiografía debería ser parte de un estudio completo en animales que presenten un mal desempeño físico, porque una función cardiaca normal es vital para obtener un desarrollo atlético superior (Marr & Patterson, 2010).

Las diferentes técnicas de exploración ecográfica del corazón se basan en los principios básicos de la emisión de sonidos por una sonda o transductor, de 2.5 MHz a 3.5 MHz, normalmente en los caballos adultos, y el registro de sus diferentes ecos en un ecocardiografo, que en función de las diferentes densidades del órgano o estructura explorada describen una imagen característica (Bonaguara & Reef 2004).

La ecocardiografía unidimensional en tiempo real (modo M) nos aporta una imagen unidimensional de la actividad cardiaca, donde las estructuras internas se reflejan por las ondas características que provocan pudiendo identificar y medir algunas estructuras como la pared cardiaca y la pared valvular, evaluando asimismo las cavidades cardiacas y el funcionamiento valvular. Aunque la aparición de técnicas más modernas, como la ecografía bidimensional y el Doppler, han revolucionado el diagnostico por imagen en cardiología, la ecocardiografía unidimensional en tiempo real aún se realiza como técnica complementaria

de la técnica bidimensional o el Doppler de onda de pulso o Doppler color de flujo (Reef 1998).

Otra técnica posterior, es la ecocardiografía en dos dimensiones en tiempo real (modo bidimensional), donde la anatomía cardiaca es fácil de identificar, aunque en algunas imágenes, la cantidad de estructura que se observan en los diferentes planos, requiere un conocimiento profundo de la anatomía cardiaca. Según la colocación de la sonda, podemos obtener unas imágenes del corazón en su eje longitudinal o en su eje axial, variando según vamos desplazando la sonda en sentido craneal y dorsal, para obtener una exploración de todas las estructuras internas, desde el ápex o vértice hacia la base del corazón (Reef 1998).

Sin embargo, la visualización del flujo sanguíneo, utilizando técnicas de contraste, no se realizó hasta el empleo del Doppler. La utilización de modernas técnicas ecocardiográficas como el Doppler espectral y el Doppler color de flujo permiten una localización mucho más precisa de la lesión cardiaca, por medio de la localización mucho más precisa de la lesión cardiaca, por medio de la localización de la alteración del flujo sanguíneo y las evaluaciones de las diferentes regurgitaciones, aportando información asimismo sobre la velocidad de eyección o regurgitación, así como de las diferentes presiones entre las cámaras cardiacas, el Doppler color de flujo se basa en la codificación, indiferentes colores, de los ecos de los glóbulos rojos (basados en cambios en la frecuencia), producidos como respuesta a las ondas emitidas por la sonda ecocardiográfica, de tal manera que se codifica en color azul el flujo que se aleja de la sonda, y en color rojo el flujo sanguíneo que se acerca hacia la sonda, permitiendo con esta codificación, calcular

de una manera no invasiva, parámetros como el output cardiaco, así como la dimensión, tamaño y funcionalidad del corazón, lo que supone un avance tanto en el diagnóstico y pronóstico de diferentes enfermedades cardiacas, como en la valoración del caballo deportivo (Reef 1998).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Animales

Se muestrearon 60 caballos Criollo Colombiano que estuvieron hospitalizados en la Clínica Veterinaria Lasallista con alta médica que evidenciara su buen estado de salud, no importando el campo etario, en estado de reposo.

Los animales se dividieron en tres grupos etareos a saber: 1 a 5 años, 6 a 10 años y mayores de 11 años y para efectos de la estadística se dividieron en grupos según los pesos entre menores de 300 kilogramos y mayores de 300kilogramos.

4.2. Ecocardiografía

Antes de realizar la ecografía, los caballos fueron sometidos a un examen clínico general para asegurar su buen estado de salud con énfasis en el sistema cardiovascular (presencia de tono y ritmo cardiaco normales, frecuencia cardiaca en reposo normal según las características fisiológicas del animal), ambos procedimientos fueron realizados con el animal en reposo y por parte de los investigadores. Ningún animal fue sedado durante el examen ecocardiográfico.

Se utilizó el ecógrafo doppler (Pie Medical MyLab 30 Gold®) con software cardiológico, con un transductor convexo para cardiología equina, con una frecuencia de 2,5 MHz y una profundidad de 25 centímetros. El examen se realizó en modo M, eje corto, a nivel de la ventana para esternal derecha (cuarto espacio intercostal), debajo del músculo tríceps braquial, llevando el miembro hacia craneal.

Una vez ubicada el área a abordar, se utilizó agua tibia para humedecer el área sin rasurar, y abundante gel para ultrasonografía en el transductor; se ubicaron estructuras como ventrículo izquierdo, septo interventricular y ventrículo derecho. De ello se obtuvo: DVDd (diámetro del ventrículo derecho en diástole), SIVd (septo interventricular en diástole), DVIId (diámetro del ventrículo izquierdo en diástole), PPd/BL (borde libre en diástole), SVIs (septo interventricular en sístole), DVIs (diámetro del ventrículo izquierdo en diástole), PPs/BL (borde libre en sístole), FE (fracción de eyección), FA (fracción de acortamiento) y MVI (masa del ventrículo izquierdo).

4.3. Análisis de la información

El procesamiento de la información recolectada por los investigadores, se llevó a una base de datos en Excel, que se analizó con el programa SPSS versión 21.

Se analizaron de manera independiente las variables del estudio y de ellas se obtuvieron medidas de tendencia central (media y mediana), de dispersión (desviación estándar y rango intercuartil) y de posición (percentiles 25 y 75).

Posteriormente se hizo un análisis de correlación entre las variables fracción de acortamiento y fracción de eyección con el peso de los animales.

Se asumió significancia estadística si el valor de p fue menor de 0.05

5. RESULTADOS

Se realizaron 60 ecocardiografías en la ventana paraesternal derecha en el cuarto espacio intercostal, debajo del músculo tríceps braquial, en modo M y se realizaron las mediciones de los datos presentados en la metodología. Un ejemplo de las ecocardiografías realizadas se presenta en la Figura 1.

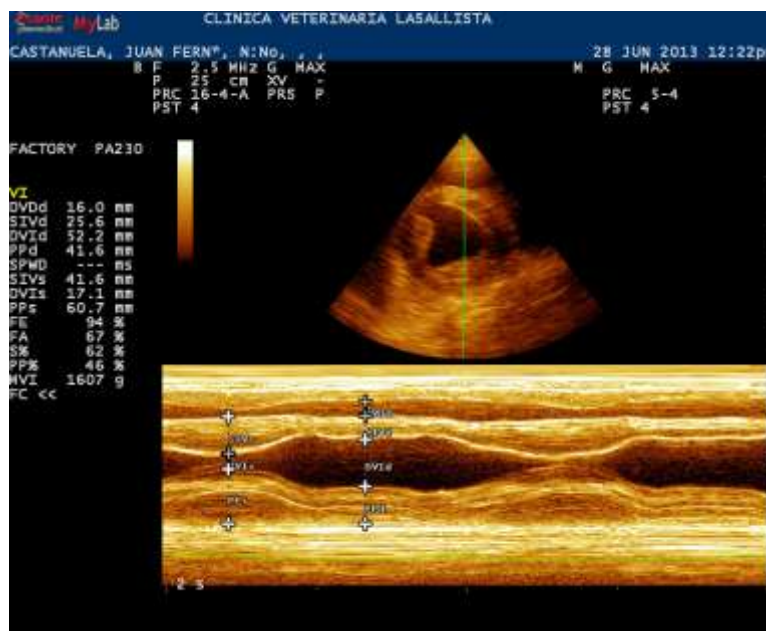


Figura 1 Imagen ecocardiográfica en Modo M, ventana paraesternal derecho en eje corto.

Para el análisis de los datos, los caballos fueron agrupados en 3 rangos de edad y 2 rangos de peso. Para cada uno de estos rangos se presenta la estadística descriptiva de cada una de las variables de estudio. Se efectuó un test de normalidad de Shapiro Wilk y para

aquellas variables que se comportaron de manera normal, se analizó la media y la desviación estándar; para las que no tuvieron distribución normal se analizó la mediana y los percentiles.

5.1. Caballos entre 1-5 años

Diámetro del ventrículo derecho en diástole: media: 19,719 mm; desviación estándar (D.E): 7.3873mm.

Septo interventricular en diástole: media: 22,543 mm; D.E: 4,89mm.

Diámetro del ventrículo izquierdo en diástole: mediana: 18,400; P.5: 59.040 mm o el 5% de los animales tuvieron un DVID < de 59.040 mm; P.10: 63,520 o el 10% de los animales tuvieron un DVID < de 63,520 mm; P.25: 67.100 mm o el 25% de los animales tuvieron un DVID < de 67.100 mm; P.50:69,500 mm o el 50% de los animales tuvieron un DVID < de 69,500 mm; P.75:83,650 mm o el 75% de los animales tuvieron un DVID < de 83,650 mm; P.90:89,500 mm o el 90% de los animales tuvieron un DVID < de 89,500 mm; P.95:89,500 mm o el 95% de los animales tuvieron un DVID < de 89,500 mm.

Borde libre en diástole: media: 36,148 mm; D.E:9,67 mm. SIVs: media: 36,148 mm; D.E: 9,6788 mm.

Septo interventricular en sístole: mediana: 41,30; P.5: 33,09 mm o el 5% de los animales tuvieron un SIVs < de 33,09 mm; P.10: 34,08 mm o el 10% de los animales

tuvieron un SIVs < de 34,08 mm; P.25: 37,10 mm o el 25% de los animales tuvieron un SIVs < de 37,10 mm; P.50: 41,30 mm o el 50% de los animales tuvieron un SIVs < de 41,30 mm; P.75: 50,10 mm o el 75% de los animales tuvieron un SIVs < de 50,10 mm; P.90: 63,54 mm o el 90% de los animales tuvieron un SIVs < de 63,54 mm; P.95:66,10 mm o el 95% de los animales tuvieron un SIVs < de 66,10 mm.

Borde libre en sístole: mediana: 49,00; P.5: 37,300 mm o el 5% de los animales tuvieron un PPs/BL < de 37,300 mm; P.10: 37,520 mm o el 10% de los animales tuvieron un Ps/BL < de 37,520 mm; P.25: 41,00 mm o el 25% de los animales tuvieron un Ps/BL < de 41,00 mm; P.50: 49,00 mm o el 50% de los animales tuvieron un Ps/BL < de 49,00 mm; P.75: 54,400 mm o el 75% de los animales tuvieron un Ps/BL < de 54,400 mm; P.90: 72,220 mm o el 90% de los animales tuvieron un Ps/BL < de 72,220 mm; P.95:73,500 mm o el 95% de los animales tuvieron un Ps/BL < de 73,500 mm.

Fracción de eyección: mediana: 80,563; P.5: 59,716 % o el 5% de los animales tuvieron una FE < de 59,716%; P.10: 61,268% o el 10% de los animales tuvieron una FE < de 61,268%; P.25: 73,375 % o el 25% de los animales tuvieron una FE < de 73,375%; P.50: 80,563% o el 50% de los animales tuvieron una FE < de 80,563%; P.75: 83,708% o el 75% de los animales tuvieron una FE < de 83,708%; P.90: 85,700% o el 90% de los animales tuvieron una FE < de 85,700%; P.95: 89,264% o el 95% de los animales tuvieron una FE < de 89,264%.

Fracción de acortamiento: media: 40,463%; D.E: 7,0712%.

Masa del ventrículo izquierdo: media: 1858 g; D.E: 794,6967 g.

(Ver Tabla 1).

Tabla 1 Estadística descriptiva para rango entre 1-5 años

PARÁMETRO	MEDIA	D.E	MEDIANA	P. 5	P. 10	P. 25	P. 50	P. 75	P. 90	P. 95
DVDd (mm)	19,719	7,3873	18,400	10,800	11,700	13,350	18,400	26,600	29,700	36,050
SIVd(mm)	22,543	4,89	22,400	15,120	17,100	18,100	22,400	27,150	28,880	30,700
DVID (mm)	73,776	9,47	69,500	59,040	63,520	67,100	69,500	83,650	89,500	89,500
PPd/BL (mm)	36,148	9,6788	35,200	21,620	24,500	26,650	35,200	43,700	51,700	54,210
SIVs (mm)	36,114	9,452	36,200	27,730	30,020	33,550	36,200	39,800	42,220	42,600
DVIs (mm)	44,18	9,452	41,30	33,09	34,08	37,10	41,30	50,10	63,54	66,10
PPs/BL (mm)	50,2	10,9867	49,000	37,300	37,520	41,000	49,000	54,400	72,220	73,500
FE %	78,409	8,1803	80,563	59,716	61,268	73,375	80,563	83,708	85,700	89,264
FA %	40,463	7,0712	42,073	26,145	27,163	35,668	42,073	45,383	47,706	52,527
MVI (g)	1858	794,6967	2065,00	903,50	1140,00	1529,50	2065,00	2550,50	3117,00	3648,50

5.3. Caballos entre 6-10 años

Diámetro del ventrículo derecho en diástole: Media: 17,189 mm; DE: 6,9469 mm.

Septo interventricular en diástole: media: 25,4 mm; DE: 6,5322 mm.

Diámetro del ventrículo izquierdo en diástole: mediana: 73,500; P5: 51,200 mm o el 5% de los animales tuvieron un DVID < de 51,200 mm; P10: 55,100 mm o el 10% de los animales tuvieron un DVID < de 55,100 mm; P25: 63,000 mm o el 25% de los animales tuvieron un DVID < de 63,00 mm; P50: 73,500 mm o el 50% de los animales tuvieron un DVID < de 73,500 mm; P75: 77,400 mm o el 75% de los animales tuvieron un DVID < de

77,400 mm; P90: 111,900 mm o el 90% de los animales tuvieron un DVID < de 11,900 mm.

Borde libre en diástole: media: 32,66 mm; DE: 8,646 mm.

Septo interventricular en sístole: media: 38,305 mm; DE: 6,2548 mm.

Diámetro del ventrículo izquierdo en sístole: media: 47,595 mm; DE: 14,9335 mm.

Borde libre en sístole: mediana: 43,00; P5: 26,400 mm o el 5% de los animales tuvieron un PPs/BL < de 26,400 mm; P10: 27,100 mm o el 10% de los animales tuvieron un PPs/BL < de 27,100 mm; P25: 38,000 mm o el 25% de los animales tuvieron un PPs/BL < de 38,000 mm; P50: 43,300 mm o el 50% de los animales tuvieron un PPs/BL < de 43,000 mm; P75: 53,300 mm o el 75% de los animales tuvieron un PPs/BL < de 53,300 mm; P90: 59,700 mm o el 90% de los animales tuvieron un PPs/BL < de 59,700 mm.

Fracción de eyección;_media: 74,196%; DE: 7,711%.

Fracción de acortamiento;_media: 36,927 %; DE: 6,2839%.

Masa del ventrículo izquierdo; media: 2152,63 g; DE: 841,63 g.

(Ver Tabla 2).

Tabla 2 Estadística descriptiva para rango entre 6-10 años

PARÁMETRO	MEDIA	D.E	MEDIANA	P. 5	P. 10	P. 25	P. 50	P. 75	P. 90
DVDd (mm)	17,189	6,9469	17,100	6,400	8,500	11,500	17,100	21,300	27,500
SIVd(mm)	25,4	6,5322	26,600	13,100	13,100	21,800	26,600	30,200	32,100
DVID (mm)	74,647	17,6975	73,500	51,200	55,100	63,000	73,500	77,400	111,900
PPd/BL (mm)	32,66	8,646	34,10	18,40	21,00	24,50	34,10	39,30	43,70
SIVs (mm)	38,305	6,2548	39,300	26,200	30,900	32,100	39,300	41,600	50,100
DVIIs (mm)	47,595	14,9335	41,600	33,400	34,100	39,400	41,600	53,800	79,500
PPs/BL (mm)	44,095	7,71	43,300	26,400	27,700	38,000	43,300	53,300	59,700
FE %	74,196	7,711	75,817	57,268	64,140	66,417	75,817	81,378	84,142
FA %	36,927	6,2839	37,698	24,679	28,954	30,491	37,698	42,894	45,873
MVI (g)	2152,63	841,63	2258,00	1036,00	1069,00	1215,00	2258,00	2497,00	3589,00

5.4. Caballos de 11 años en adelante

Diámetro del ventrículo derecho en diástole: 20,022 mm; D.E: 7,6039 mm.

Septo interventricular en diástole: media: 27,5 mm; D.E: 4,9432 mm.

Diámetro del ventrículo izquierdo en diástole: media: 83,733 mm; D.E: 21,662 mm.

Borde libre en diástole: media: 38,2 mm; D.E:14,1439 mm.

Septo interventricular en sístole: media: 37,278 mm; D.E: 3,5436 mm.

Diámetro del ventrículo izquierdo en sístole: media: 59,189 mm; D.E: 19,2938 mm.

Borde libre en sístole: media: 50,211 mm; D.E: 11,7184 mm.

Fracción de eyección: media: 64,779 %; D.E: 10,9259 %.

Fracción de acortamiento: _mediana: 26,976; P.5: 22,581 % o el 5% de los animales tuvieron una FA < de 22,581%; P.10: 22,581 % o el 10% de los animales tuvieron una FA < de 22,581%; P.25: 23,854 % o el 25% de los animales tuvieron una FA < de 23,854%; P.50: 26,976 % o el 50% de los animales tuvieron una FA < de 26,976%; P.75: 35,984 % o el 75% de los animales tuvieron una FA < de 35,984%.

Masa del ventrículo izquierdo: media: 2912,56 g; D.E: 1043,681 g. (Ver Tabla 3).

Tabla 3 Estadística descriptiva para rango mayores de 11 años.

PARAMETRO	MEDIA	D.E	MEDIANA	P. 5	P. 10	P. 25	P. 50	P. 75
DVDd (mm)	20,022	7,6039	20,200	8,500	8,500	13,450	20,200	26,100
SIVd(mm)	27,5	4,9432	27,700	20,200	20,200	23,400	27,700	31,100
DVID (mm)	83,733	21,662	76,700	60,300	60,300	64,450	76,700	107,100
PPd/BL (mm)	38,2	14,1439	40,500	11,700	11,700	28,550	40,500	47,400
SIVs (mm)	37,278	3,5436	37,300	30,900	30,900	35,300	37,300	39,400
DVIs (mm)	59,189	19,2938	58,600	34,500	34,500	42,750	58,600	78,300
PPs/BL (mm)	50,211	11,7184	55,400	27,700	27,700	40,550	55,400	58,600
FE %	64,779	10,9259	61,060	53,597	53,597	55,848	61,060	73,741
FA %	30,242	71,896	26,976	22,581	22,581	23,854	26,976	35,984
MVI (g)	2912,56	1043,681	2568,00	1646,00	1646,00	2294,50	2568,00	3482,00

5.5. Caballos de < 300 Kg de peso

Diámetro del ventrículo derecho en diástole: media: 18,940 mm; DE: 7,4238 mm.

Septo interventricular en diástole: media: 20,620 mm; DE: 5,0943 mm.

Borde libre en diástole: media: 31,860 mm; DE: 11,9519 mm.

Septo interventricular en sístole: media: 35,720 mm; DE: 3,3929 mm.

Diámetro del ventrículo izquierdo en sístole: media: 36,160 mm; DE: 2,1973 mm.

Borde libre en sístole: mediana: 47,450; P5: 37,300 mm o el 5% de los animales tuvieron un PPs/BL < de 37,300 mm; P10: 37,300 mm o el 10% de los animales tuvieron un PPs/BL < de 37,300 mm; P25: 37,850 mm o el 25% de los animales tuvieron un PPs/BL < de 37,850 mm; P50: 42,600 mm o el 50% de los animales tuvieron un PPs/BL < de 42,600 mm; P75: 60,200 mm o el 75% de los animales tuvieron un PPs/BL < de 60,200 mm.

Fracción de eyección: media: 83,378%; DE: 4,8939%.

Fracción de acortamiento: media: 45,452%; DE: 5,4759%.

Masa del ventrículo izquierdo: media: 1604,40 g; DE: 631,814 g. (Ver Tabla 4).

Tabla 4 Estadística descriptiva para rango de peso < 300 Kg

PARÁMETRO	MEDIA	D.E	MEDIANA	P. 5	P. 10	P. 25	P. 50	P. 75
DVDd (mm)	18,940	7,4238	13,900	12,800	12,800	13,350	13,900	27,050
SIVd(mm)	20,620	5,0943	19,200	14,900	14,900	17,050	19,200	24,900
DVIId (mm)	66,600	4,6680	67,500	58,600	58,600	62,850	67,500	69,900
PPd/BL (mm)	31,860	11,9519	24,500	21,300	21,300	22,900	24,500	44,500
SIVs (mm)	35,720	3,3929	35,200	31,500	31,500	32,800	35,200	38,900
DVIIs (mm)	36,160	2,1973	36,200	33,000	33,000	34,100	36,200	38,200
PPs/BL (mm)	47,740	14,8907	42,600	37,300	37,300	37,850	42,600	60,200
FE %	83,378	4,8939	83,655	76,426	76,426	79,007	83,655	87,610
FA %	45,452	5,4759	45,324	38,225	38,225	40,668	45,324	50,300
MVI (g)	1604,40	631,814	1667,00	883,00	883,00	985,50	1667,00	2192,00

5.6. Caballos de ≥ 300 Kg de peso

Diámetro del ventrículo derecho en diástole: media: 18,777 mm; D.E: 7,2858 mm.

Septo interventricular en diástole: media: 25,009 mm; D.E: 5,7633 mm.

Diámetro del ventrículo izquierdo en diástole: mediana: 67,500; P.5: 55,700 mm o el 5% de los animales tuvieron un DVIId < de 55,700 mm; P.10: 61,050 mm o el 10% de los animales tuvieron un DVIId < de 61,050 mm; P.25: 65,850 mm o el 25% de los animales tuvieron un DVIId < de 68,850 mm; P.50: 73,700 mm o el 50% de los animales tuvieron un DVIId < de 73,700 mm; P.75: 85,025 mm o el 75% de los animales tuvieron un DVIId < de 85,025 mm; P.90: 106,950 mm o el 90% de los animales tuvieron un DVIId < de 106,950 mm; P.95: 114,275 mm o el 95% de los animales tuvieron un DVIId < de 114,275 mm.

Borde libre en diástole: media: 35,548 mm; D.E:10,1266 mm.

Septo interventricular en sístole: media: 37,343 mm; D.E: 5,1447 mm.

Diámetro del ventrículo izquierdo en sístole: mediana: 36,200; P.5: 33,950 mm o el 5% de los animales tuvieron un DVIs < de 33,950 mm; P.10: 34,300 mm o el 10% de los animales tuvieron un DVIs < de 34,300 mm; P.25: 36,600 mm o el 25% de los animales tuvieron un DVIs < de 36,600 mm; P.50: 44,800 mm o el 50% de los animales tuvieron un DVIs < de 44,800 mm; P.75: 57,400 mm o el 75% de los animales tuvieron un DVIs < de 57,400 mm; P.90: 76,700 mm o el 90% de los animales tuvieron un DVIs < de 76,700 mm; P.95:82,475 mm o el 95% de los animales tuvieron un DVIs < de 82,475 mm.

Borde libre en sístole: media: 47,845 mm; D.E: 10, 8284 mm.

Fracción de eyección: mediana: 83,655; P.5: 55,625 % o el 5% de los animales tuvieron una FE < de 55,625%; P.10: 58,492 % o el 10% de los animales tuvieron una FE < de 58,492%; P.25: 64,985 % o el 25% de los animales tuvieron una FE < de 64,985%; P.50: 74,530 % o el 50% de los animales tuvieron una FE < de 74,530%; P.75: 81,746 % o el 75% de los animales tuvieron una FE < de 81,746%; P.90: 84,281 % o el 90% de los animales tuvieron una FE < de 84,281%; P.95: 84,472% o el 95% de los animales tuvieron una FE < de 84,472%.

Fracción de acortamiento: media: 47,845%; D.E: 10,8284%.

Masa del ventrículo izquierdo: mediana: 166,70; P.5: 1101,50 g o el 5% de los animales tuvieron una MVI < de 1101,50 g; P.10: 1209,50 g o el 10% de los animales tuvieron una MVI < de 1209,50 g; P.25: 1659,25 g o el 25% de los animales tuvieron una MVI < de 1659,25 g; P.50: 2315,50 g o el 50% de los animales tuvieron una MVI < de 2315,50 g; P.75: 2778,50 g o el 75% de los animales tuvieron una MVI < de 2778,50 g; P.90: 3644,50 g o el 90% de los animales tuvieron una MVI < de 3644,50 g; P.95: 3894,00 g o el 95% de los animales tuvieron una MVI < de 3894,00 g. (Ver Tabla 5).

Tabla 5 Estadística descriptiva para rango de peso \geq 300 Kg

PARÁMETRO	MEDIA	D.E	MEDIANA	P. 5	P. 10	P. 25	P. 50	P. 75	P. 90	P. 95
DVDd (mm)	18,777	7,2858	18,400	8,500	8,500	12,800	18,400	23,400	28,950	32,325
SIVd(mm)	25,009	5,7633	25,600	13,750	17,100	20,600	25,600	29,800	31,450	34,575
DVID (mm)	77,005	16,0808	73,700	55,700	61,050	65,850	73,700	85,025	106,950	114,275
PPd/BL (mm)	35,548	10,1266	35,200	19,050	22,600	28,225	35,200	42,350	52,200	53,925
SIVs (mm)	37,343	5,1447	37,300	28,075	30,900	34,375	37,300	40,450	42,600	48,500
DVIs (mm)	49,634	14,7680	44,800	33,950	34,300	39,600	44,800	57,400	76,700	82,475
PPs/BL (mm)	47,845	10,8284	47,450	27,700	31,450	39,675	47,450	56,150	60,200	65,775
FE %	73,055	9,5178	74,530	55,625	58,492	64,985	74,530	81,746	84,281	85,472
FA %	36,279	7,5467	36,616	23,726	25,412	29,517	36,616	43,275	46,032	47,436
MVI (g)	2336,48	865,141	2315,50	1101,50	1209,50	1659,25	2315,50	2778,50	3644,50	3894,00

Otro objetivo específico del estudio fue establecer la correlación entre dos variables importantes como son la fracción de acortamiento y la fracción de eyección con el peso y con la edad de los animales. El coeficiente de correlación utilizado fue el coeficiente de Spearman dado que los datos de fracción de acortamiento y de eyección no tuvieron comportamiento normal al ser sometidos al test de Shapiro Wilk. Las tablas de correlación se presentan a continuación (Tabla 6 y 7).

5.7. Correlación entre el peso y la fracción de acortamiento y eyección

Para este estudio se encontró un coeficiente de correlación de uno, lo que indica que la fracción de acortamiento se ve afectada fuertemente por el peso.

Para este estudio se encontró un coeficiente de correlación de uno, lo que indica que la capacidad cardiaca del CCC de disminuir su volumen en sístole con respecto a la diástole está estrechamente relacionada con el peso del animal, así como la capacidad de reducción del diámetro del ventrículo izquierdo con la sístole está relacionado con el peso. (Ver tabla 6).

Tabla 6 Correlación entre el peso y FE% y FA%

Correlación			PESO	FE %
Spearman's rho	PESO	Coefficiente de correlación	1,000	-,525**
		Sig. (2-colas)		,000
		N	49	49
	FE %	Coefficiente de correlación	-,525**	1,000
		Sig. (2-colas)	,000	
		N	49	49

** . La correlacion es significativa con un nivel 0.01 (2-colas).

Correlación			PESO	FA %
Spearman's rho	PESO	Coefficiente de correlación	1,000	-,525**
		Sig. (2-colas)		,000
		N	49	49
	FA %	Coefficiente de correlación	-,525**	1,000
		Sig. (2-colas)	,000	
		N	49	49

** . La correlacion es significativa con un nivel 0.01 (2-colas).

5.8. Correlación entre la edad y la fracción de acortamiento y eyección

Para este estudio se encontró un coeficiente de correlación de uno, lo que indica que las fracciones de acortamiento y de eyección se ven afectadas fuertemente por la edad.

Para este estudio se encontró un coeficiente de correlación de uno, lo que indica que la capacidad cardiaca del caballo criollo colombiano de disminuir su volumen en sístole con respecto a la diástole está estrechamente relacionada con la edad del animal, así como la capacidad de reducción del diámetro del ventrículo izquierdo con la sístole está relacionado con la edad. (Ver tabla 7).

Tabla 7 Correlación entre edad y FE% y FA%

Correlación			EDAD	FE %
Spearman's rho	EDAD	Coefficiente de correlación	1,000	-,438**
		Sig. (2-colas)		,002
		N	49	49
	FE %	Coefficiente de correlación	-,438**	1,000
		Sig. (2-colas)	,002	
		N	49	49

** . La correlacion es significativa con un nivel 0.01 (2-colas).

Correlación			EDAD	FA %
Spearman's rho	EDAD	Coefficiente de correlación	1,000	-,438**
		Sig. (2-colas)		,002
		N	49	49
	FA %	Coefficiente de correlación	-,438**	1,000
		Sig. (2-colas)	,002	
		N	49	49

** . La correlacion es significativa con un nivel 0.01 (2-colas).

6. DISCUSIÓN

En la realización de este trabajo fue de crucial importancia la estandarización de la técnica ecográfica, probando inicialmente con imágenes en ventana paraesternal derecha en modo M en eje largo; sin embargo, se ha reconocido por diversos autores y comprobado por los investigadores de este estudio, que es difícil obtener esta imagen en equinos y que se muestre adecuadamente el ápex cardiaco verdadero (Lightowler 2001). No existe un consenso sobre el método que debe ser utilizado para evaluar la confiabilidad de las medidas ecocardiográficas, por esto es necesario adherirse a las guías de estandarización de imagen y medidas (Al-haidar, 2010). La optimización de las medidas morfológicas del ventrículo izquierdo se alcanza utilizando el modo M, eje corto, en la ventana paraesternal derecha, lo que aumenta la confiabilidad de los resultados (Al-haidar, 2010; Schwarzald, 2004); por tanto finalmente se decidió realizar las ecografías en eje corto para la obtención de imágenes que garantizaran las mejores mediciones, pues es bien sabido que el mayor inconveniente que se encuentra al analizar valores de referencia en ecocardiografía equina es la pobre indicación y claridad de la metodología empleada durante el muestreo, además de que existe una variación por la población seleccionada y el tipo de individuos que la conforman (Lightowler 2001).

Los resultados de este estudio arrojaron que las dimensiones cardiacas del Caballo Criollo Colombiano están dentro de rangos similares a las principales razas a nivel mundial, como se ve en la tabla 8.

Tabla 8 Comparación de las dimensiones cardiacas entre el CCC y diferentes razas de caballos.

	CCC 1-5 años	CCC 6-10 años	CCC > 11 años	Cuarto de Milla	Pura Sangre Inglés	Standardbred	Mestizo Argentino
SIVd (mm)	25,4	25,4	27,5	41,9	28,5	30,1	25,7
DVID (mm)	74,647	74,647	83,733	101,6	119,2	116	103,1
SIVs	38,305	38,305	37,278	42,1	42,1	40,48	40,7
DVIs (mm)	47,595	47,595	59,189	61,7	74,5	74,2	61,6
FE %	78,409	74,196	64,779	66,66	-	-	67,40
FA %	40,463	36,927	30,927	39,50	37,42	36,2	39,62

Aquí se pueden observar diferentes valores obtenidos en estudios publicados por Bonomo, Michima, Miyashiro y fernandes (2011) sobre SIVd, DVI, SIVs, DVIs, FE% y FA% del caballo Cuarto de Milla; de Marr y Patterson (2010) sobre la SIVd, DVI, SIVs, DVIs, FE% de los caballos Pura Sangre Inglés y de Lightowler et al. (2001) sobre SIVd, DVI, SIVs, DVIs, FE% y FA%. Se puede observar entonces, que los valores obtenidos en el CCC son similares a estas razas de distribución mundial, y tomando en consideración que en todos estos estudios utilizaron la misma técnica empleada en este trabajo. En

caballos se han sugerido diferencias en los parámetros ecocardiográficos entre razas, pero esto no ha sido demostrado estadísticamente (Al-Haidar, Farnir, et al. 2013; Lightowler, 2001). Esas diferencias son posiblemente por el nivel de entrenamiento del animal (Al-Haidar, Farnir, et al. 2013; Lightowler, 2001, Alfaro, et al. 2011); particularmente en animales Pura Sangre Inglés, la masa del ventrículo izquierdo y la fracción de eyección están correlacionadas con el consumo de oxígeno, lo cual está relacionado con el desempeño atlético de caballos de carreras largas (Marr, 2010).

En este estudio no calculamos la correlación entre las dimensiones cardiacas y el peso del animal, dado que existen diversas investigaciones de las que se concluye que el tema sigue siendo algo controversial (Al-Haidar, Farnir, et al. 2013); sin embargo sí encontramos una fuerte correlación entre el peso y las fracciones de acortamiento y de eyección, que si bien Al-Haidar, Farnir, et al. (2013) y Lightowler (2001), plantean que estas fracciones, por ser expresiones porcentuales no son explicadas por el peso, los componentes de las fórmulas para el cálculo sí son dimensiones de tipo lineal que se ven afectadas por el peso corporal. Otra causa de esas débiles correlaciones encontradas puede ser la pequeña cantidad de animales evaluados y las pequeñas variaciones en el peso corporal, sin embargo se han publicado rangos normales de parámetros ecocardiográficos en caballos sin tener en cuenta el peso vivo (Al-Haidar, Farnir, et al. 2013), como es el caso de la mayoría de estudios mencionados en este párrafo. Existen datos reportados en los que se evidencia una correlación débil entre el peso corporal y los diámetros y volúmenes

ventriculares, como es el caso de un estudio de 102 caballos mestizos argentinos (Lightowler, 2001). Este trabajo aporta luces en las dimensiones cardiacas del CCC tomando en cuenta el peso vivo y se propone para próximos estudios que se siga haciendo de esta manera, tomando en cuenta que en perros y humanos, ha sido demostrada una correlación fuerte entre las dimensiones de las medidas ecocardiográficas y el peso vivo, coincidiendo con Al-Haidar, Farnir, et al. (2013), quien afirma que el peso del animal es una variable que se debe tener en cuenta para establecimiento de valores de referencia de los parámetros ecocardiográficos de las dimensiones del corazón equino.

Cualquiera sea la especie investigada, ha sido demostrado que la mayoría de los parámetros ecocardiográficos que evalúan la funcionalidad esta pobremente relacionado, y en algunos casos no relacionados, con el peso vivo, la edad y el sexo; coincidiendo esto con el estudio realizado por Al-Haidar, Farnir, et al. (2013). Contrario a esto, Bonomo et al. (2011) y Latorre (2005), coinciden en la existencia de una diferencia significativa en el volumen sistólico y la fracción de eyección entre machos y hembras, debido posiblemente a que los machos tienen mayor peso promedio, por lo cual requieren mayor capacidad cardiaca funcional durante el ejercicio. Esta podría ser una explicación a la correlación hallada en este estudio entre las fracciones de acortamiento y eyección y el peso vivo.

En cuanto al efecto de la edad sobre los parámetros de funcionalidad cardiaca, no se encuentran muchos reportes al respecto; contrario a lo encontrado por Al-Haidar, Farnir, et

al. (2013), este estudio arrojó un efecto significativo de la edad sobre los parámetros ecocardiográficos del CCC, sin embargo, se debe tener en consideración que la tasa de crecimiento de las estructuras cardiacas no es constante a lo largo del desarrollo del animal (DeSimone et al. 1998). En todas las especies estudiadas, incluidos humanos y equinos, ha sido demostrado que el crecimiento corporal está asociado con el incremento en el tamaño cardiaco, lo cual puede ser cuantificado ecocardiográficamente (Al-Haidar, Farnir, et al. (2013). Igualmente, se sabe que existen factores fisiológicos como cambios hemodinámicos (frecuencia cardiaca) consecuencia del temperamento del caballo, la conformación torácica y la condición corporal, que influyen en la examinación ecocardiográfica (Al-haidar, 2010).

Hasta el momento no es posible encontrar estudios con parámetros ecocardiográficos en el Caballo Criollo Colombiano que sirvan de herramienta diagnóstica en la práctica clínica, a pesar de ser considerado el CCC un deportista por excelencia cuyo desempeño atlético es fundamental al momento de la competencia. Desde el punto de vista cuantitativo no se encuentran gran cantidad de publicaciones de estudios ecocardiográficos en equinos que ofrezcan los valores normales de los diferentes parámetros de interés diagnóstico y la mayoría no son comparables entre sí por la variabilidad en la metodología empleada y la raza evaluada (Lightowler, 2001).

7. CONCLUSIONES

La ecocardiografía está bien establecida como un importante método diagnóstico en medicina equina, pues basados en ella se puede llegar a diagnosticar cardiopatías en equinas, evaluar la función cardíaca y entender mejor la fisiología cardíaca.

Es necesario hacer una estandarización de la técnica para la toma de ecocardiografías, pues errores en estas pueden alterar la exactitud de las medidas y por ende llegar a diagnósticos errados de determinada patología.

La interpretación del ecocardiograma se basa en la evaluación tanto cuantitativa como cualitativa, y se ve influenciado por varios factores fisiológicos, siendo la más relevante el peso corporal, la edad, el nivel de entrenamiento y la raza.

Las dimensiones cardíacas del Caballo Criollo Colombiano se mueven en rangos similares comparados con caballos de razas como Cuarto de Milla, Pura Sangre inglés y Standardbred.

8. AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a la Corporación Universitaria Lasallista (Caldas, Antioquia) por creer en este proyecto y su valioso aporte a la medicina deportiva. A mi asesora la Dra. Silvia Posada Arias y a la Dra. Juliana Mira Hernández, por su valiosa colaboración durante el desarrollo de todo el proyecto. Al Dr. Cristian Alejandro Castillo por su colaboración durante los muestreos. A todos los propietarios de los animales, por permitirnos muestrear sus animales, siempre con la mejor disposición y a los estudiantes de Medicina Veterinaria de la Corporación Universitaria Lasallista, Sara Restrepo Valencia y David Steven García por su valiosa ayuda en los muestreos.

9. BIBLIOGRAFIA

Al-Haidar, A., Farnir, F., Deleuze, S., Sandersen, C., Leroux, A., Borde, L., Cerri, S., Amory H. (2013). Effect of breed, sex, age and body weight on echocardiographic measurements in the Equine species. *Journal of Equine Veterinary Science*. Vol. 95, pp 255-260.

Al-Haidar, A., Farnir, F., Deleuze, S., Sandersen, C., Leroux, A., Borde, L., Cerri, S., Amory H. (2011). Comparison of the Repeatability of Echocardiographic Measurements from Different Modes and View in Horses of Various Breeds and Sizes. *Journal of Equine Veterinary Science*. Vol. 30, N° 36, pp 287-297.

Al-Haidar, A., Leroux, A., Borde, L., Deleuze, S., Cerri, S., Sandersen, C., Amory, H., Farnir, F. (2013). Relationship Between Echocardiographic Measurements and Body Size in Horses. *Journal of Equine Veterinary Science*. Vol. 33, pp 107-114.

Alfaro, C., Silva, C., Ferro, R., Teixeira-Neto, A., Junqueira, J. Mendes de Lima, M. (2011). Ecocardiografia de equinos Puro Sangue Árabe após exercício de enduro de diferentes intensidades. *Ciência Rural*. Vol. 41, N° 1, pp 132-136.

Bonaguara, J., Reef, V. (2004). Alteraciones del aparato cardiovascular. En Reed, Bayly, & Sellon (Eds). *Medicina Interna Equina* (pp 365-461). St Louis: Saunders.

Bonomo, C.; Michima, L.; Miyashiro, P.; Fernandes, W. (2011). Quantitative Echocardiography of Athletic Quarter Horses. *ARS veterinaria*. Vol. 27, N° 4, pp 220-225.

DeSimone, G. Daniels, S., Devereux, R., Meyer, R., Roman, M. DeDivitis, O., Alderman, M. (1992). Left ventricular mass and body size in normotensive children and adults: assessment of allometric relations and impact of overweight. *J. Am. Coll. Cardiol.* Vol. 20, PP 1251-1260.

Diniz, M. (2008). Estudo eletrocardiográfico de eqüinos da raça Mangalarga Marchador. *Brasil Medicina Veterinaria y Zootecnia*. Vol. 60, No.3, pp. 536-542.

García, M.; Zamorano, J.; García, J (s.f). *Manual de Ecocardiografía*. Edimed: España

Latorre, S. (2005). Padronização ecocardiográfica das dimensões e índices cardíacos em equinos da raça Mangalarga Marchador (Dissertação Mestrado em Medicina Veterinária). Universidade de São Paulo, São Paulo.

Lightowler, C., Pidal, G., Cattáneo, L. (2001). Estudio cuantitativo de la ecocardiografía equina. *Avances en ciencias veterinarias*. Vol. 6, N° 1 y 2, pp 21-31.

Marr, C., Patterson, M. (2010). Echocardiography. En Marr & Bowen (Eds). *Cardiology of the Horse* (pp 105-126). China: Saunders Elsevier.

Reef, V. (1998). Ecocardiografía. En Colahan, Pratt & Manglen (Eds). *Medicina y Cirugía Equina* (pp 189). Buenos Aires: Intermédica.

Rovira-Cardete, S., Juzgado, A., Hernandez, B. (2008). Valores ecocardiográficos en modo M en potros Pura Raza Española con edades comprendidas entre 1 y 12 meses. *Recvet.* Vol III, N° 1. Recuperado de <http://www.veterinaria.org/recvet/n010108/010802.pdf>

Serrano, D., Peña, L., Vega, F. (2011). Incidencia de alteraciones cardiovasculares en caballos criollos colombianos mediante diagnóstico ecocardiográfico. *Revista Colombiana de Ciencia Animal.* Vol. 4., N° 1, pp 61-68.