

TESIS PARA ACCEDER AL TÍTULO DE MAGISTER EN INVESTIGACIÓN EN  
CIENCIAS DE LA SALUD

**“COMPARACIÓN DE PARÁMETROS DE FLUJO SANGUÍNEO DE LA  
ARTERIA CARÓTIDA EN CANINOS DE DISTINTA CONFORMACIÓN  
CEFÁLICA”**

**Autor:** Lockett, Mariel Beatriz

**Director de tesis:** Dra. Carvalho Figueira, Cibele

**Co-directora:** Koscinczuk, Patricia

**Fecha:** Diciembre 2019

## **AGRADECIMIENTOS:**

*Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que de algún modo han colaborado para hacer realidad esta Tesis y de una manera muy especial:*

*A mis padres, Mirta y Eduardo, que supieron hacer perdurables sus ejemplos y que mientras estuvieron, de manera incondicional me apoyaron, convenciéndome que el esfuerzo es solo de nobles.*

*A mis hijos Juana, Lucía, Beltrán y Santos por soportar mis ausencias durante mi formación, y por el amor que me dan, que es el motor que me mueve día a día, siendo mis pilares, sobre los que descanso y me amparo.*

*A Tulio, por apoyarme incondicionalmente y ayudarme, aunque en el último año las circunstancias nos hayan distanciado. Gracias por contagiarme al menos una pequeña parte de esa enorme generosidad que te caracteriza e incentivarme para que siga adelante con mis objetivos y metas aun cuando yo misma me daba por vencida.*

*A mi segunda madre Zelideh Mariño Fages, por estar siempre presente, ayudándome en todos los momentos, por estar con mis hijos y por apoyarme siempre.*

*A mi hermana Rossana Lockett, por la fuerza, amor y amistad. Por ser mi compañera, por recibirme con tanto amor en su casa siempre que lo necesite.*

*A mi directora Cibele quien siempre ha sido un referente para mí, por acceder a orientarme, por los conocimientos compartidos y por la disponibilidad de atenderme.*

*A mi codirectora Patricia por su inestimable ayuda, por acompañarme activamente con su incentivo, y guía en este trayecto. Por sus consejos, correcciones, disponibilidad y paciencia.*

*A Fabián, director del Hospital de Clínicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias, un amigo incondicional que me permitió utilizar las instalaciones para realizar este proyecto.*

*Al M.V José Augusto Picot, por la paciencia y análisis estadístico de los datos obtenidos.*

*A mis alumnas Yohana Montiel y Ana Belén Martínez, por su desinteresada colaboración, constancia y voluntad para acompañarme en el trabajo más intenso durante la realización de las ecografías.*

*A María Pelozo, por auxiliarme, explicarme y por la buena disposición a la hora de comprender los problemas surgidos al final de este trayecto.*

*A los propietarios de los animales que participaron del proyecto, que gentilmente me permitieron utilizar sus queridas mascotas.*

*A cada uno de mis compañeros de trabajo, colegas y amigos que participaron de este proyecto compartiendo, su ayuda y experiencia.*

## ABREVIATURAS

<b>ACC</b>	.....	arteria carótida común
<b>ACI</b>	.....	arteria carótida interna
<b>ACE</b>	.....	arteria carótida externa
<b>ACV</b>	.....	accidente cerebro vascular
<b>cm/seg</b>	.....	centímetros por segundo
<b>DE</b>	.....	desvió estándar
<b>DP</b>	.....	diámetros promedio
<b>EIM</b>	.....	espesor íntima media
<b>IC</b>	.....	índice cefálico
<b>IP</b>	.....	índice de pulsatividad
<b>IR</b>	.....	índice de resistencia
<b>IRP</b>	.....	índice de resistencia promedio
<b>Mhz</b>	.....	megahertz
<b>VFD</b>	.....	velocidad de fin de diástole
<b>VPS</b>	.....	velocidad pico sistólica
<b>VFD</b>	.....	velocidad de fin de diástole promedio
<b>VPSP</b>	.....	velocidad pico sistólica promedio

## ÍNDICE

1. Introducción.....	1
2. Objetivos .....	7
3. Justificación.....	8
4. Estado actual del tema.....	12
5. Materiales Y Métodos.....	15
6. Resultados.....	22
7. Discusión .....	50
8. Conclusiones.....	58
9. Referencias.....	59

## ÍNDICE DE IMÁGENES

1. Imagen.....	4
2. Imagen.....	6
3. Imagen.....	16
4. Imagen.....	17
5. Imagen.....	19
6. Imagen.....	20
7. Imagen.....	30
8. Imagen.....	31
9. Imagen.....	33
10. Imagen.....	47
11. Imagen.....	48
12. Imagen.....	49
13. Imagen.....	53

## ÍNDICE DE TABLAS

1. Tabla.....	22
2. Tabla.....	24
3. Tabla.....	25
4. Tabla.....	26
5. Tabla.....	27
6. Tabla.....	28
7. Tabla.....	29
8. Tabla.....	32
9. Tabla.....	34
10. Tabla.....	35
11. Tabla.....	36
12. Tabla.....	37
13. Tabla.....	41
14. Tabla.....	43
15. Tabla.....	43
16. Tabla.....	45
17. Tabla.....	45
18. Tabla.....	45
19. Tabla.....	46

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

1. Gráfico N°1.....	38
2. Gráfico N°2.....	38
3. Gráfico N°3.....	39
4. Gráfico N°1.....	39
5. Gráfico N°4.....	40
6. Gráfico N°5.....	41
7. Gráfico N°6.....	42



8. Gráfico N°7.....	42
9. Gráfico N°8.....	44

## RESUMEN

La evaluación de los vasos mediante ultrasonografía permite el estudio de grandes y pequeños vasos. La información sobre los parámetros Doppler normales de los vasos sanguíneos todavía es limitada en medicina veterinaria. El objetivo del trabajo fue correlacionar los parámetros de flujo y diámetro de los vasos carotídeos con la conformación cefálica del canino. Se trabajó con 30 caninos sanos, de ambos sexos, que asistieron al Hospital Escuela Veterinario para una consulta clínica de rutina. Se conformaron tres grupos según su conformación craneal: dolicocefálico, mesocefálico y braquicefálico. Cada grupo estuvo conformado por 10 sujetos de estudio. Para la medición de la conformación craneal se utilizó el índice cefálico. Los diámetros de los vasos obtenidos fueron de  $0,24\text{cm}\pm 0,03\text{cm}$  para los dolicocefálos,  $0,31\text{cm}\pm 0,06\text{cm}$  para los mesocefálos y para el grupo de los braquicefálos  $0,26\text{cm}\pm 0,04\text{cm}$ . El diámetro de la arteria carótida fue mayor en los machos que en las hembras. La media de las velocidades pico sistólico promedio fueron de  $73,45\text{cm}/\text{seg}\pm 14,51\text{cm}/\text{seg}$ ,  $60,55\text{cm}/\text{seg}\pm 12,16\text{cm}/\text{seg}$ ,  $66,6\text{cm}/\text{seg}\pm 8,19\text{cm}/\text{seg}$  para el grupo de los dolicocefálos, mesocefálos y braquicefálos respectivamente. Y las medias de las velocidades de fin de diástole fueron de  $10,5\pm 2,91\text{cm}/\text{seg}$  para los dolicocefálos,  $9,85\pm 1,75\text{cm}/\text{seg}$  para los mesocefálos y de  $10,55\pm 3,86\text{cm}/\text{seg}$  para los braquicefálos. La media de los índices de resistencia promedio fue de  $0,85\pm 0,04$ . Se comprobó que existe correlación entre el diámetro del vaso carotídeo y las velocidades de flujo. Respecto a las variaciones cefálicas, los valores de flujo encontrados en caninos de conformación cefálica dolicocefálica fueron los más altos de los tres grupos. Deberían realizarse nuevos estudios para seguir investigando de qué manera pueden influir las edades en los distintos grupos de conformaciones craneanas.

**Palabras claves:** caninos, arteria carótida, ultrasonografía.



## ABSTRACT

Information on normal flow rate Doppler parameters is still limited in veterinary medicine. Knowledge of normal Doppler parameters makes it possible to know vascular disturbance. The purpose of this work was correlate the parameters of flow and diameter of the carotid vessels with the cephalic conformation of the canine. This study evaluated the common carotid artery in 30 healthy canines, separated into three groups of different cephalic conformations considering the cephalic index, (group dolichocephalic; group mesocephalic; group brachycephalic). Mean left diameter was  $0,24\text{cm} \pm 0,03\text{cm}$  dolichocephalic,  $0,31\text{cm} \pm 0,06\text{cm}$  for group mesocephalic and  $0,26\text{cm} \pm 0,04\text{cm}$  for the brachycephalic. The diameter of the carotid artery was greater in males than in females. Mean RI obtained were  $0,85 \pm 0,04$ . Mean systolic peak velocities was  $73.45\text{cm} / \text{sec} \pm 14.51\text{cm} / \text{sec}$ ,  $60.55\text{cm} / \text{sec} \pm 12.16\text{cm} / \text{sec}$ ,  $66.6\text{cm} / \text{sec} \pm 8.19\text{cm} / \text{sec}$  for the dolichocephalic, mesocephalic, and brachycephalic respectively. And the means of end-diastole velocities were  $10.5 \pm 2.91\text{cm} / \text{sec}$  for dolichocephalos,  $9.85 \pm 1.75\text{cm} / \text{sec}$  for mesocephalos and  $10.55 \pm 3.86\text{cm} / \text{sec}$  for brachycephalos. Correlation between diameter and the flow velocities was found. Regarding cephalic variations, the flow values found in dolichocephalic cephalic conformation canines were the highest of the three groups. These result may provide the starting of further studies to determine if age have an effect on these blood parameters.

**Key words:** canine, common carotid artery, ultrasound.

## INTRODUCCIÓN

La utilización de la ultrasonografía como método de investigación diagnóstica se ha desarrollado desde 1958, a partir de las investigaciones realizadas por Ian Donald, quien fue un pionero en el uso de la ecografía dentro del campo de la Medicina, pero recién a partir de 1970 fue introducida en la práctica clínica (Stopen *et al*, 1997).

El término ultrasonido se refiere a ondas sonoras que están por encima del límite de audición humana, aproximadamente 20.000 ciclos por segundo (20 kHz), en medicina diagnóstica se emplean frecuencias de sonido entre 2 y 10 Mhz (Krebs, 2004). Las características ecográficas del tejido se definen mediante la impedencia acústica, la cual determina el nivel de reflexión y por ende de ecogenicidad de los mismos (Pennik, 2017).

La imagen con ultrasonido en modo B, se basa en la transmisión, detección y representación de los ecos pulsados. El transductor emite pulsos cortos de energía ultrasonora que son reflejados por distintas interfaces acústicas, en el interior del organismo (Kealy *et al*, 2011). El control preciso del tiempo que tarda en llegar el eco permite determinar la profundidad a la que se origina (Allan *et al*, 2011). La ultrasonografía vascular se basa en el uso de ultrasonidos para producir una imagen anatómica en blanco y negro que puede demostrar la existencia de patología en una pared arterial o de un trombo en una vena (Aspinall *et al*, 2007).

El llamado “efecto Doppler” fue propuesto en 1842 por el astrofísico austríaco Christian Doppler y es un efecto de la física ondulatoria, que ocurre cuando una fuente en movimiento emite ondas (Rumak *et al*, 1999) produciéndose una variación de la frecuencia de onda emitida o recibida por un objeto en movimiento, percibida por un observador desde un punto fijo (Barois *et al*, 2011; Fominaya García, 2010; Fulton, 2016).

Si el movimiento se dirige hacia el transductor, la frecuencia de los ecos que regresan es mayor que la del sonido transmitido. Si el movimiento se aleja del transductor, los ecos tienen menor frecuencia que el sonido transmitido. La diferencia entre las frecuencias transmitidas y recibidas se conoce como cambio Doppler. (Drost, 2013; Besso, 2009; Lang, 2006; Kealy *et al*, 2011).

Mediante el Doppler color se proporciona un mapa funcional en forma de imagen color que refleja el flujo sanguíneo en arterias y venas. Las señales de los eritrocitos en movimiento son representadas en color, donde el grado de saturación del mismo indica la velocidad relativa de las células y el grado de permeabilidad del vaso. Las representaciones del flujo en color permite evaluar un amplia área del vaso y posibilitan el análisis de estructuras vasculares pequeñas que con la imagen convencional son difíciles de evaluar ( Nyland *et al*, 2015).

El espectro Doppler es una representación gráfica cuantitativa de la velocidad y dirección del flujo sanguíneo. Es así posible registrar la morfología de las ondas del flujo de los vasos sanguíneos. Esto se logra con un analizador de frecuencias, que efectúa los cálculos utilizando el algoritmo transformado de Fourier, con lo que se obtiene una gráfica en la que se despliegan los tres componentes de la señal: tiempo, frecuencia y velocidad (Stoopen *et al*, 1997; Asociación Española de Ecografía Digestiva, 2010; Thrall, 2017).

Por convención el trazado espectral dispuesto encima de la línea de base se denomina flujo anterógrado y retrogrado a los que se alejan del transductor y se encuentra por debajo de esta línea (Duque Carrasco, 2013; Lang, 2006, Thrush, 2011).

Uno de los aportes más importantes del Doppler se expresa a través de la morfología espectral, la cual consta de un componente sistólico y un componente diastólico. La mayor expresión del espectro Doppler es la velocidad sistólica máxima, que consta de una rampa ascendente y otra descendente. El menor componente es la velocidad de fin de diástole, que corresponde a la diástole cardíaca. Dado que cada vaso presenta una morfología espectral determinada, alteraciones en el perfil hemodinámico de los mismos proporcionan datos relevantes para el diagnóstico (Muñoz Rascón y Ventura, 2015a).

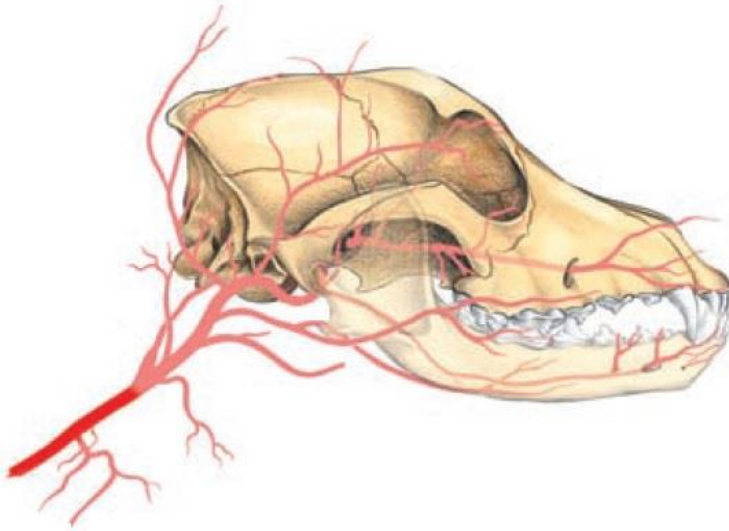
Los aparatos de onda pulsada emiten pulsos cortos de energía ultrasónica, lo que permite utilizar el intervalo de tiempo entre la transmisión de un pulso y el retorno del eco para determinar la profundidad a la que ocurre el cambio Doppler. Cuando se combinan el espectro Doppler con el Modo B bidimensional en tiempo real, se denomina sistema Doppler dúplex y cuando utilizan además el modo color se denominan sistemas triplex. (Bhargava, 2011; Shung, 2010; Harsány M, *et al*, 2011).

La información que se evalúa tanto en el análisis espectral del Doppler como en la imagen en color incluye el cambio de frecuencia Doppler, la amplitud, el ángulo Doppler, la distribución espacial de las frecuencias y la variación temporal de la señal. Los cambios existentes en la onda espectral, reflejados en distintos índices, como ser el índice de resistencia y de pulsatibilidad, que comparan el flujo en la sístole y en la diástole ayudan a interpretar la resistencia del lecho vascular, siendo esta una información significativa acerca de la vascularización periférica de los tejidos (Carvalho 2009; Taylor *et al*, 2004; Cole y Hesse, 2020).

#### Anatomía de las arterias de la región del cuello

La arteria carótida común está localizada más profundamente que la vena yugular externa. Recorre la longitud del cuello junto al tronco vago simpático, y en la parte cráneo ventral de la región cervical se bifurca para formar las arterias carótidas externa e interna. El seno carotideo está localizado en el origen de la arteria carótida interna y se presenta como una pequeña dilatación focal de la arteria (Evans and Lahunta, 2010; Novellas , 2007b, Ghoshal, 1992). Tanto la carótida común como la bifurcación carotidea, discurren dorso lateralmente a la tráquea.

La arteria carótida común (ACC), se origina a partir del tronco braquiocefálico en el interior del tórax y discurre por la cara lateral de la tráquea en el lado derecho y lateral del esófago en el lado izquierdo, hasta situarse en una posición dorso lateral en el cuello. Esta arteria termina a nivel de la articulación atlanto-occipital dividiéndose en las arterias carótida interna y externa. La primera penetra en el cráneo por el foramen carotídeo y la segunda continua para convertirse en el principal aporte vascular de las estructuras extra encefálicas de la cabeza. El tronco vago simpático esta adherido a la superficie dorsal de la arteria carótida común (Gil *et al*, 2012; Done *et al*, 2010; Nylan, 2015; Konig y Liebich, 2005) (Figura 1).



**Figura 1.** Diseño anatómico de la arteria carótida común, bifurcación y ramificaciones.

Gil , J. Anatomía del perro. 2012 .SERVET

### Características ecográficas de los vasos del cuello

Los vasos tienen una estructura tubular con paredes finas bien definidas en plano longitudinal. Las paredes son paralelas hiperecogénicas con apariencia lineal.

La arteria carótida común y sus ramas se caracterizan por tener una luz anecoica rodeada por una pared arterial gruesa. El flujo sanguíneo pulsátil puede detectarse en las imágenes bidimensionales con la escala de grises o bien mediante el análisis Doppler de la luz del vaso. En corte transversal, las arterias se muestran como estructuras pequeñas y circulares a ambos lados de la tráquea. En algunos perros el seno carotideo puede observarse como una dilatación focal anecoica en el origen de la arteria carótida interna, ventral al ala del atlas. (Carvalho Figueira, 2014a; Dennis, 2010; Domínguez Miño, 2015).

La vena yugular se encuentra más superficial, su examen ecográfico se dificulta por su ubicación cuando se realiza mucha presión con la sonda dado que se modifica su morfología. Se la visualiza en corte transversal y longitudinal. (Nyland *et al*, 2015; Karakitsos *et al*, 2015). Mediante el uso de Doppler color se puede determinar la presencia o ausencia de flujo en el vaso (Carvalho, 2009; Schäberle, 2018; William y Zwiebel, 2008).

Conformación de la cabeza y cuello de los caninos:

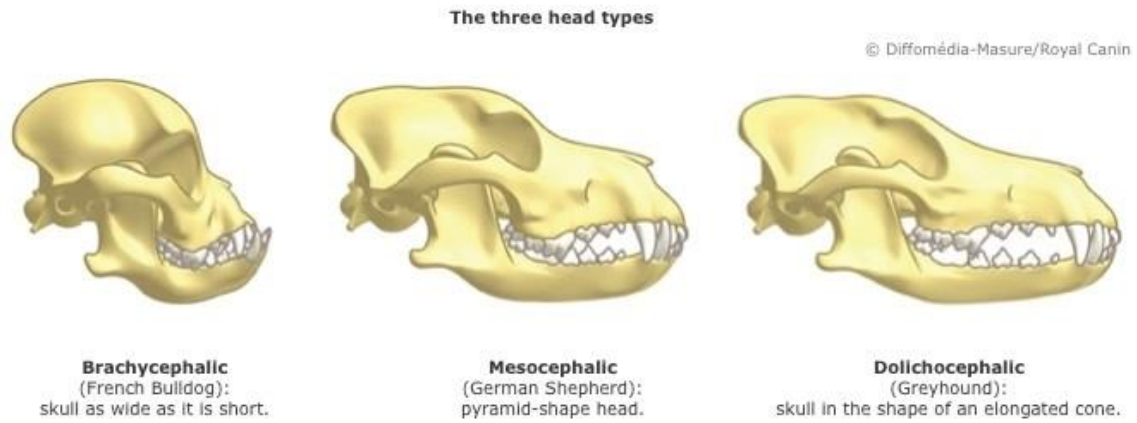
La conformación general de la cabeza del perro presenta mayor variabilidad que en otras especies domésticas. Por presión de selección se han producido una diversidad de razas diferentes entre sí y de los ancestros del perro doméstico (Paz *et al*, 2012; Onar *et al*, 2020; Klaumann *et al*, 2018).

El aspecto general de la cabeza del perro está determinado en gran parte por la forma del cráneo, posición y tamaño de los ojos y disposición de las orejas. El cráneo adulto se caracteriza por una porción facial bien definida, fosas temporales grandes, arco cigomático incompleto, ausencia de orificios supra orbitarios, y bullas timpánicas prominentes. El cráneo es más amplio en caudal a los ojos.

En el cráneo, las diferencias entre las razas se relacionan en gran parte con la longitud relativa de la porción facial. Por la longitud de la cabeza se distinguen razas dolicocefálicas (de cabeza alargada), mesocefálicas (de cabeza intermedia) y braquiocefálicas (de cabeza corta) (Liebich y Koning, 2005; Evans y Lahunta, 2010). Los animales dolicocefalos presentan la cabeza larga y estrecha. La superficie dorsal de la nariz y el cráneo forman dos planos paralelos que están divididos a nivel de los ojos por una hendidura. La porción facial larga va frecuentemente acompañada de una mandíbula más corta que el maxilar. La cabeza de un perro dolicocefalo tiene una cresta sagital externa para la fijación de los músculos temporales.

Los perros braquicéfalos presentan una porción facial pequeña y corta, cráneo amplio y la superficie dorsal del cráneo convexa (Betancourt y Mendiburt, 2017). Algunas razas braquicéfalas, son prognatas, lo que significa que la mandíbula no comparte totalmente el contorno rostral de la cara, es decir que los incisivos mandibulares, se encuentran más adelante que los incisivos maxilares.

En las razas mesocefálicas la longitud del cráneo es proporcional con su ancho (Dyce *et al*, 2007; Gil, 2012; Burk y Ackerman, 1996) (Figura 2).



**Figura 2.** Imagen de los distintos tipos de conformación cefálica.

<https://i2.wp.com/dogencyclopedia.royalcanin.ph/var/royalcanin/storage/images/click-learn/wikidog2/home-page/connaitre-le-chien/la-morphologie-du-chien/les-regions-du-corps/c-diffomeidia-royal-canin2/7507141-1-eng-GB/c-diffomeidia-royal-canin.jpg>

## **OBJETIVOS**

### **Generales:**

Evaluar el flujo sanguíneo y el diámetro de las arterias carótida en caninos sanos con diferentes conformaciones craneanas.

### **Específicos:**

- Correlacionar los parámetros de flujo de las arterias carótidas con el peso del animal.
- Obtener el diámetro y parámetros de flujo de los vasos estudiados.
- Correlacionar diámetro y parámetros de flujo con la conformación cefálica del canino, peso y sexo.

## **HIPÓTESIS**

Los valores correspondientes a velocidad de flujo y diámetro de arterias carótidas presentan variaciones dependiendo del tamaño y estructura cefálica de los caninos.



## JUSTIFICACIÓN

La ultrasonografía diagnóstica del cuello se utiliza en medicina humana desde hace muchos años. Las referencias de imágenes en animales de esta región han sido mínimas, pero hoy en día con el avance de la tecnología y la creación de transductores de alta resolución, la visualización de estructuras ultrasonográficas como los vasos sanguíneos, realizan un importante aporte a la hora de realizar el diagnóstico de patologías vasculares (Kichang *et al*, 2004; Barberet y Saunders, 2010).

Si bien la radiografía ha sido durante mucho tiempo el método complementario de primera elección en medicina veterinaria, sus limitaciones solo permiten identificar el contorno de la zona a explorar e identificar las alteraciones una vez que estas presentan un determinado tamaño (Farrow, 2005; Novellas y Espadal, 2014; Burk y Ackerman, 1996). La ecografía frente a este método tiene la ventaja de realizarse en tiempo real, y de poder diferenciar los distintos tejidos de acuerdo a sus ecogenicidades y distribución de la arquitectura de los mismos. Por otra parte, posibilita la diferenciación de estructuras sólidas de las cavidades o de aquellas que presenten contenido líquido, como así también de estructuras de tamaño reducido (Ruibo *et al*, 2012; Sánchez y Rametta, 2016).

La evaluación de los vasos mediante el método Doppler permite el estudio de grandes y pequeños vasos, de órganos parenquimatosos y del lecho vascular. Por otra parte presentan un importante aporte en el análisis cardíaco al obtener una imagen dinámica del mismo (Zwingenberger y Olivier, 2017; Carvalho, 2009; Novellas, 2014).

La información sobre los parámetros Doppler normales acerca del flujo de los vasos sanguíneos de mayor importancia es todavía limitada en medicina veterinaria (Kichang *et al*, 2004).

En un trabajo realizado en 13 caninos adultos de distintos sexos, de tamaños variados y sin sintomatología previa de alteración vascular se pudo observar una correlación positiva entre el diámetro y la velocidad de las arterias carótidas, donde los vasos de mayor diámetro tendían a presentar mayor velocidad sistólica máxima (Jarretta *et al*, 2011).

El examen con Doppler color pulsátil se puede utilizar para confirmar la disminución o ausencia de circulación en un vaso sanguíneo, esto puede suceder en casos de trombosis y estenosis arterial. Aunque los trombos arteriales son poco comunes, en ocasiones pueden verse asociados a enfermedades inflamatorias o neoplasia malignas con invasión de los vasos sanguíneos (Carvalho Figueira *et al*, 2008a; Dennis y Kirberger, 2010).

Los trombos venosos o menos frecuentemente arteriales tienden a ser oclusivos con el resultado del estancamiento de la sangre y la formación de moldes obstructivos, que están firmemente unidos a la pared del vaso subyacente. Los factores que deterioran la circulación aumentan el riesgo de condiciones protrombóticas en el paciente veterinario. Si bien en la mayoría de los casos el tratamiento de las trombosis depende de factores tales como la fisiopatología de la enfermedad subyacente y el diagnóstico temprano del mismo, la terapia tendría que estar dirigida a limitar su crecimiento y mejor aún a evitar su formación (Obrien, 2016). Los veterinarios deberían tener más conocimiento de las enfermedades que potencialmente pueden causar obstrucción física dentro de los vasos sanguíneos, como ser parásitos cardíacos, catéteres intravenosos y masas neoplásicas, patologías que pueden producir estasis localizada (Barberet y Saunders, 2010). En estos casos la ecografía Doppler aporta una herramienta importante para el diagnóstico precoz y posibilita un tratamiento temprano (Konecny, 2010; Jericó *et al*, 2015; Schäberle, 2018).

El aneurisma, es otra de las patologías que afectan a los vasos sanguíneos. Se puede presentar como una lesión congénita primaria o puede ocurrir secundaria a otras anomalías congénitas, como por ejemplo hipoplasia, ectopia o agenesia. El origen de esta lesión puede ser también adquirido, secundario a un trauma, intervención quirúrgica o una neoplasia (Weissleder, 2011). El uso de la ultrasonografía para diagnosticar la presencia de aneurismas y realizar un seguimiento de los mismos realiza un valioso aporte al momento de determinar cuándo sería conveniente realizar el procedimiento quirúrgico (Mannion Paddy, 2006; Krebs, 2004, Muñoz Rascón y Ventura, 2015bR).

Los aneurismas de carótida en el perro no son comúnmente diagnosticados, como tampoco la disección de este vaso (Carvalho, 2009; Charlton-Ouw *et al*, 2014).

Han sido reportadas estas dos alteraciones vasculares en la aorta abdominal en esta especie (Waldrop *et al*, 2003).

En estudios experimentales realizados con caninos se demostró que la medición del flujo sanguíneo de la arteria carótida con aneurisma presenta mayores posibilidades al momento de realizar un pronóstico, luego de un estudio Doppler. Los caninos fueron también utilizados para demostrar la posibilidad de aplicación de stent en casos de alteraciones vasculares, aplicándose posteriormente estos estudios en medicina humana (Graves *et al*, 1992).

La detección mediante Doppler de una masa altamente vascular, localizada en la bifurcación de la arteria carótida común entre la arteria carótida externa e interna fue ampliamente descrita en caninos y humanos, diagnosticada como tumor de cuerpo carotídeo, los mismos son originados desde las células quimiorreceptoras en el cuerpo de la carótida (Brainin y Heiss, 2019; Harsány *et al*, 2011). Si bien la incidencia de este tipo de tumores es baja, ocurren más comúnmente en razas braquiocefálicas. Pueden provocar alteraciones hemodinámicas significativas en el flujo de la arteria carótida dado que la afectan ya sea comprimiendo o invadiendo el vaso (Fife *et al*, 2003; Mai *et al*, 2015).

En medicina veterinaria, específicamente en perros y gatos, las enfermedades arterioescleróticas no ocurren con la misma frecuencia que en el hombre. Pero las estenosis vasculares pueden presentarse no solo por placas ateromatosas sino también debido a neoplasias, aneurismas, malformaciones arteriovenosas, traumas e iatrogénicamente en forma secundaria a intervenciones quirúrgicas (Jericó *et al*, 2015). Por lo tanto, así como el hombre, los perros y los gatos pueden manifestar señales neurológicas decurrentes de la hipoperfusión cerebral debido a alteraciones estenóticas de la arteria carótida común.

Tres razas de perros, Schnauzer miniatura, Dóberman, y Labrador Retriever, fueron identificados como las más frecuentemente afectadas por lesiones neurológicas de origen estenótico a nivel de los vasos carotídeos. Aproximadamente el 50% de los perros que presentan estas alteraciones mueren de repente mientras que los otros tienden a desarrollar insuficiencia cardíaca congestiva aguda o crónica (Svicero *et al*, 2013; Gough y Thomas, 2004).

La enfermedad cerebrovascular se refiere a cualquier anomalía en el cerebro resultante de un proceso patológico que provoque dificultades en el abastecimiento sanguíneo, como una trombosis, embolismo o hemorragia (Atchaneeyasakul *et al*, 2016; Garosi, 2010; Gaitero, 2012). El accidente cerebro vascular (ACV) para el cual se usa el término de shock, es la presentación más común de la enfermedad cerebro vascular y es la tercera causa de muerte en seres humanos (Carter, 2008). Si bien la prevalencia de ACV en caninos es baja (1,5-2%), el shock es de presentación repentina y abrupta y comienza como un evento intracraneal intravascular con signos clínicos perdurables durante por lo menos 24hs. El choque isquémico puede ser causado por estenosis de una arteria intracraneal o por una obstrucción venosa (Wessmann *et al*, 2009; Carvalho, Andrade Neto, Diniz, 2012a; Farkas *et al*, 2007).

## ESTADO ACTUAL DEL TEMA

Los diferentes procedimientos de diagnóstico por imagen, se han desarrollado velozmente durante las dos últimas décadas, motivadas por el deseo de comprender y defender los tratamientos efectuados. Esto, es particularmente cierto en medicina humana, donde cada vez son más los métodos complementarios utilizados antes de realizar un diagnóstico (Wisner *et al*, 1991). Por otra parte, y más allá del costo adicional que esto significa, la práctica de estas pruebas es cada vez más frecuente en medicina veterinaria, lo que ha permitido diagnosticar enfermedades que hasta el presente no se consideraban dentro de la casuística clínica de los caninos (Zwingenberger, 2017; Carvalho, 2014b).

La ultrasonografía Doppler se ha utilizado en veterinaria desde finales de los 80. Se han realizado algunas investigaciones para determinar parámetros en el flujo normal de la sangre en la vena porta y evaluar posibles cambios de estas en los trastornos crónicos del hígado, considerando uno de los aportes que el Doppler puede brindar en el diagnóstico de patologías en medicina veterinaria (Nyland and Fisher, 1990).

Cada vaso sanguíneo presenta un parámetro característico lo que permite a su vez identificarlos. El conocimiento de estos parámetros normales posibilita conocer las alteraciones en los mismos. En medicina veterinaria la literatura muestra deficiencias en la estimación de estos valores en muchos de los vasos sanguíneos. Continuar con la investigación en esta área permitiría que el ultrasonido Doppler, sea implementado de manera rutinaria a fin de prevenir y evidenciar patologías que hasta ahora no son consideradas dentro del contexto de la clínica diaria de los pequeños animales (Jarretta, 2009).

Son varias las patologías que pueden afectar los vasos sanguíneos. Realizar una evaluación sistemática de los pacientes que se aproximen a determinados parámetros clínicos y la realización de estudios complementarios por ultrasonografía Doppler, evaluando diámetro, velocidad y dirección del flujo sanguíneo entre otros, incrementaría notablemente el diagnóstico de las mismas (Kealy *et al*, 2011).

En medicina humana, la alteración de los vasos carotídeos está mayormente relacionada con trastornos cerebrovasculares debido a la formación de placas ateroscleróticas y estenosis de este vaso (Baroncini *et al*, 2007; Beach y Bergelin, 2010).

Esta entidad es una combinación de cambios de las capas íntima y media que resulta en una acumulación de lípidos, componentes hemorrágicos, tejido fibroso y depósitos cálcicos en la pared del vaso. Estas placas ateroscleróticas pueden convertirse en lesiones complicadas con necrosis ulceración, y hemorragia. El asiento más frecuente de las lesiones ateroscleróticas son las bifurcaciones de los principales vasos, como por ejemplo la bifurcación carotídea. Las complicaciones más frecuentes de la arterosclerosis son las embolias, los aneurismas, las arteritis, trastornos vasoespásmicos y los síndromes de atrapamiento (Krebs, 2004; Zwiebel, 2008). La aterosclerosis da síntomas por la oclusión gradual del vaso. Los síntomas solo aparecen cuando la estenosis arterial ha alcanzado un grado crítico. El flujo y la presión sanguínea en una arteria no disminuyen significativamente hasta que se ha obliterado un 75% de la sección transversal del vaso (un 50% de reducción del diámetro de su luz) (Beach y Bergelin, 2010). Otros factores que influyen para determinar si la estenosis es crítica son longitud, viscosidad sanguínea y la resistencia periférica de la misma (Cole *et al*, 2020).

Se han realizado estudios en perros, para cuantificar el flujo sanguíneo en las arterias carótidas y estimar así el grado de estenosis y los efectos hemodinámicos de la misma, como una herramienta para evaluar su efecto en enfermedades cerebro vasculares en medicina humana (Calderon-Arnulphi *et.al* 2011).

En los caninos, las estenosis de los vasos del cuello pueden ocurrir por otras causas, como ser neoplasias propias de las arterias, de estructuras de la cabeza o del cuello (Carvalho, 2012b; Wisner, 2006). La hipercolesterolemia, la lipidemia y el hipotiroidismo son los hallazgos clínicos más comúnmente encontrados en caninos con arterosclerosis (Patterson *et.al* 1985; Hess *et.al* 2003; Blois *et al*, 2008).

Otra de las patologías que puede llegar a provocar disminución de la luz de un vaso con la consiguiente estenosis en perros es la presencia de trombos. El trombo puede fragmentarse y embolizar al pulmón (Rumack 1999; Polak, 2012).

En caninos, los aneurismas y los falsos aneurismas que son causados por el daño o ruptura de las capas de la pared arterial, pueden causar la formación de un trombo, con la consecuente embolización (Routh *et al.*, 2009).

Las malformaciones vasculares, son otra de las afecciones que se pueden presentar en los vasos sanguíneos, las mismas se pueden dividir en dos categorías, de alto flujo y de bajo flujo. Las de alto flujo comprenden malformaciones arteriales, fistulas arteriovenosas o malformaciones arteriovenosas. Las de bajo flujo son malformaciones venosas, malformaciones linfáticas y malformaciones capilares. Las malformaciones vasculares también pueden ser clasificadas en localizadas y difusas. En relación al pronóstico pueden ser inconsecuentes o amenazar la vida del animal (Nyland, 2015, Carvalho y Andrade Addad, 2009).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 1. Sujetos de estudio

Se trabajó con caninos sanos (n=30), de ambos sexos, entre 1 año y 10 años de edad, que asistieron al Hospital Escuela Veterinario de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional del Nordeste, para una consulta clínica de rutina (vacunación o desparasitación). Se tomó como criterio de exclusión aquellos pacientes que presentaron patologías cardiocirculatorias y/o patologías clínicas ubicadas en el cuello.

### 2. Diseño Experimental.

Se conformaron tres grupos según su estructura craneal: dolicocefálico, mesocefálico y braquicefálico, cada uno de ellos con un n=10. Para la medición de la conformación craneal se utilizó el índice cefálico, el cual se obtuvo aplicando la siguiente fórmula:

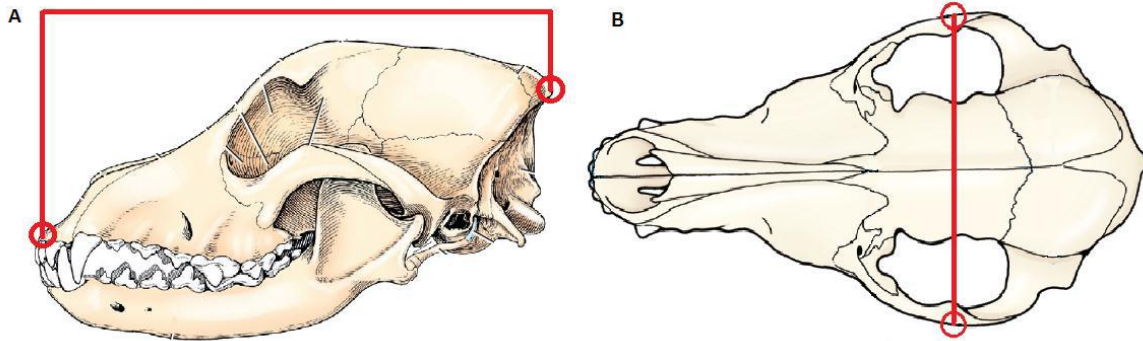
$$\text{Índice Cefálico (IC)} = \frac{\text{Ancho del cráneo}}{\text{Longitud del cráneo}} * 100$$

Las medidas tomadas se hicieron considerando:

**Longitud:** tomada desde la cresta de la nuca al extremo rostral de la sutura interincisiva.

**Ancho:** tomado entre los bordes de los arcos cigomáticos (Figura 3).





**Figura 3.** Mediciones para cálculo de Índice Cefálico. A, largo de la cabeza medido desde la protuberancia occipital externa hasta el borde anterior del hueso incisivo; B, ancho de la cabeza medido a nivel de los vértices de ambos arcos cigomáticos.

(Modificado de Evans y de Lahunta 2013).

El resultado es una relación que tiene en cuenta la longitud y el ancho del cráneo, la conformación de los grupos se hizo teniendo en cuenta lo referenciado por Getty *et al.* 1992. Siendo los valores de:

**Dolicocéfalo:** Índice Cefálico inferior a 55

**Mesocéfalo:** Índice Cefálico entre 55 y 80

**Braquicéfalo:** Índice Cefálico superior a 80

### 3. Preparación del Paciente

Se realizó la tricotomía con máquina en la región ventral y lateral del cuello. En aquellos pacientes que presentaron densidad pilosa reducida, se obvió esta maniobra a los efectos de reducir el estrés de manejo.

### 3.1 Sujeción y posicionamiento

Se trabajó con el paciente en decúbito dorsal y posteriormente decúbito lateral izquierdo y derecho con el cuello bien extendido (Figura 4). Posteriormente se procedió a la aplicación del gel acústico para aumentar la superficie de contacto de la piel con el transductor. Durante el estudio ecográfico los animales no fueron sedados para evitar que dicho procedimiento produjera alteraciones sobre los parámetros hemodinámicos a evaluar.



**Figura 4.** Posición de decúbito lateral de paciente mesocefálico, donde se demuestra la forma de colocar el transductor para realizar un corte longitudinal de la arteria carótida.

Svicero et al. BMC Veterinary Research 2013, 9:195 <http://www.biomedcentral.com>

### **3.2.Recolección de datos:**

Cada paciente fue identificado de acuerdo a los datos de edad, sexo, peso. Figurando en cada imagen la fecha y la hora de la exploración.

### **3.3 Equipamiento**

Se trabajó con un equipo de ultrasonografía de marca Mindray modelo M5Vet. Con modos B, M, Doppler color y Doppler espectral. Disco duro de 80 GB. Con monitor Smart3D.

El transductor utilizado en el estudio y con el que se realizaron todas las exploraciones fue Linear Array L17,5-10 Mhz.

Todos los pacientes siguieron un mismo protocolo de exploración y los datos obtenidos fueron reflejados en una ficha individual.

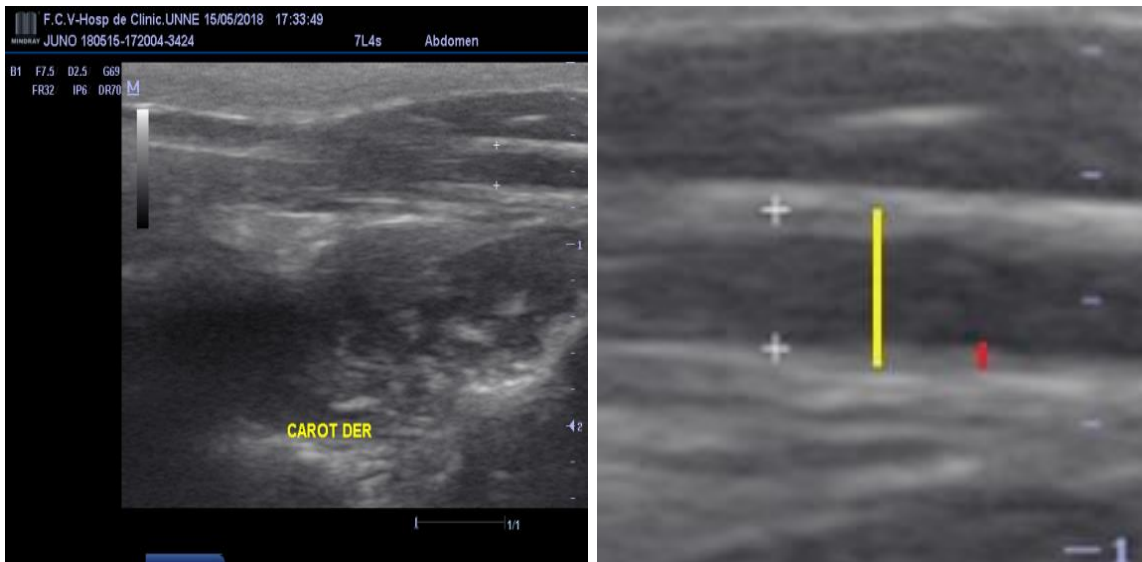
Como covariable se registró sexo, edad y el peso de cada individuo.

## **4-Protocolo de Exploración**

### **4.1-Ecografía Bidimensional:**

Se realizó un examen en Modo B para establecer una ubicación espacial y diferenciar los vasos de la zona. Se consideró para la evaluación la región comprendida desde la base del cuello hasta una línea imaginaria que pasa por la mitad del mismo, comenzando siempre en un corte transversal en la parte media del cuello y luego continuando en corte longitudinal. La arteria carótida común se localizó teniendo como referencia el margen dorsolateral y medial de la tráquea.

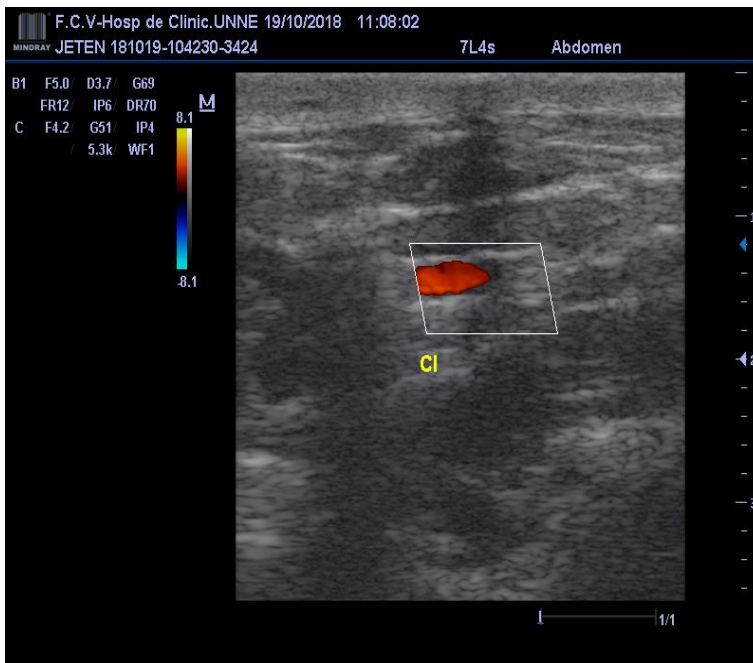
Se procedió luego a medir el diámetro del vaso ubicando uno de los caliper en la pared proximal del vaso y el otro en la pared distal, la medida se expresó en cm (Figura 5).



**Figura 5.** Ultrasonografía en modo B, de la arteria carótida común de un canino. El diámetro es la distancia que existe entre la transición de la capa íntima-adventicia proximal, hasta la distal (línea amarilla). En una imagen aumentada de la imagen A, se observa el espesor intima media, que es la distancia entre la luz del vaso hasta la transición de la capa íntima para la adventicia.

#### 4.2-Doppler color:

Mediante este modo se pudo evaluar la permeabilidad vascular y las características del flujo. Para estudiar la dirección del flujo se posicionó el vaso a evaluar dentro del cajón color o *steering* siguiendo la dirección de la arteria, dando la angulación correspondiente al vaso en relación al transductor. La escala color utilizada se fue modificando de acuerdo a la velocidad de la arteria evaluada en cada paciente (Figura 6).



**Figura 6.** Imagen en tiempo real con colores que representan la velocidad media del flujo. Se observa la arteria carótida de un canino, con una tinción roja que involucra a todo el vaso en forma homogénea, correspondiendo a un flujo laminar.

#### 4.3-Doppler Espectral:

Se trabajó con el filtro de pared bajo. Se utilizó un ángulo de insonación paralelo al transductor. El tamaño del volumen de muestra Doppler se fue adaptando de acuerdo al diámetro del vaso entre valores de 0,5 a 1mm. Se evaluó **permeabilidad** de los vasos determinando la presencia de flujo espectral. La **dirección del flujo** del vaso fue considerada, evaluando si el flujo se acercaba o se alejaba del transductor. El ángulo Doppler utilizado en ningún caso superó los 60°.

Se realizó el almacenamiento digital de las imágenes para su posterior post-procesado y estudio. Las imágenes fueron exportadas a una memoria externa en formato *.jpg* en alta resolución.

#### **4.3.1-VARIABLES CONSIDERADAS EN LA MORFOLOGÍA ESPECTRAL**

- Velocidad Sistólica Máxima (VSM): media de la frecuencia de desplazamiento de un número relativo de células sanguíneas medida en una porción del trazado, alcanzado en su punto máximo.
- Velocidad de Fin de Diástole (VFD): media de la frecuencia de desplazamiento de un número relativo de células sanguíneas medida en una porción del trazado, alcanzado en su punto mínimo en la morfología de onda.
- Índice de Resistencia (IR): Relaciona los resultados de la sustracción entre la velocidad sistólica máxima y la velocidad de fin de diástole sobre la velocidad sistólica máxima.

#### **5-ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Con la finalidad de observar el comportamiento de las variables cuantitativas analizadas, diámetro promedio (DP); velocidad pico sistólica promedio (VPSP), velocidad final diástole promedio (VFDP), índice de resistencia promedio (IRP) y peso, se realizó estadística descriptiva: promedio, desvío estándar, error estándar, coeficiente de variación, valores mínimos y máximos e intervalos de confianza.

## RESULTADOS

Con edades comprendidas entre 1 año a 8 años, los caninos fueron agrupados en tres grupos según su conformación craneana considerando el índice cefálico de cada uno de ellos. De esta manera el grupo 1 (dolicocefálico) está formado por 7 hembras y 3 machos, el grupo 2 (mesocefálico) por 6 machos y 4 hembras, y el grupo 3 (braquicefálico) por 7 hembras y 3 machos.

**Tabla 1:** Se reflejan todos los perros incluidos en este estudio detallando índice cefálico, edad, sexo, raza y peso.

N °	Índice Cefálico	Edad (años)	Sexo	Raza	Peso (Kg)
1	31	1	H	Indefinido	4.700
2	42	3	M	Indefinido	7.000
3	46	1	H	Dachshund	4.600
4	46	2	H	Indefinido	6.300
5	47	2	M	Dachshund	6.950
6	47	1	H	Indefinido	4.800
7	47	4	H	Dachshund	7.400
8	50	2	H	Indefinido	7.150
9	50	2	M	Indefinido	12.000
10	53	4	H	Dachshund	5.800
11	56	3	M	Caniche	4.350
12	56	8	H	Indefinido	9.300
13	57	2	H	Indefinido	16.100
14	61	6	M	Indefinido	9.300
15	64	4	M	Indefinido	9.350
16	68	3	H	Pit Bull	22.700

<b>17</b>	69	2	M	Indefinido	12500
<b>18</b>	69	8	H	Caniche	5.250
<b>19</b>	73	1	M	Caniche	3200
<b>20</b>	76	7	M	Indefinido	13.600
<b>21</b>	83	1	M	Bulldog Francés	7.000
<b>22</b>	84	1	H	Bulldog Francés	12.000
<b>23</b>	84	3	H	Boston	15.000
<b>24</b>	85	3	M	Boston	10.500
<b>25</b>	90	1	H	Boston	5.700
<b>26</b>	90	2	H	Boston	5.250
<b>27</b>	90	1	H	Boston	5.500
<b>28</b>	90	1	H	Bulldog Francés	11.500
<b>29</b>	92	8	M	Boston	8.600
<b>30</b>	100	4	H	Boston	5.700

A cada grupo en estudio se le tomaron las medidas del diámetro en cm, de las velocidades pico sistólica (VPS) en cm/s, de las velocidades de fin de diástole (VFD) en cm/s y de los índices de resistencia (IR) de las arterias carótidas izquierda y derecha respectivamente. Los datos observados se encuentran en las siguientes tablas:



**Tabla 2:** Se refleja el grupo de los pacientes dolicocefalos en el que se detallan peso, diámetro, velocidad pico sistólica, velocidad final diastólica e índice de resistencia de las carótidas izquierda y derecha respectivamente.

DOLICOCÉFALO	PESO	DIÁMETRO		VPS		VFD		IR	
		CI	CD	CI	CD	CI	CD	CI	CD
<b>1</b>	12,000	0,3	0,3	79	86	16	19	0,8	0,78
<b>2</b>	7,400	0,24	0,25	105	91	5	14	0,96	0,84
<b>3</b>	7,150	0,22	0,24	49	71	7	10	0,87	0,86
<b>4</b>	7,000	0,25	0,24	85	90	9	14	0,89	0,85
<b>5</b>	6,950	0,27	0,27	57	63	10	10	0,83	0,84
<b>6</b>	6,300	0,19	0,19	70	65	8	8	0,89	0,87
<b>7</b>	5,800	0,23	0,26	53	62	8	10	0,89	0,84
<b>8</b>	4,800	0,25	0,23	87	72	12	12	0,87	0,84
<b>9</b>	4,700	0,22	0,22	57	60	8	7	0,85	0,88
<b>10</b>	4,600	0,22	0,21	78	89	11	12	0,86	0,87

**Tabla 3:** Se refleja el grupo de los pacientes mesocéfalos en el que se detallan peso, diámetro, velocidad pico sistólica, velocidad final diastólica e índice de resistencia de las carótidas izquierda y derecha respectivamente.

MESOCÉFALO	PESO	DIÁMETRO		VPS		VFD		IR	
		CI	CD	CI	CD	CI	CD	CI	CD
<b>1</b>	22,700	0,37	0,36	74	76	15	8	0,8	0,89
<b>2</b>	16,100	0,39	0,38	73	71	6	18	0,92	0,75
<b>3</b>	13,600	0,33	0,34	62	60	9	7	0,86	0,88
<b>4</b>	12,500	0,32	0,33	54	60	10	8	0,86	0,84
<b>5</b>	9,350	0,32	0,31	41	55	8	12	0,81	0,77
<b>6</b>	9,300	0,28	0,28	67	51	14	11	0,79	0,79
<b>7</b>	9,300	0,3	0,32	56	51	9	7	0,8	0,86
<b>8</b>	5,250	0,27	0,24	63	70	10	10	0,85	0,86
<b>9</b>	4,350	0,23	0,22	76	75	10	10	0,87	0,87
<b>10</b>	3,200	0,22	0,21	42	34	8	7	0,84	0,79

**Tabla 4:** Se refleja el grupo de los braquicéfalos en el que se detallan peso, diámetro, velocidad pico sistólica, velocidad final diastólica e índice de resistencia de las carótidas izquierda y derecha respectivamente.

BRAQUICÉFALO	PESO	DIÁMETRO		VPS		VFD		IR	
		CI	CD	CI	CD	CI	CD	CI	CD
1	15,000	0,3	0,2	72	74	19	20	0,77	0,7
2	12,000	0,3	0,3	79	66	16	15	0,8	0,7
3	11,500	0,34	0,35	67	67	9	10	0,87	0,86
4	10,500	0,29	0,28	58	66	10	10	0,83	0,85
5	8,600	0,26	0,26	68	77	9	9	0,87	0,88
6	7,000	0,27	0,27	63	59	8	8	0,88	0,86
7	5,700	0,2	0,2	55	57	8	7	0,85	0,8
8	5,700	0,21	0,21	50	56	9	10	0,82	0,83
9	5,500	0,26	0,23	66	77	9	9	0,87	0,88
10	5,250	0,23	0,24	73	82	8	8	0,9	0,9

### **PESO, DIÁMETRO, VELOCIDADES, INDICE DE RESISTENCIA**

Se observa que en el grupo de los dolicocefalos la media de los pesos de los caninos en estudio fue de  $6,670 \pm 2,160$ kg (con valor mínimo de 4,600kg y valor máximo de 12kg), en cuenta que la del grupo de los mesocéfalos fue de  $10,570 \pm 5,930$ kg (con valor mínimo de 3,200kg y valor máximo de 22,700kg), y la del grupo de los braquicéfalos fue de  $8,680 \pm 3,410$ kg (con valor mínimo de 5,250kg y valor máximo de 15kg) (Tabla 5).

Por otro lado, con un 95% de confianza podemos afirmar que la media poblacional del peso se estima (5,130 – 8,210 kg) para el grupo de los dolicocefalos, (6,320 – 14,810 kg) para el grupo de los mesocéfalos y (6,240 – 11,110 kg) para el grupo de los braquicéfalos (Tabla 5).

**Tabla 5:** Se describe el peso de las conformaciones craneales evaluadas. Los datos están medidos en kg, excepto el coeficiente de variación y el error estándar.

CONFORMACIÓN	MEDIA ± D.E.	E.E.	CV	MÍN.	MÁX.	LI (95%)	LS (95%)
<b>DOLICOCÉFALO</b>	6,670 ± 2,160	0,680	32,36%	4,600	12,000	5,130	8,210
<b>MESOCÉFALO</b>	10,570 ± 5,930	1,880	56,14%	3,200	22,700	6,320	14,810
<b>BRAQUICÉFALO</b>	8,680 ± 3,410	1,080	39,32%	5,250	15,000	6,240	11,110

Se hicieron estos cálculos **sin tener cuenta la conformación craneana** de los caninos.

En el grupo en estudio se observa que la media de los diámetros promedios (DP) fue de 0,27±0,05cm (con valor mínimo de 0,19cm y valor máximo de 0,39cm). La media de las velocidades pico sistólico promedio (VPSP) fue de 66,87±12,68cm/seg (con valor mínimo de 38cm/seg y valor máximo de 98cm/seg). La media de las velocidades de fin de diástole promedio (VFDP) fueron de 10,3±2,88cm/seg (con valor mínimo de 7,5cm/seg y valor máximo de 19,5cm/seg). La media de los índices de resistencia promedio (IRP) fue de 0,85±0,04(con valor mínimo de 0,74 y valor máximo de 0,9). La media de los pesos de los caninos en estudio fue de 8,640kg±4,310kg (con valor mínimo de 3,200kg y valor máximo de 22,7kg). La media de la edad de los perros es de 3,03 ± 2,25 años (Tabla 6).

Con un 95% de confianza podemos afirmar que la media poblacional del diámetro promedio (DP) se estima que se encuentra entre (0,25 - 0,29 cm). La media poblacional de la velocidad pico sistólico promedio (VPSP) se estima que se halla entre (62,13 - 71,6cm/seg). La media poblacional de la velocidad de fin de diástole promedio (VFDP) se estima que está entre (9,22 -11,38cm/seg) y la media poblacional del índice de resistencia promedio (IRP) se estima que se encuentra entre (0,83 - 0,86) (Tabla 6).

**Tabla 6:** Se describe el peso, edad, DP, VPSP, VFDP e IRP de todos los perros en estudio. Los datos están medidos en kg, años, cm y cm/s.

VARIABLE	MEDIA ± D. E.	E.E.	CV	MÍN	MÁX	LI (95%)	LS (95%)
PESO	8,640 ± 4,310	0,790	49,92	3,200	22,700	7,030	10,250
EDAD	3,03 ± 2,25	0,41	74,21	1	8	2,19	3,87
DP	0,27 ± 0,05	0,01	18,9	0,19	0,39	0,25	0,29
VPSP	66,87 ± 12,68	2,31	18,96	38	98	62,13	71,6
VFDP	10,3 ± 2,88	0,53	27,98	7,5	19,5	9,22	11,38
IRP	0,85 ± 0,04	0,01	4,72	0,74	0,9	0,83	0,86

Se realiza también un análisis de los perros en estudio según su sexo (18 hembras y 12 machos). En el grupo de las hembras se observa que la media de los diámetros promedios (DP) fue de  $0,26 \pm 0,06$  cm (con valor mínimo de 0,19 cm y valor máximo de 0,39 cm) mientras que en el de los machos fue de  $0,28 \pm 0,04$  cm (con valor mínimo de 0,22 cm y valor máximo de 0,34 cm) (Tabla 7) (Figura 7).

La media de las velocidades pico sistólico promedio (VPSP) fueron de  $69,31 \pm 11,3$  cm/seg (con valor mínimo de 53 cm/seg y valor máximo de 98 cm/seg) y de  $63,21 \pm 14,21$  cm/seg (con valor mínimo de 38 cm/seg y valor máximo de 87,5 cm/seg) para las hembras y para los machos respectivamente (Tabla 7).

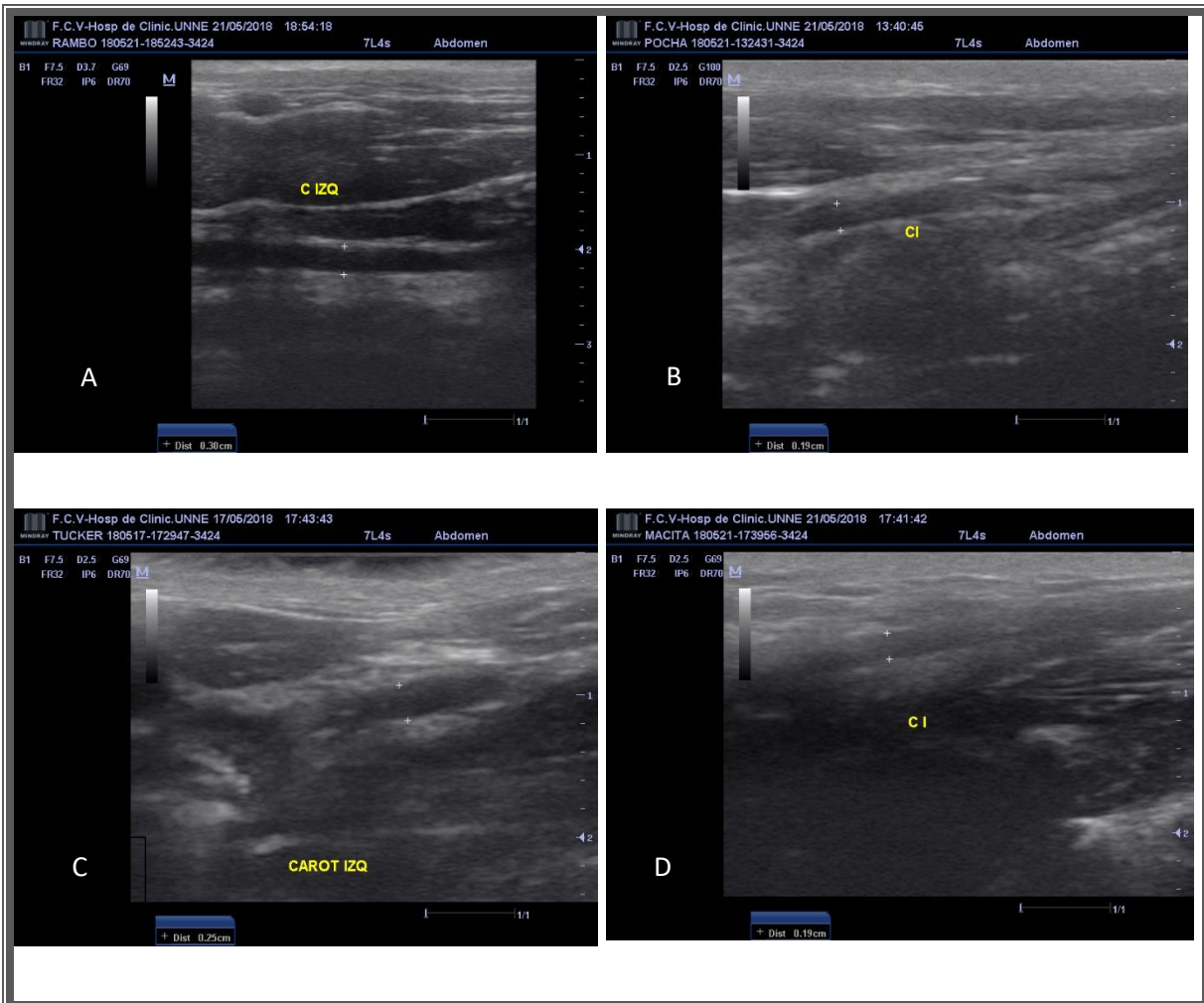
La media de las velocidades de fin de diástole promedio (VFDP) fueron de  $10,58 \pm 3,05$  cm/seg (con valor mínimo de 7,5 cm/seg y valor máximo de 19,5 cm/seg) para las hembras y de  $9,88 \pm 2,67$  cm/seg (con valor mínimo de 7,5 cm/seg y valor máximo de 17,5 cm/seg) para los machos (Tabla 7).

La media de los índices de resistencia promedio (IRP) fue de  $0,85 \pm 0,05$  (con valor mínimo de 0,74 y valor máximo de 0,9) y de  $0,84 \pm 0,03$  (con valor mínimo de 0,79 y valor máximo de 0,88) en el grupo de las hembras y de los machos respectivamente. La media de los pesos de las hembras en estudio fue de  $8,600 \pm 5,020$  kg (con valor mínimo de 4,600 kg y valor máximo de 22,7 kg) y de los machos fue de  $8,700 \pm 3,180$  kg (con valor mínimo de 3,200 kg y valor máximo de 13,600 kg) (Tabla 7).

Con un 95% de confianza podemos afirmar que la media poblacional del diámetro promedio (DP) para las hembras es (0,23 – 0,29 cm) y (0,26 – 0,31 cm) para los machos. La media poblacional de la velocidad pico sistólico promedio (VPSP) se estima que se halla entre (63,68 – 74,93 cm/seg) para las hembras y (54,18 – 72,24 cm/seg) para los machos. La media poblacional de la velocidad de fin de diástole promedio (VFDP) se estima que está entre (9,06 – 12,1 cm/seg) para las hembras y (8,18 – 11,57 cm/seg) para los machos. La media poblacional del índice de resistencia promedio (IRP) se estima que se encuentra entre (0,83 - 0,87) para las hembras y (0,82 – 0,86) para los machos (Tabla 7).

**Tabla 7:** Se describe el DP, VPSP, VFDP e IRP de todos los perros evaluados según su sexo. Los datos están medidos en kg, cm y cm/s.

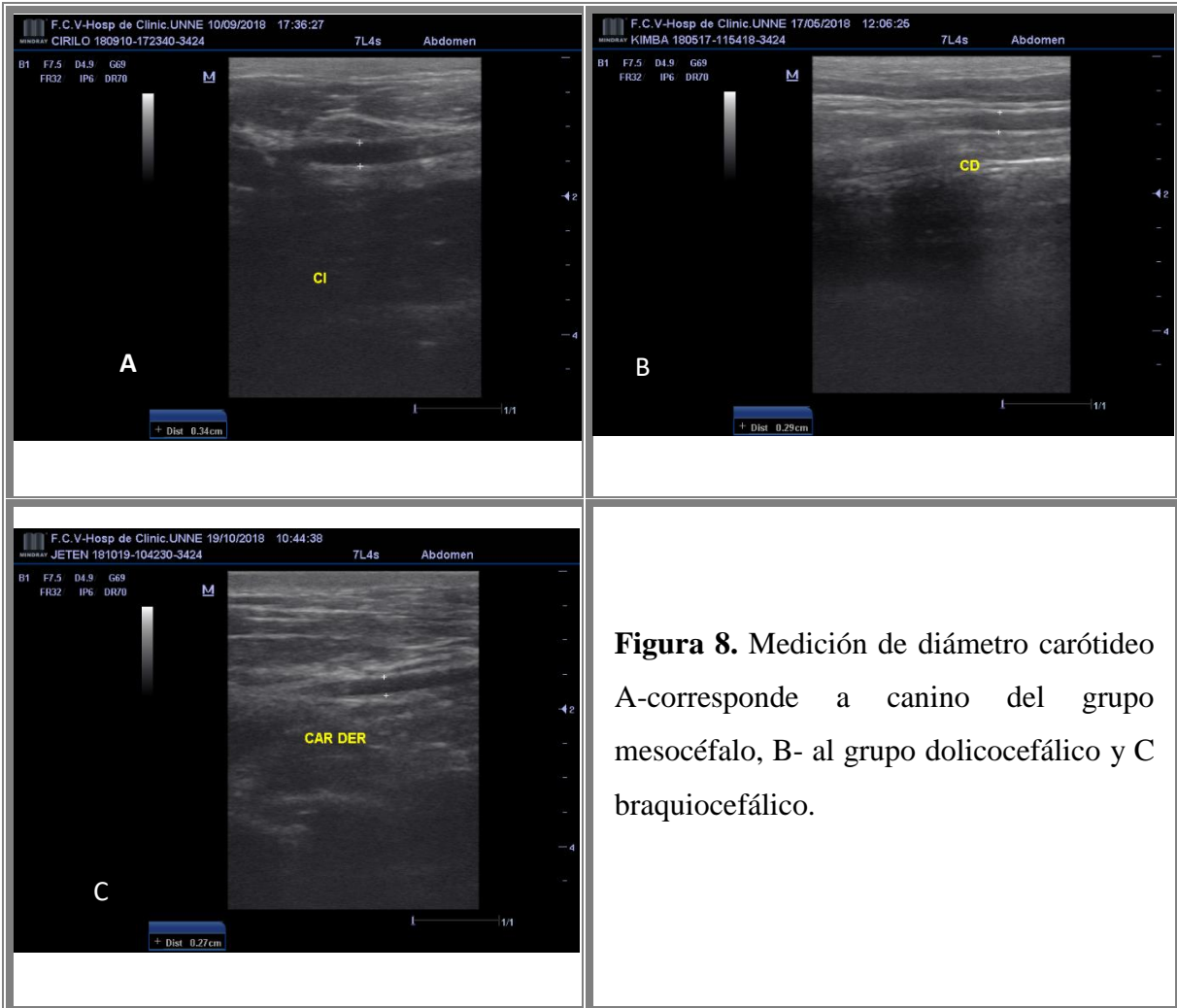
SEXO	VARIABLE	MEDIA ± D. E.	E.E.	CV	MÍN	MÁX	LI (95%)	LS (95%)
Hembra	DP	0,26 ± 0,06	0,01	21,86	0,19	0,39	0,23	0,29
Macho		0,28 ± 0,04	0,01	13,76	0,22	0,34	0,26	0,31
Hembra	VPSP	69,31 ± 11,3	2,66	16,31	53	98	63,68	74,93
Macho		63,21 ± 14,21	4,1	22,48	38	87,5	54,18	72,24
Hembra	VFDP	10,58 ± 3,05	0,72	28,86	7,5	19,5	9,06	12,1
Macho		9,88 ± 2,67	0,77	27,06	7,5	17,5	8,18	11,57
Hembra	IRP	0,85 ± 0,05	0,01	5,39	0,74	0,9	0,83	0,87
Macho		0,84 ± 0,03	0,01	3,69	0,79	0,88	0,82	0,86
Hembra	PESO	8,6 ± 5,02	1,18	58,34	4,6	22,7	6,1	11,09
Macho		8,7 ± 3,18	0,92	36,59	3,2	13,6	6,67	10,72



**Figura 7.** Medidas del diámetro de la carótida donde se evidencia la diferencia de diámetro entre machos y hembras. A. canino macho diámetro 0,30cm, B y C-corresponden a hembras con diámetro de 0,19cm. D-canino macho con diámetro de 0,25cm.

**Considerando los distintos tipos de estructuras craneales los resultados fueron:**

En el grupo de los dolicocefalos la media de los diámetros promedios (DP) fue de  $0,24 \pm 0,03$ cm (con valor mínimo de 0,19cm y valor máximo de 0,3cm ), en cuanto que la del grupo de los mesocéfalos fue de  $0,31 \pm 0,06$ cm (con valor mínimo de 0,22cm y valor máximo de 0,39cm ), y la del grupo de los braquicéfalos fue de  $0,26 \pm 0,04$ cm (con valor mínimo de 0,2cm y valor máximo de 0,35cm) (Tabla 8) (Figura 8).



Del análisis del intervalo de confianza se observa que con un 95% de confianza podemos afirmar que que la media poblacional del diámetro promedio (DP) se estima a partir de la media muestral calculada para el grupo de los dolicocefalos (0,22 – 0,26cm), para el grupo de los mesocéfalos (0,26 – 0,35cm) y para el grupo de los braquicéfalos (0,23 – 0,29cm) (Tabla 8).

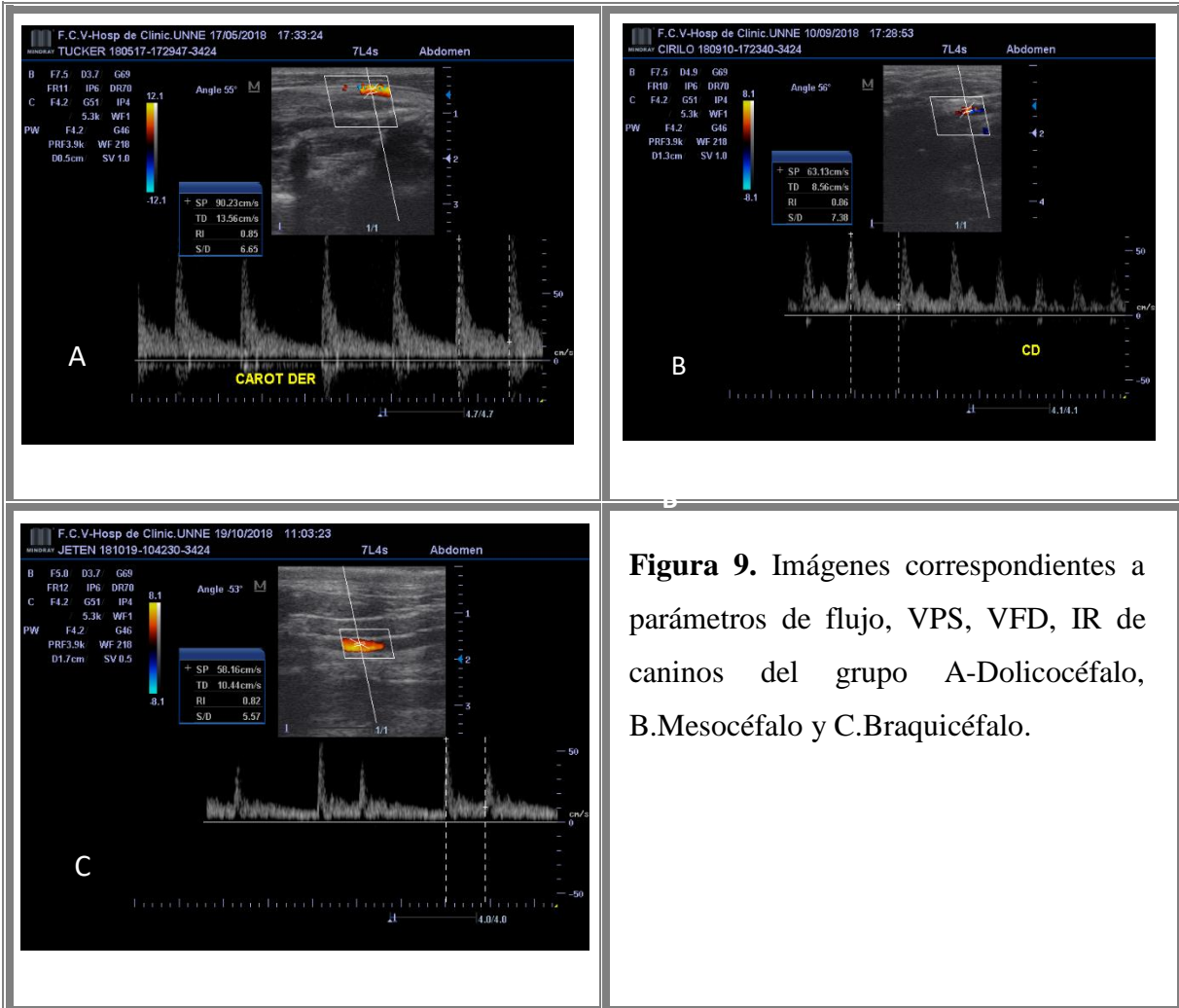


**Tabla 8:** Se describe el diámetro promedio (DP) de las conformaciones craneales evaluadas. Los datos están medidos en cm, excepto el coeficiente de variación y el error estándar.

CONFORMACIÓN	MEDIA±D.E.	E.E.	CV	MÍN.	MÁX.	LI (95%)	LS (95%)
<b>DOLICOCÉFALO</b>	0,24± 0,03	0,01	12,44%	0,19	0,3	0,22	0,26
<b>MESOCÉFALO</b>	0,31± 0,06	0,02	18,63%	0,22	0,39	0,26	0,35
<b>BRAQUICÉFALO</b>	0,26±0,04	0,01	16,76%	0,2	0,35	0,23	0,29

La media de las velocidades pico sistólico promedio (VPSP) fueron de 73,45±14,51cm/seg (con valor mínimo de 57,5cm/seg y valor máximo de 98cm/seg), 60,55±12,16cm/seg (con valor mínimo de 38cm/seg y valor máximo de 75,5cm/seg) y 66,6 ±8,19cm/seg (con valor mínimo de 53cm/seg y valor máximo de 77,5cm/seg) en el grupo de los dolicocefalos, mesocefalos y braquicefalos respectivamente (Tabla 9) (Figura 9).

Con un 95% de confianza podemos afirmar que la media poblacional de la velocidad pico sistólico promedio (VPSP) se estima que se halla entre (63,7 – 83,83 cm/seg), para las conformaciones craneanas dolicocefalas, (51,85 – 69,25 cm/seg) para las conformaciones craneanas mesocefalas y (60,74 – 72,46 cm/seg) para las conformaciones craneanas braquicefalas (Tabla 9).



**Figura 9.** Imágenes correspondientes a parámetros de flujo, VPS, VFD, IR de caninos del grupo A-Dolicocéfalo, B.Mesocéfalo y C.Braquicéfalo.

**Tabla 9:** Se describe la velocidad pico sistólico promedio (VPSP) de las conformaciones craneales evaluadas. A-Dolicocéfalo, B-Mesocéfalo y C-braquiocéfalo. Los datos están medidos en cm/s, excepto el coeficiente de variación y el error estándar.

CRÁNEO	MEDIA±D.E.	E.E.	CV	MÍN.	MÁX.	LI (95%)	LS (95%)
<b>DOLICOCÉFALO</b>	73,45± 14,51	4,59	19,75%	57,5	98	63,07	83,83
<b>MESOCÉFALO</b>	60,55± 12,16	3,84	20,07%	38	75,5	51,85	69,25
<b>BRAQUICÉFALO</b>	66,6 ± 8,19	2,59	12,29%	53	77,5	60,74	72,46

La media de las velocidades de fin de diástole promedio (VFDP) fueron de 10,5±2,91cm/seg (con valor mínimo de 7,5cm/seg y valor máximo de 17,5cm/seg), 9,85±1,75cm/seg (con valor mínimo de 7,5cm/seg y valor máximo de 12,5cm/seg) y de 10,55±3,86cm/seg (con valor mínimo de 7,5cm/seg y valor máximo de 19,5cm/seg) en el grupo de los dolicocéfalos, mesocéfalos y braquicéfalos respectivamente. Además, se observa que el grupo de los braquicéfalos presenta mayor variabilidad en los datos obtenidos que el grupo de los dolicocéfalos, y en estos últimos hay mayor variación que en el grupo de los mesocéfalos (Tabla 10).

Por otra parte, con un 95% de confianza podemos afirmar que la media poblacional de la velocidad de fin de diástole promedio (VFDP) se estima que está entre (8,42 – 12,58 cm/seg) en el grupo de los dolicocéfalos, (8,6 – 11,1 cm/seg) en el grupo de los mesocéfalos y (7,79 – 13,31 cm/seg) en el grupo de los braquicéfalos (Tabla 10).

**Tabla 10:** Se describe velocidad de fin de diástole promedio (VFDP) de las conformaciones craneales evaluadas. Los datos están medidos en cm/s, excepto el coeficiente de variación y el error estándar.

CRÁNEO	MEDIA ±D.E.	E.E.	CV	MÍN.	MÁX.	LI (95%)	LS (95%)
<b>DOLICOCÉFALO</b>	10,5± 2,91	0,92	27,68%	7,5	17,5	8,42	12,58
<b>MESOCÉFALO</b>	9,85± 1,75	0,55	17,75%	7,5	12,5	8,6	11,1
<b>BRAQUICÉFALO</b>	10,55 ± 3,86	1,22	36,61%	7,5	19,5	7,79	13,31

Se observa que en el grupo de los dollicocéfalos la media de los índices de resistencia promedio (IRP) del grupo de los dollicocéfalos fue de  $0,86 \pm 0,03$  (con valor mínimo de 0,79 y valor máximo de 0,9), la del grupo de mesocéfalos fue de  $0,84 \pm 0,03$  (con valor mínimo de 0,79 y valor máximo de 0,87) y la del grupo de los braquicéfalos fue de  $0,84 \pm 0,05$  (con valor mínimo de 0,74 y valor máximo de 0,9). También se observa que el grupo de los braquicéfalos presenta mayor variabilidad en los datos obtenidos que en el grupo de los mesocéfalos, y en estos últimos hay mayor variación que en el grupo de los dollicocéfalos (Tabla 11).

Además, con un 95% de confianza podemos afirmar que la media poblacional del índice de resistencia promedio (IRP) se estima a partir de la media muestral calculada es (0,84 – 0,88) para el grupo de los dollicocéfalos, (0,82 – 0,86) para los mesocéfalos y (0,8 – 0,88) para los braquicéfalos (Tabla 11).

**Tabla 11:** Se describe el índice de resistencia promedio (IRP) de las conformaciones craneales evaluadas.

CONFORMACIÓN	MEDIA ± D. E.	E.E.	CV	MÍN.	MÁX.	LI (95%)	LS (95%)
<b>DOLICOCÉFALO</b>	0,86 ± 0,03	0,01	3,41%	0,79	0,9	0,84	0,88
<b>MESOCÉFALO</b>	0,84± 0,03	0,01	3,52%	0,79	0,87	0,82	0,86
<b>BRAQUICÉFALO</b>	0,84 ± 0,05	0,02	6,51%	0,74	0,9	0,8	0,88

## CORRELACIÓN

Con la finalidad de observar el comportamiento recíproco de las variables se obtuvo el coeficiente de correlación de Pearson, para cada uno de los parámetros estudiados; diámetro promedio (DP); velocidad pico sistólico promedio (VPSP), velocidad final diástole promedio (VFDP), índice de resistencia promedio (IRP) y peso; con respecto a su conformación craneana: dolicocefalo, mesocéfalo y braquicéfalo.

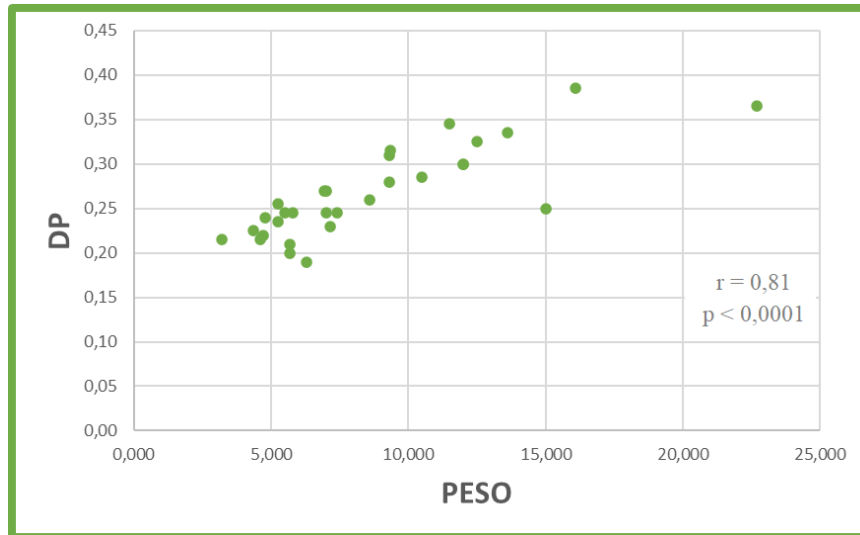
## COEFICIENTES DE CORRELACIÓN

Se calculó del coeficiente de Pearson para evaluar la presencia de la correlación entre los valores de las variables medidos sin tener cuenta la conformación craneana de los caninos. Las variables PESO y DP tienen una fuerte correlación positiva, así como también están relacionadas moderadamente las variables PESO y VFDP y las variables VPSP y VFDP. Además, las variables PESO e IRP y VFDP e IRP están relacionadas negativamente, las primeras de manera fuerte y las últimas de forma moderada (Tabla 12).

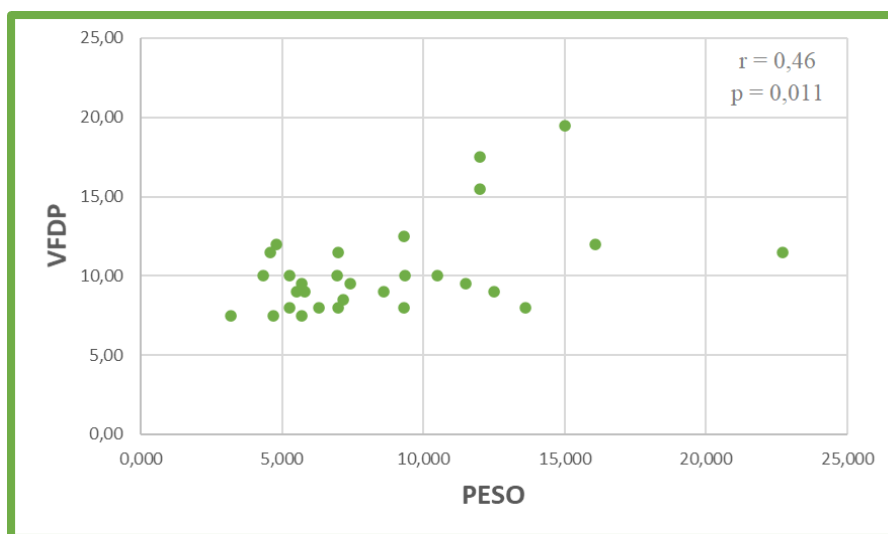
**Tabla 12:** Matriz de los coeficientes de Pearson y probabilidades sin tener en cuenta la conformación craneana.

Variable (1)	Variable (2)	Pearson	p-valor
<b>PESO</b>	<b>DP</b>	<b>0,81</b>	<b>&lt;0,0001</b>
PESO	VPSP	0,13	0,4971
<b>PESO</b>	<b>VFDP</b>	<b>0,46</b>	<b>0,0110</b>
<b>PESO</b>	<b>IRP</b>	<b>-0,37</b>	<b>0,0454</b>
PESO	EDAD	0,12	0,5321
DP	VPSP	0,01	0,9757
DP	VFDP	0,22	0,2473
DP	IRP	-0,20	0,2840
DP	EDAD	0,17	0,3736
<b>VPSP</b>	<b>VFDP</b>	<b>0,42</b>	<b>0,0196</b>
VPSP	IRP	0,26	0,1614
VPSP	EDAD	-0,08	0,6690
<b>VFDP</b>	<b>IRP</b>	<b>-0,71</b>	<b>&lt;0,0001</b>
VFDP	EDAD	-0,04	0,8278
IRP	EDAD	-0,02	0,9263

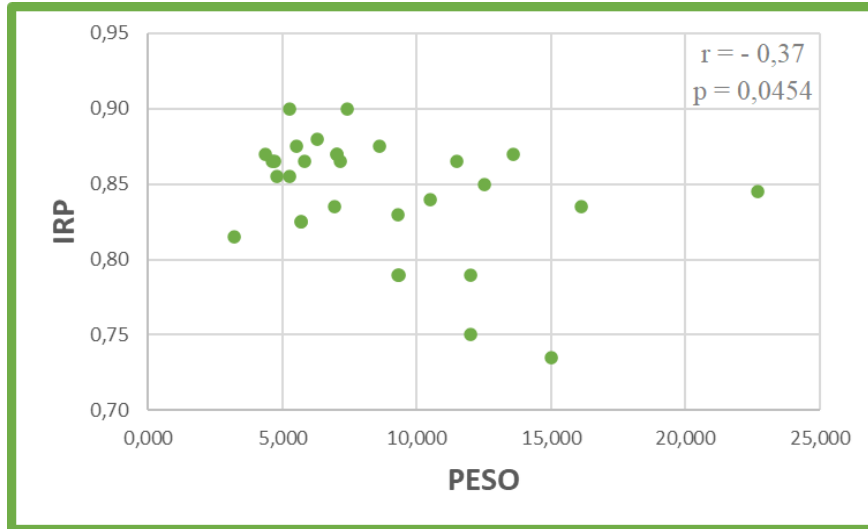
Los siguientes gráficos de dispersión muestran las correlaciones positivas y negativas observadas sin tener en cuenta la conformación craneana de los caninos.



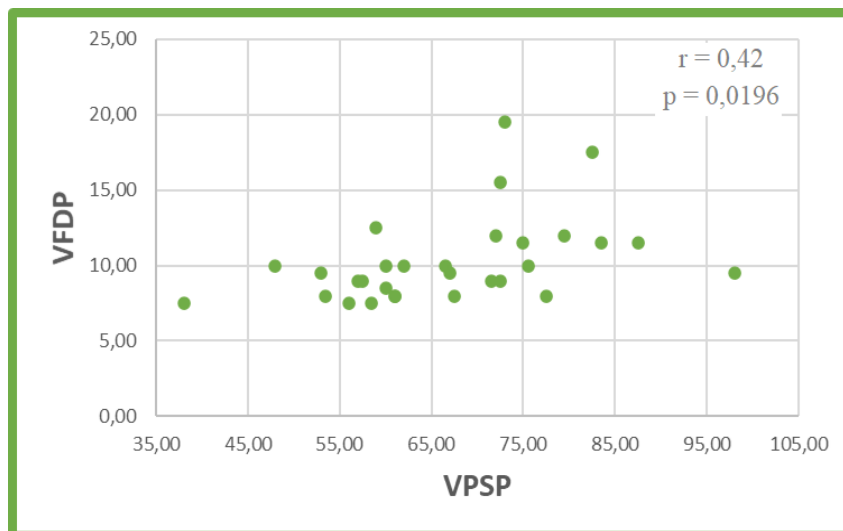
**Gráfico 1.** Diagrama de dispersión que muestra el alto grado de correlación positiva entre el peso y los diámetros promedio de los caninos.



**Gráfico 2.** Diagrama de dispersión que muestra la correlación moderada positiva entre el peso y las velocidades de fin de diástole promedio de los caninos.

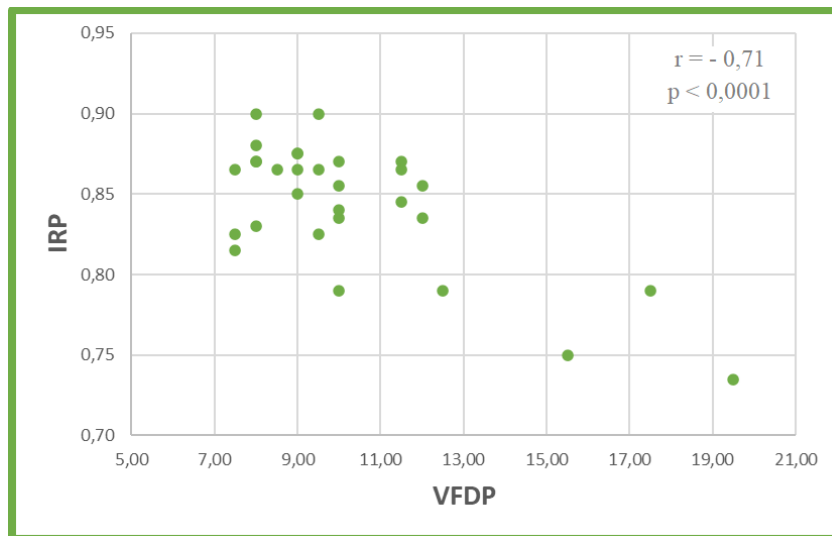


**Gráfico 3.** Diagrama de dispersión que muestra la correlación significativa negativa entre el peso y los índices de resistencia promedio de los caninos.



**Gráfico 4.** Diagrama de dispersión que muestra la correlación moderada positiva entre las velocidades pico sistólicas promedio y las velocidades de fin de diástole promedio de los caninos.





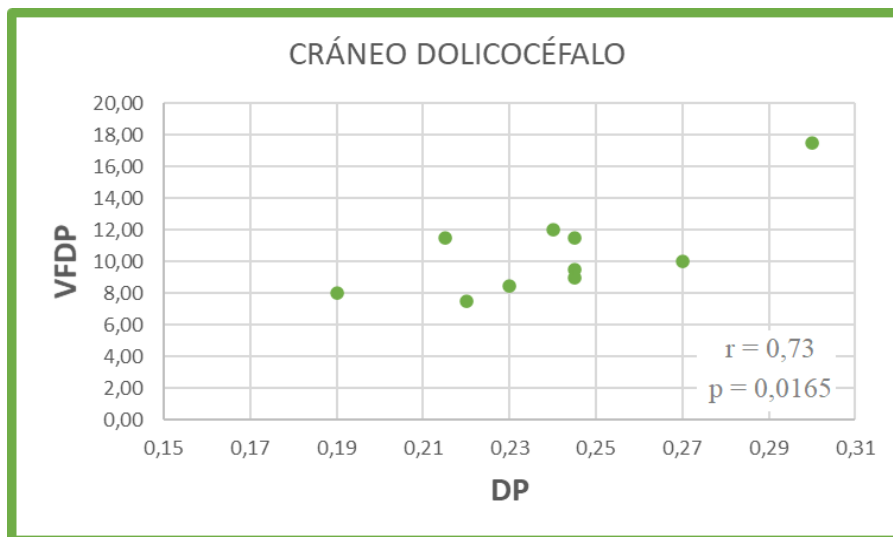
**Gráfico 5.** Diagrama de dispersión que muestra la correlación fuerte negativa entre las velocidades de fin de diástole promedio y los índices de resistencia promedio de los caninos.

Por otro lado, el cálculo del coeficiente de Pearson para evaluar la presencia de la correlación entre los valores de las variables arrojó en el grupo de los dolicocefalos que las variables VPSP no está relacionada significativamente con ninguna de las demás variables. Sin embargo, se observa que las variables DP y VFDP están relacionadas positivamente mientras que las variables DP e IRP y VFDP e IRP están relacionadas negativamente (Tabla 13).

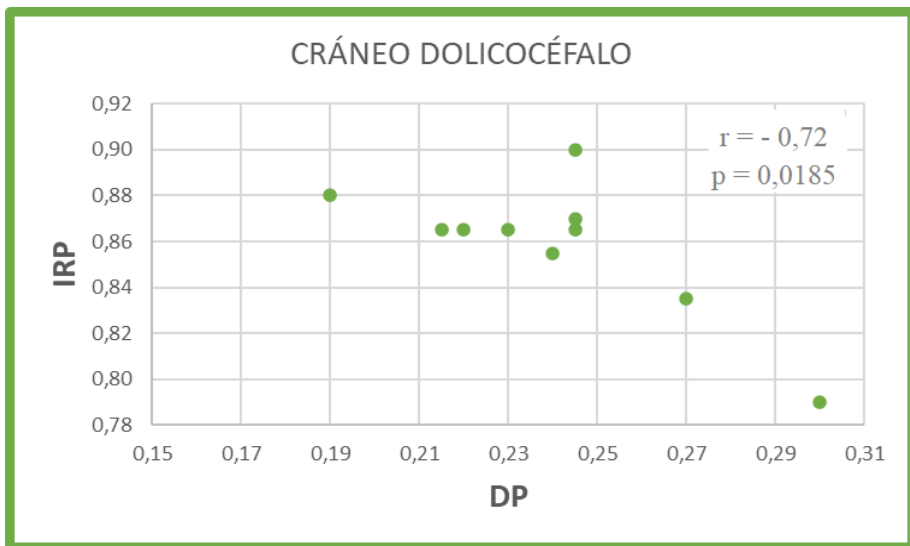
**Tabla 13:** Matriz de los coeficientes de Pearson y probabilidades de la conformación craneana dolicocefala.

DOLICOCÉFALO			
Variable (1)	Variable (2)	Pearson	p-valor
DP	VPSP	0,23	0,5266
<b>DP</b>	<b>VFDP</b>	<b>0,73</b>	<b>0,0165</b>
<b>DP</b>	<b>IRP</b>	<b>-0,72</b>	<b>0,0185</b>
VPSP	VFDP	0,50	0,1423
VPSP	IRP	0,08	0,8321
<b>VFDP</b>	<b>IRP</b>	<b>-0,80</b>	<b>0,0054</b>

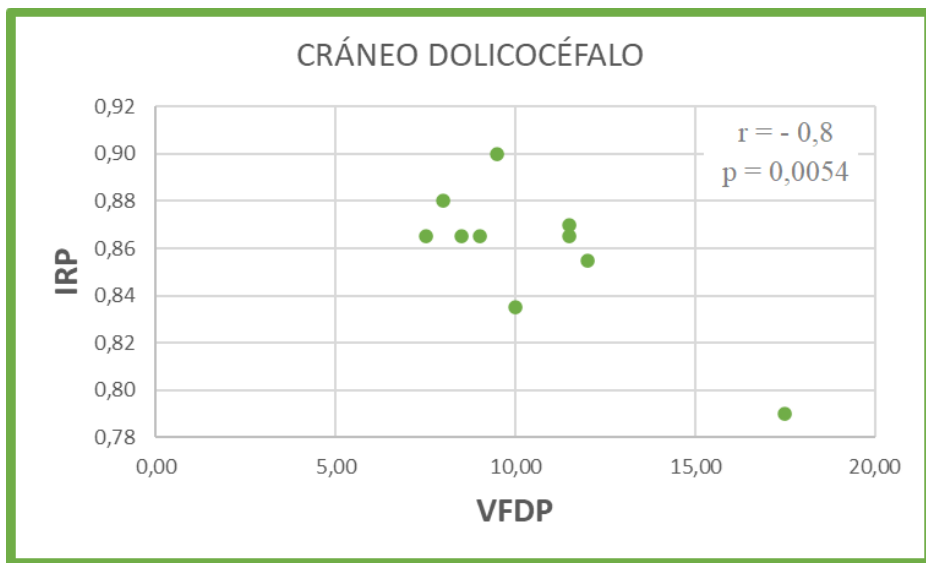
En los siguientes gráficos de dispersión se muestran las correlaciones encontradas.



**Gráfico 6.** Diagrama de dispersión que muestra correlación positiva entre los diámetros promedio y las velocidades de fin de diástole promedio del grupo de los dolicocefalos.



**Gráfico 7.** Diagrama de dispersión que muestra la correlación de alto grado negativa entre los diámetros promedio y los índices de resistencia promedio del grupo de los doliocéfalos.



**Gráfico 8.** Diagrama de dispersión que muestra el alto grado de correlación negativa entre las velocidades de fin de diástole promedio y los índices de resistencia promedio del grupo de los doliocéfalos.

Por otra parte, se observa que el grupo de los mesocéfalos las variables DP, VPSP, VFDP e IRP no están relacionadas significativamente entre ellas (Tabla 14).

**Tabla 14:** Matriz de los coeficientes de Pearson y probabilidades de la conformación craneana mesocéfala.

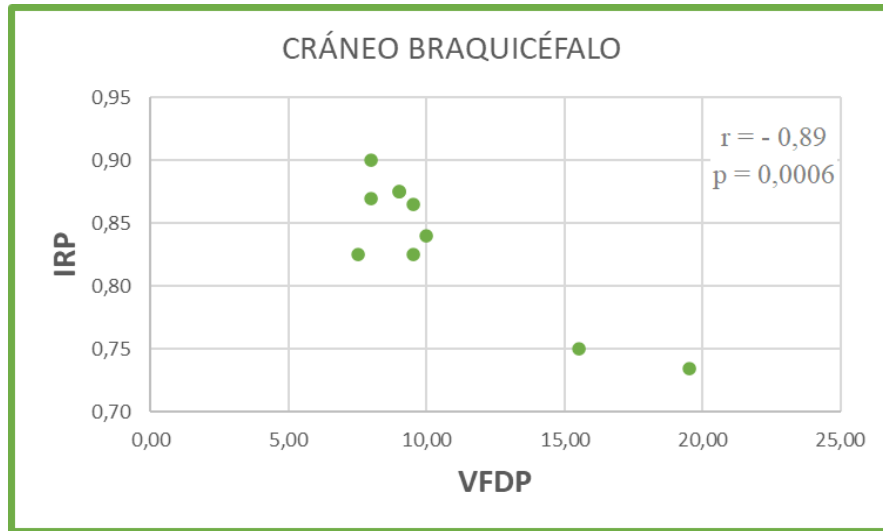
MESOCÉFALO			
Variable (1)	Variable (2)	Pearson	p-valor
DP	VPSP	0,35	0,3198
DP	VFDP	0,35	0,3223
DP	IRP	0,06	0,8626
VPSP	VFDP	0,59	0,0696
VPSP	IRP	0,59	0,0698
VFDP	IRP	-0,25	0,4915

De igual manera se observa que en el grupo de los braquicéfalos las variables DP, VPSP y VFDP tampoco están relacionadas significativamente entre ellas. Sin embargo, se observa que existe una correlación negativa fuerte entre las variables VFDP e IRP (Tabla 15).

**Tabla 15:** Matriz de los coeficientes de Pearson y probabilidades de la conformación craneana braquicéfala.

BRAQUICÉFALO			
Variable (1)	Variable (2)	Pearson	p-valor
DP	VPSP	0,33	0,3542
DP	VFDP	0,18	0,6198
DP	IRP	-3,70E-03	0,9919
VPSP	VFDP	0,37	0,2943
VPSP	IRP	2,50E-04	0,9995
<b>VFDP</b>	<b>IRP</b>	<b>-0,89</b>	<b>0,0006</b>

En el siguiente gráfico de dispersión se muestra la correlación negativa que existe entre VFDP e IRP para la conformación craneana braquicéfala. (Gráfico 9)



**Gráfico 9.** Diagrama de dispersión que muestra el alto grado de correlación negativa entre las velocidades de fin de diástole promedio y los índices de resistencia promedio del grupo de los braquicéfalos.

## ANOVA

Para el análisis de varianza, la hipótesis nula ( $H_0$ ) se rechazó con un nivel de  $\alpha$  del 5%. Cuando el análisis detectó diferencias significativas, se aplicó la prueba de Tuckey como test de comparación de medias. Del análisis estadístico de las variables no se registraron diferencias estadísticamente significativas para velocidad pico sistólico promedio (VPSP), velocidad final diástole promedio (VFDP) e índice de resistencia promedio (IRP) con respecto a la conformación craneana (Tablas 16, 17 y 18).

**Tabla 16:** Test de comparación de medias de la variable VPSP en los grupos dolicocefalo, mesocéfalo y braquicéfalo.

CRÁNEO	Medias	n	E.E.	
MESOCÉFALO	60,55	10	3,77	A
BRAQUICÉFALO	66,60	10	3,77	A
DOLICOCÉFALO	73,45	10	3,77	A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

**Tabla 17:** Test de comparación de medias de la variable VFDP en los grupos dolicocefalo, mesocéfalo y braquicéfalo.

CRÁNEO	Medias	n	E.E.	
MESOCÉFALO	9,85	10	0,94	A
DOLICOCÉFALO	10,50	10	0,94	A
BRAQUICÉFALO	10,55	10	0,94	A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

**Tabla 18:** Test de comparación de medias de la variable IRP en los grupos dolicocefalo, mesocéfalo y braquicéfalo.

CRÁNEO	Medias	n	E.E.	
MESOCÉFALO	0,84	10	0,01	A
BRAQUICÉFALO	0,84	10	0,01	A
DOLICOCÉFALO	0,86	10	0,01	A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

Se observa que la variable diámetro promedio (DP) sí evidenció diferencias entre los grupos. Si bien hubiéramos esperado que el grupo braquicéfalo se relacionara con mesocéfalo y a su vez mesocéfalo con dolicocefalo, esto no sucedió así como se muestra a continuación (Tabla 19):

**Tabla 19:** Test de comparación de medias en los grupos dolicocefalo, mesocéfalo y braquicéfalo.

CRÁNEO	Medias	n	E.E.		
<b>DOLICOCÉFALO</b>	0,24	10	0,01	A	
<b>BRAQUICÉFALO</b>	0,26	10	0,01	A	B
<b>MESOCÉFALO</b>	0,31	10	0,01		B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )*

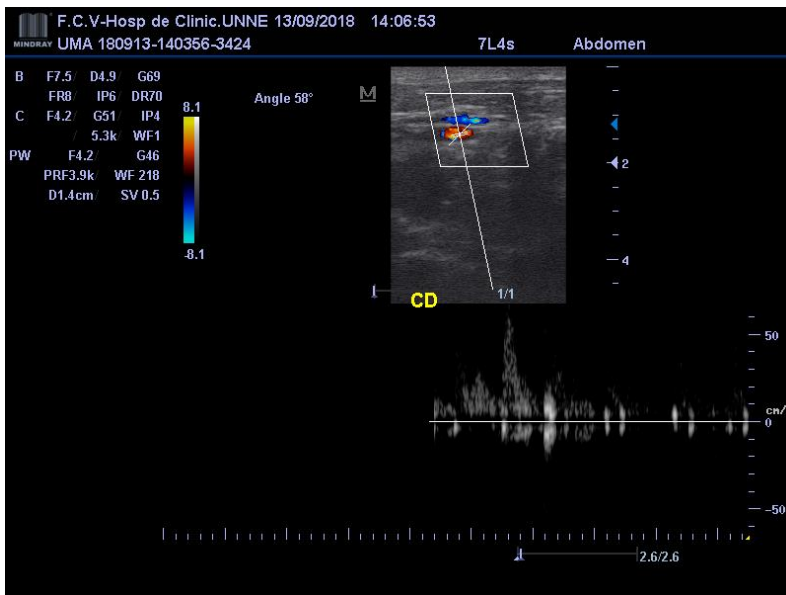
**MODO B:** El flujo observado en las arterias fue de características pulsátiles. En corte transversal se ubicó las arterias carótidas comunes lateralmente a la tráquea a la izquierda a y a la derecha respectivamente. Visualizándolas como estructuras de forma circular anecoicas, con paredes hiperecogénicas. La arteria carótida común y su ipsilateral, vena yugular fueron fácilmente diferenciadas porque la vena yugular presento una forma triangular cuando se le aplico presión y la carótida presento pulso (Figura 10).



**Figura 10.** Corte longitudinal de la arteria carótida, imagen en escala de grises donde se visualiza la arteria entre los caliper y en superior con una línea blanca se encuentra marcada la vena yugular, ambas se presentan como estructuras tubulares anecoicas de paredes ecogénicas.



**DOPPLER COLOR:** Se trabajó con ángulos doppler inferiores a los 60°, entre el haz incidente y el eje del vaso evaluado. Se pudo constatar la permeabilidad vascular mediante la presencia de un flujo laminar homogéneo y continuo sin presencia de turbulencias, con interfaces entre las paredes lisas y uniformes. El color en todos los casos fue rojo, con características de flujo anterógrado (Figura 11).



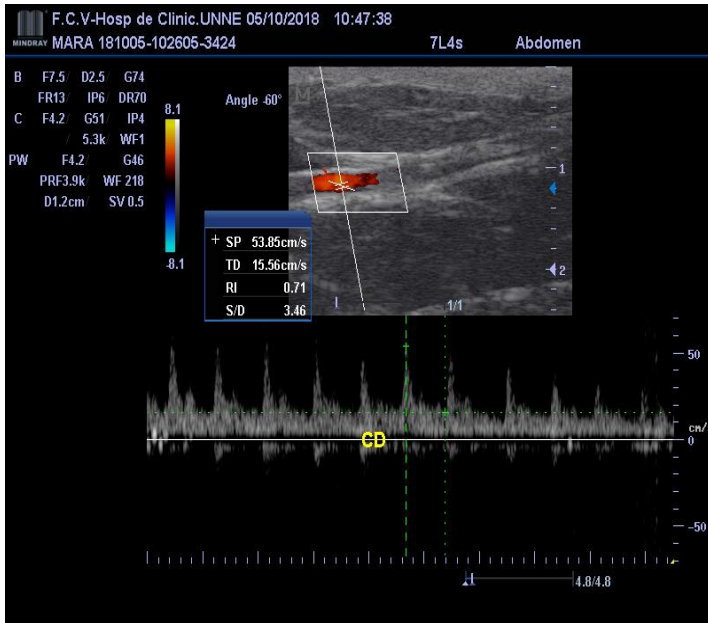
**Figura 11.** En esta imagen se evidencia la arteria como se tiñe de color rojo mediante el Doppler color y por encima la vena Yugular de color azul, dado que el flujo de sangre se aleja del transductor

## ANÁLISIS CUALITATIVO

### Características de la onda espectral

El patrón de flujo presentado por los vasos carotídeos evaluados fue laminar, semiparabólico de mediana resistencia, con picos sistólicos altos, anterógrado fásico durante toda la sístole. Velocidad de fin de diástole alta con flujo unidireccional diastólico, sin flujo reverso.

Se encontró dificultad en la evaluación cuando los vasos se encontraban en sectores más lejanos presentándose menor calidad de procesamiento de imagen y una mayor dispersión del sonido (Figura 12).



**Figura 12.** Arteria Carótida Común derecha de un canino dolicocefalo. El trazado Doppler de onda pulsada muestra un flujo pulsátil. Los índices de flujo: IR (índice de resistencia) 0,71. Con ángulo Doppler de 60°.Perfil laminar semiparabólico de mediana resistencia.

## DISCUSIÓN

Evaluar el flujo sanguíneo y el diámetro de las arterias carótida en caninos sanos con diferentes conformaciones craneanas podría resultar de interés en la clínica de animales de compañía. Actualmente, los dueños no solo exigen un diagnóstico sino también una buena calidad de vida para sus mascotas. Esto ha modificado la visión de la clínica de los animales de compañía, lo que generó un aumento de la demanda de diagnósticos complementarios de calidad. Estudiar las estructuras normales es necesario para poder reconocer las estructuras o modificaciones funcionales patológicas. Si bien hasta el momento, la evaluación Doppler de los vasos del cuello en los caninos es poco utilizada en relación a los pacientes humanos, la estandarización de valores morfométricos y parámetros vasculares de la arteria carótida en perros sería de gran utilidad en el diagnóstico de distintas enfermedades en esta especie (Jarretta, 2012; Svicero *et al*, 2013).

La ultrasonografía bidimensional convencional ofrece información acerca de la localización de los vasos, diámetro, espesor, irregularidades de las paredes vasculares y la presencia de lesiones perivasculares o intraluminales (Szatmári *et al*, 2001). El espesor de la capa íntima-media (EIM) y el diámetro de las arterias carótidas comunes proporcionan información acerca de la estructura y anatomía del vaso y son variables esenciales para diagnosticar estenosis y la presencia de placas (Shea, 2009; Torres *et al*, 2007).

Coincidiendo con las observaciones de otros autores, las arterias carótidas en modo B, fueron ubicadas en un corte longitudinal, como estructuras anecoicas, con la luz libre de ecogenicidades y el espesor de la pared se describió como una delgada línea ecogénica (Carvalho, 2009). Si bien el EIM (espesor íntima media), no se pudo diferenciar ni medir de manera objetiva, en todos los pacientes evaluados debido a la delgadez de la misma, se descartó la presencia de irregularidades intraluminales que pudieran hacer sospechar de la presencia de alguna placa aterosclerótica.

En el hombre el EIM, es uno de los parámetros más estudiado en la arteria carótida, ya que el aumento de espesor de las paredes del vaso está asociado a riesgo de enfermedades cardiovasculares como la arterioesclerosis sistémica (Zwiebels, 2008, Polak, 1996).

Factores como la edad y la presión arterial (Torres, 2007) han sido reportados como causas de alteración de EIM. En la especie canina, la arterioesclerosis se asocia principalmente con hipercolesterolemia secundaria a hipotiroidismo, hiperadrenocorticismo y diabetes mellitus (Hess 2003; Kagawa, 1998). Si bien la arterioesclerosis es una patología raramente diagnosticada en esta especie, debería tenerse en cuenta particularmente en pacientes gerontes, al igual que otras lesiones vasculares tales como, vasculitis, disecciones vasculares o aneurismas que podrían ser estudiadas. (Boynosky & Stokking, 2014).

Otras causas de estenosis de las arterias carótidas en caninos está relacionada a neoplasias, traumas y alteraciones posquirúrgicas. Fife (2003); Penninck(2006) y Carvalho (2012) reportaron al tumor de cuerpo carotideo y las neoplasias cervicales como las masas que más frecuentemente pueden comprimir o invadir la luz estos vasos provocando alteraciones en los diámetros y patrones vasculares como velocidad e índice de resistencia .

Uno de los objetivos que se plantearon en este estudio fue determinar si existía correlación entre el diámetro de la arteria carótida y edad peso, sexo. El valor medio registrado para los diámetros de carótida fue superior a los informado por otros autores. Mientras que en nuestro trabajo se registró 0,27 cm, Svicero (2013) informo 0,55 cm. Hasta el momento no encontramos una explicación a esta diferencia, aunque podría ser atribuida a una diferencia en el peso de los animales, en nuestro estudio se utilizaron animales de mayor peso.

En todos los exámenes ecográficos se realizó la medición del diámetro de las arterias carótidas en el tercio medio del trayecto de los vasos, considerando que el diámetro de este vaso puede variar cuando más se aproxime hacia el bulbo carotideo (Orsi, 2006). No se encontraron diferencias entre los diámetros de los vasos derecho e izquierdo, edad o raza de animales. En coincidencia con lo reportado por Svicero (2013).

En este trabajo no pudimos identificar una variación del diámetro de la arteria carótida entre pacientes jóvenes y adultos.

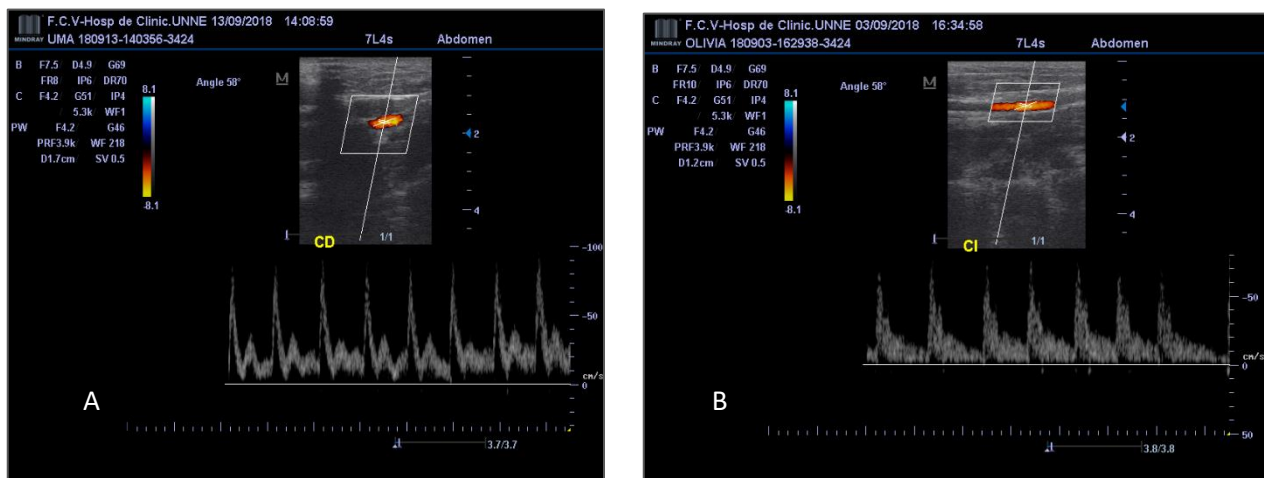
Algo semejante ocurre en equinos, donde el diámetro no varío significativamente entre animales adultos y caballos mayores, sugiriendo esto que una vez que los caballos alcanzan la edad adulta esta variable se vuelve estable en los equinos (Aguiar *et al.*, 2015). Sin embargo, en un trabajo realizado (Kamenskiy *et al.* 2015) mediante tomografía computarizada en tres dimensiones con reconstrucción angiográfica de las imágenes en 15 personas sanas adultas con edades entre 18 y 46 años y otras 17 con edades entre 49 y 86 con arteriosclerosis carotídea, demostró que se producía un aumento de 0,64mm de diámetro por década así como una degradación de la elastina intramural, proteína principal de las fibras elásticas de los vasos sanguíneos.

Si bien no se observó variación de diámetro de carótida respecto al peso, si se observó que el diámetro de esta arteria es mayor en los machos que en las hembras.

En coincidencia con lo reportado por Cipone, *et al* (1997) y Pietra (1997) que trabajando con equinos de diferentes género informaron que en la comparación del diámetro de la carótida y el sexo, donde los machos tenían un diámetro mayor que en las hembras, con una correlación significativa (0.0095) y un diámetro medio de 12.0 mm en los machos de y 11.4 mm en las hembras.

En el examen ultrasonográfico trabajado con Doppler color, las arterias carótidas de ambos lados se visualizaron en todos los exámenes como estructuras vasculares que se coloreaban en forma homogénea, con interfaces ecogénicas lisas y uniformes en relación a la pared del vaso. Se identificaron en todos los casos decodificadas con un color rojo, implicando que la dirección de la sangre se acercaba al transductor. Como describe Szatmári (2001), cuando la onda Doppler emitida por el transductor se encuentra con sangre en movimiento se ilumina, lo que determina la presencia de permeabilidad en el vaso. (Krebs *et al.*, 2004; Zwiebels, 2008).

Una de las dificultades que se presentaron al trabajar con el Doppler color fue que al estar el animal sin sedación, se dificultó obtener una imagen óptima, dado que son varios los parámetros a manejar, como ser la profundidad del campo, control del PRF adecuado al flujo y alineación del vaso con el ángulo correcto (Sartor y Mamprim, 2009; Nyland, 2015). El espectro obtenido fue similar al descrito por otros autores, semiparabólico de mediana resistencia (Szatmári *et al*, 2001; Carvalho *et al*, 2008b). El análisis de la curva de velocidad en todos los casos presentó un flujo positivo, unidireccional en coincidencia con lo reportado por Carvalo (2009) estos resultados coinciden con los obtenidos por Figurová y Kulinová (2017), en un trabajo realizado en caninos de tamaños medios, sobre la arteria carótida. En pacientes humanos cuando la ACI y la ACE se encuentran dentro de parámetros de normalidad, es posible diferenciarlas por medio de sus trazados espectrales siendo la primera un vaso de baja resistencia y la segunda de alta resistencia. Tanto en el hombre como en los animales la ACC, presenta la particularidad de encontrarse entre un vaso de gran flujo y resistencia, como es la aorta y una arteria de baja resistencia como es la ACI, por lo que al momento de evaluar los parámetros Doppler los valores se asemejaran más a una u otra, dependiendo donde se coloque el volumen de muestra (Zwiebels Pellerito, 2008) (Figura 13).



**Figura 13** .Análisis espectral normal, donde se diferencian las distintas morfologías de las ondas de flujo correspondiendo la imagen A) a la arteria carótida interna de baja resistencia y la B) a la carótida externa, como una arteria de alta resistencia, con ventana espectral.

El ángulo utilizado en todos los casos fue de una incidencia de menos de 60° grados entre el volumen de la muestra y el flujo sanguíneo. Una de las características observadas fue que el trazado espectral se caracterizó por una onda sistólica de alta velocidad seguida de una onda diastólica visible. Este patrón difiere del espectro obtenido de una arteria de alta resistencia en la que se observa una onda sistólica plana (Cipone ,1997).

Correlacionar los parámetros de flujo con la conformación cefálica del canino fue otro de los objetivos del trabajo.

La especie canina es una de las que mayor diversidad morfológica presenta dentro del reino animal. Estas variaciones están dadas no solo por la contextura física, sino también por las formas del cráneo. En la literatura se considera la medición del IC como una forma de tipificar las conformaciones craneales, a partir de la cual se los clasifica en dolicocefalos, mesocefálicos y braquiocefálicos.

Los valores de flujo encontrados en caninos de conformación cefálica DOLICOCÉFALA fueron los más altos de los tres grupos. Cabe aclarar que gran parte de los animales de este grupo eran Dachshund. Esta raza posee una conformación corpórea diferenciada en cuanto a su conformación torácica, lo que podría llegar a influir en su anatomía vascular. Gough y Thomas, (2004) describen que animales de conformación dolicocefala presentaron una tendencia a tener patologías cardíacas como la hipertrofia ventricular izquierda y ducto arterioso persistente. Por otra parte animales de la raza Dachshund poseen valores sanguíneos, electrocardiográficos y de conformación esquelética diferente al de otras razas.

El valor medio obtenido en el presente trabajo para animales MESOCÉFALOS fue de  $60,55 \pm 12,16$ , para la VPS y de  $9,85 \pm 1,75$  para la VFD. Nuestros resultados difieren con lo descrito por otros autores. Svicero *et. al*, (2013) en un estudio realizado en 12 perros de raza Labrador, informa que los valores obtenidos fueron de  $75.8 \pm 16$  cm/s para la VPS y  $12.2 \pm 4$  cm/s para la VFD. Lee, Kichang (2004), en un trabajo experimental realizado con 10 caninos de raza Beagle de 1 año de edad de entre 6,4 a 10.00 kg, describe medias de VPS de  $115 \pm 17$  y VFD  $39 \pm 7$ .

Se puede observar que los datos aportados no son similares a los obtenidos, esto puede obedecer a que en el grupo con el que se trabajó existía una mayor variabilidad en el tamaño de los animales, con una Media y DE de  $10;570 \text{ kg} \pm 5,930\text{kg}$  (con valor mínimo de  $3,200\text{kg}$ , y valor máximo de  $22,700\text{kg}$ ).

En pacientes sin sintomatología de patología vascular, Jarretta *et al* (2012), describe que las VPS medias de las arterias carótidas comunes izquierdas fueron  $132.60 \pm 21.37 \text{ cm / s}$ , mientras que para las arterias comunes derechas fueron  $131.67 \pm 19,66 \text{ cm / s}$ . Este autor trabajo con 13 caninos, entre machos y hembras, de distintos tamaños.

Como se puede observar en todas las publicaciones previas en las que se trabajó con animales de conformación mesocefálica las VPS fueron más elevadas.

En el caso de los animales BRAQUICÉFALOS las velocidades medias fueron de  $66,6 \pm 8,19$  y  $10,5 \pm 3,86$ , para la VPS y VFD respectivamente. En este caso las velocidades fueron ligeramente superiores a las observadas para el grupo de los mesocéfalos. Este grupo de pacientes se caracteriza no solo por tener una estructura de cráneo braquicefalica, sino también por tener otras alteraciones estructurales como estenosis nasal, disminución del tamaño de la tráquea, paladar elongado (síndrome del braquiocefálico), esto se podría asociar a un incremento de la resistencia del flujo. En el hombre se describe que la insuflación del manguito del tubo endotraqueal produce alteraciones en las velocidades de flujo a nivel de la carótida (Colbert *et al*, 1998), aplicando estos conocimientos en animales de estas razas poseer alteraciones congénitas como orificio nasal estenótico o prolongación del paladar blando, podría repercutir generando este aumento de resistencia al flujo (Koch *et al*, 2003; Packer *et al*, 2015).

En medicina humana fueron encontradas diferencias de parámetros ultrasonográficos en pacientes gerontes (Krejza *et al*, 2006). Por lo que se podría sugerir que esto mismo ocurra en pacientes caninos y felinos de edad avanzada, existiendo la necesidad de estudios direccionados con esos animales para tal comprobación como menciona Svicero *et al*, (2013). Al no prever la edad como factor de modificación de las velocidades, no podemos corroborar la manera que esto afecto a nuestros datos.



Por otra parte se ha reportado el aumento de la rigidez vascular en caninos gerontes, lo que ocasiona una carga hidráulica sobre el ventrículo izquierdo, resultando en una reducción de la distensibilidad de las arterias, situación que no siempre es manifiesta pero se podría considerar como un factor de variabilidad en animales adultos (Haidet y Wennberg, 1996).

La expresión de la resistencia al flujo sanguíneo en las arterias periféricas es evaluado de manera indirecta mediante el índice de resistencia (IR), éste es el resultado de la relación entre las velocidades pico sistólica y diastólica final (Novellas, 2007a; Szatmári *et al.*, 2001). Una ventaja de este índice sobre las mediciones absolutas de velocidad es que no es necesario conocer el ángulo de insonación.

La elevada resistencia de los vasos distales produce un flujo diastólico bajo en la arteria encargada de la irrigación, lo que da lugar a un valor elevado de este índice; una resistencia baja produce un valor bajo, debido a que existe un mayor flujo diastólico. Este parámetro también se denomina índice de Pourcelot (Krebs *et al.*, 2004, Rivers, 1997).

La estenosis de los vasos está asociada a grandes cambios de frecuencia Doppler en el punto de máxima estrechez, tanto en la sístole como en la diástole. En las regiones postestenóticas se observa un flujo turbulento. También se puede estimar la resistencia al flujo en el lecho vascular distal al punto de medida. Las resistencias aumentadas reducen el flujo diastólico. Duque Carrasco (2014) y Carvalho, *et al* (2008b), describen que parámetros hemodinámicos como el índice de resistencia, ayudan en la detección de cambios en la resistencia vascular y en la evaluación de estenosis y trombosis.

En medicina veterinaria se han descrito casos de tumores primarios en la cabeza, que se han extendido hacia el sistema nervioso central. Estas lesiones también pueden dar lugar a cambios hemodinámicos, con VPS y VFD aumentados e IR y IP disminuidos. Esto puede suceder por aumento de la presión intracraneana, porque estas masas ocupan espacio dentro del cráneo.

Los valores obtenidos en este trabajo son similares a los obtenidos por *Svicero et al* (2013) de  $0.83 \pm 0.07$ , trabajando con animales sin sedación anestésica.

Al interpretar la actividad de los vasos sanguíneos es necesario considerar el uso o no de drogas sedantes o anestésicas ya que algunos grupos de fármacos provocan una disminución de las velocidades del flujo, disminución de la resistencia periférica y un aumento en el diámetro de la arteria carótida. Esto se demostró en medicina equina, en un estudio realizado en diecisiete caballos de pura sangre con pesos comprendidos entre 369 y 620 kg, con una edad que varió de 1 a 20 años, Nogueira., *et al.* (2012) evaluaron el IR antes y después de la sedación con xilazina, a dosis de 0.4 mg / kg de peso corporal y levometadona 0.05 mg/ kg. Las mediciones fueron de 0.8 0.09 y 0.7 0.16 respectivamente. Observándose que el IR disminuyo significativamente después de la sedación. Estas variaciones deben ser tenidas en cuenta al momento de evaluar los parámetros hemodinámicos (Schmucker, 2000; Ferrandis, 2013).

La comparación de los parámetros de flujo sanguíneo de la arteria carótida en caninos con distinta conformación cefálica medidos por una técnica no invasiva resulta de interés clínico para evaluar patologías en los animales domésticos. Los valores promedios para las diferentes conformaciones faciales permiten una aproximación a lo normal y facilitan la interpretación de lo patológico.

## CONCLUSIONES

La evaluación, tanto de las estructuras como del flujo vascular de las carótidas de los caninos, resulta de un interés creciente en la clínica veterinaria. Sabiendo que las diferentes conformaciones faciales se asocian a patologías, algunas de ellas genéticas, tener en cuenta los valores normales, permitiría mejorar la calidad de los informes ecográficos. Uno de los hallazgos que se deberían tener presente es que el diámetro de la arteria carótida fue mayor en los machos que en las hembras. Tal como se esperaba, se comprobó que existe correlación entre el diámetro del vaso y las velocidades de flujo. Respecto a las variaciones cefálicas, los valores de flujo encontrados en caninos de conformación cefálica dolicocefala fueron los más altos de los tres grupos.

Sin embargo, consideramos que la edad es una variable importante a tener en cuenta para futuras líneas de investigación para establecer si existen variaciones entre animales jóvenes y adultos.

## REFERENCIAS

Aguiar, A. C. S. D. (2015). Avaliação ultrassonográfica da artéria carótida comum em equinos da raça quarto de milha. Dissertação. Botucatu. Brasil.

Allan, P. L.; Baxter, G.M.; Weston, M.J. 2011. Clinical Ultrasound. Ed. Elsevier. England. 3-7p.

Asociación española de ecografía Digestiva. 2010. Tratado de Ultrasonografía Abdominal. Ed. Díaz de Santos. España. 3-9p.

Aspinall, V., O'Reilly, M., & Ruiz Sáenz, S. (2007). Introducción a la anatomía y fisiología veterinaria (No. 636.0891 A8I5).

Atchaneeyasakul, K., Guada, L., Ramdas, K., Watanabe, M., Bhattacharya, P., Raval, A. P., & Yavagal, D. R. (2016). Large animal canine endovascular ischemic stroke models: a review. Brain research bulletin. 127, 134-140.

Barberet, V., & Saunders, J. (2010). Ultrasonographic examination of selected small structures in dogs and cats: thyroid glands, lymph nodes and adrenal glands. Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift. 79(2), 147-155

Barois, V; Meléndes, A. 2011. Avances en el Diagnóstico por Imágenes Doppler. Ediciones Journal. España. 5-10p.

Baroncini, L. A., Pazin Filho, A., Ramos, S. G., Martins, A. R., & Murta, L. O. (2007). Histological composition and progression of carotid plaque. Thrombosis journal. 5(1), 4.

Beach, K. W., Bergelin, R. O., Leotta, D. F., Primozich, J. F., Sevareid, P. M., Stutzman, E. T., & Zierler, R. E. (2010). Standardized ultrasound evaluation of carotid stenosis for clinical trials: University of Washington Ultrasound Reading Center. *Cardiovascular ultrasound*. 8(1), 39.

Besso, J. 2009. Abdominal ultrasonography. En O'Brien R ; Barr F. *Manual of Canine and feline abdominal imaging*. BSAVA Philadelphia. (p 18-28).

Betancourt, G. C & Mendiburt, G. B. (2017). Determinación del índice cefálico y biotipo cefálico en perros mestizos cubanos y su importancia. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*. 18(11) 1-10.

Bhargava, S.K.2011. *Libro de la Imagen Doppler Color*. Ed Jaypee-highlights.medical Publishers.Inc. 21-22p.

Blois, S. L., Poma, R., Stalker, M. J., & Allen, D. G. (2008). A case of primary hypothyroidism causing central nervous system atherosclerosis in a dog. *The Canadian Veterinary Journal*,49(8), 789.

Boynosky, N. A., & Stokking, L. (2014). Atherosclerosis associated with vasculopathic lesions in a golden retriever with hypercholesterolemia. *The Canadian Veterinary Journal*. 55(5), 484.

Brainin, M., & Heiss, W. D. (Eds.). (2019). *Textbook of stroke medicine*. Cambridge University Press.

Burk, R. L., & Ackerman, N. (1996). *Small animal radiology and ultrasonography: A diagnostic atlas and text* (No. Ed. 2). WB Saunders Co.

Calderon-Arnulphi M., Amin-Hanjani S., Alaraj A., Zhao M, Du X; Ruland S.; Zhou X.J; Th Ulborn K.R. And; Charbel F.T. 2011. In Vivo Evaluation of Quantitative MR Angiography in a Canine Carotid Artery Stenosis Model. *American Journal of Neuroradiology*. 32:1552-1559.

Carter, A.C. 2008. Consideraciones hemodinámicas en la enfermedad vascular periférica y cerebrovascular. En Zwiebel W.J, Pellerito J.S. *Doppler general*. Ed Marban. (p 17-57).

Carvalho, C. F., Chammas, M. C., & Cerri, G. G. (2008). Morfologia duplex Doppler dos principais vasos sanguíneos abdominais em pequenos animais. *Ciência Rural*. 38(3), 880-888.

Carvalho Figueira, C.; Chammas M, C.; Cerri G, G. 2008. Principios físicos do Doppler em ultra-sonografia. *Ciencia Rural, Santa Maria*. 38:872-879.

Carvalho F, C.; Andrade Addad, C. 2009. Interpretacao da Imagem Doppler. En: *Ultrasonografia Doppler em Pequenos Animais*. Editora Roca. Sao Paulo. (p 15-19).

Carvalho, C. F., Andrade Neto, J. P., & Diniz, S. A. (2012). Small breed dogs with confirmed stroke: concurrent diseases and sonographic findings. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 64(5), 1177-1183.

Carvalho, C. F., Ruivo, C. N., Simão, C. M., & Viani, F. C. (2012). Sonographic assessment of vessel invasion by cervical masses in dogs. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 64(5), 1145-1150.

Carvalho Figueira, C. 2014. Bases físicas da formação da imagem ultrassonográfica. En CARVALHO FIGUEIRA, C. Ultrassonografia em Pequenos Animais. Ed Roca. Sao Paulo. (p 01-09).

Carvalho Figueira, C. 2014. Região Cervical Ventral em CARVALHO FIGUEIRA, C. Ultrassonografia em Pequenos Animais. Ed Roca. Sao Paulo. 309-327p.

Charlton-Ouw, K. M., Sandhu, H. K., Burgess, W., Vasquez, M., Estrera, A. L., Azizzadeh, A. & Safi, H. J. (2014). Duplex ultrasound protocol and findings in common carotid artery dissection extending from the aortic arch. *Journal for Vascular Ultrasound*. 38(2), 80-86.

Cipone, M., Pietra, M., Gandini, G., Borai, A., Guglielmini, C., & Venturoli, M. (1997). Pulsed wave-Doppler ultrasonographic evaluation of the common carotid artery in the resting horse: physiologic data. *Veterinary Radiology & Ultrasound*. 38(3). 200-206.

Colbert, S. A., Ohanlon, D. M., Flanagan, F., Page, R., & Moriarty, D. C. (1998). The laryngeal mask airway reduces blood flow in the common carotid artery bulb. *Canadian journal of anaesthesia*. 45(1), 23-27.

Cole R I; Hesse A, M 2020 *Ultrasound: Physical Principles of Ultrasound Imaging*. in Holland M, Hudson J. *Feline Diagnostic Imaging* Wiley Blackwell .USA.(p27-37).

Dennis, R; Kirberger, R.M; Barr, F; Wrigley, R.H. 2010. Head and neck .In Dennis, R; Kirberger, R.M; Barr, F; Wrigley, R.H .*Handbook of Small Animal Radiology and Ultrasound*- Elsevier. China.

Domínguez Miño E. 2015 *Ecografía de la cabeza el cuello*. En Novellas Torroja R. Domínguez Miño E, Espada Gerlach Y, Martínez Pereira Y, Tobón Restrep M. *Diagnóstico ecográfico en el gato*. Servet editorial. España.

Done, S. H; Goody P.C; Evans S.A; Stickland N.C.2010. Atlas en color de Anatomía Veterinaria El perro y el gato.Ed.Elsevier.146-147p.

Drost W,T.2013.Physics of Ultrasound Imaging. In Thrall, D.Texbook of Veterinary Diagnostic Radiology.6°Ed. Elsevier. Saunders.New York. 38-50.

Duque Carrasco, F. J. (2014). Aplicación de la técnica de insonación de las arterias del cráneo del perro mediante ecografía Doppler transcraneal en medicina canina.

Duque Carrasco, F.J.2013.Aplicación de la Técnica de Insonación de las arterias de la base del cráneo del perro mediante ecografía Doppler transcraneal en medicina canina. Tesis Doctoral. Universidad de Extremadura. España.

Dyce, K.M; Sack, W.O; Wensing C.J.G. 2007. Anatomía Veterinaria. Ed. El Manual Moderno. Mexico.403-429p.

Evans H, E; Lahunta A. 2010 .Guide to the Dissection of the Dog. Elsevier. Philadelphia New York.

Farkas, E., Luiten, P. G., & Bari, F. (2007). Permanent, bilateral common carotid artery occlusion in the rat: a model for chronic cerebral hypoperfusion-related neurodegenerative diseases.Brain research reviews. 54(1), 162-180.

Farrow Ch.S. Tumores tiroideos e hipertiroidismo, invasión de vasos carotideos

Farrow, Charles S.Diagnóstico por imagen del perro y el gato. 2005.Multimedia ediciones Veterinarias. Barcelona.Diagnóstico por imagen del perro y el gato.

Ferrandis, I., Jakovljevic, S., Aprea, F., & Corletto, F. (2013). Effect of two sedative protocols and hepatosplenic disease on Doppler indices of splenic arteries in dogs: A preliminary study.The Veterinary Journal.197 (3), 712-716.



Fife W; Mattoon J; Drost T; Groppe D; Wellman M.2003. Imaging features of a presumed carotid body tumor in a dog. *Veterinary Radiology & Ultrasound*.44:322-325.

Figurová, M., & Kulinová, V. (2017). Ultrasonographic Examination of Some Vessels in Dogs and the Characteristics of Blood Flow in These Vessels.*Folia Veterinaria*.61(4), 44-5.

Fominaya Garcia H. 2010. Atlas de ecografía clínica abdominal en pequeños animales. Editorial intermédica. Argentina. 280-297p.

Fulton R,M. 2016.Principios básicos y artefactos de la ecografía enfocada.En Lisciandro G.R. Técnicas de ecografía enfocada para el veterinario de pequeños animals. Ed Intermedica. (p 1-14).

Gaitero, B. L. vol 1, issue 7, 2012.Cerebrovascular Accidents in Dogs: Why it Occurs, What to Investigate, and How to Treat.

Garosi, L. S. (2010). Cerebrovascular disease in dogs and cats.*Veterinary Clinics: Small Animal Practice*. 40(1), 65-79.

Ghoshal. N.G. 1992.Corazón y arterias de los carnívoros. En Getty R.(Salvat).Anatomía de los animales domésticos.(p.1746-1810).

Gil , J; Gimeno , M; Laborda, J; Nuviala, J.2012. Anatomía Del Perro .Servet.

Gough,A; Thomas, A. 2004 Breed Predispositions to Disease in Dogs and Cats. Australia. Blackwell Publishing.58-70.

Graves V,B; Strother,C,M;Partington C,R; Rappe A.1992.Flow dynamics of lateral carotid aneurysms study in dogs. *AJNR Am J Neuroradiol*.13:189-196.

Harsány M, Tsivgoulis G, Alexandrov A V. 2011. Ultrasonography in Mohr, J. P., Wolf, P. A., Moskowitz, M. A., Mayberg, M. R., & Von Kummer, R. Stroke E-Book: Pathophysiology, Diagnosis, and Management Elsevier Health Sciences. 733-759.

Hess R,S; Kass, P,H, Van Winkle T,J.2003. Association between diabetes mellitus, hypothyroidism or hyperadrenocorticism and atherosclerosis in dogs. J Vet Intern Med. 7:489-94.

Jarretta Bignardi, G. 2009. Arterias Carótidas. En Carvalho Figueira, C. Ultrasonografia Doppler em Pequenos Animais. Ed Roca. Sao Paulo. 107-117p.

Jarreta Bignardi G; Banjai C. 2011. Avaliação Ultrassonográfica Bidimensional ao Doppler das Arterias Carótidas em Caes. Simposio Internacional de Ultrasonografia em Pequenos Animais. Botucatu, Sao Paulo, Brasil.

Jarretta, G.B., & Banjai, C. (2012). Avaliação ultrassonográfica bidimensional e ao Doppler das artérias carótidas em cães. Veterinária e Zootecnia. 19(1-S. 1), 12-15.

Jericó M, M; Pedro de Andrade Neto J, Kogika M, M. 2015. Tratado de medicina interna de caes e gatos. Roca Rio de Janeiro. Brasil.

Kagawa, Y., Hirayama, K., Uchida, E., Izumisawa, Y., Yamaguchi, M., Kotani, T. & Taniyama, H. (1998). Systemic atherosclerosis in dogs: histopathological and immunohistochemical studies of atherosclerotic lesions. Journal of comparative pathology. 118(3), 195-206.

Kamenskiy, A. V., Pipinos, I. I., Carson, J. S., MacTaggart, J. N., & Baxter, B. T. (2015). Age and disease-related geometric and structural remodeling of the carotid artery. Journal of vascular surgery. 62(6), 1521-1528.

Karakitsos, D; Petrocheilou G; Wang S; Blaivas M; Labropoulos N.2015. Visión del conjunto del sistema arterial. *Ecografía Vascular*. En Lumb P; Karakitsos, D. *Ecografía en medicina intensiva*. Elsevier. (p 55-60).

Kealy K,J; Mc Allister,H; Graham J.P.2011.*Diagnostic Radiology and Ultrasonography of the Dog and Cat*.New York.Saunders Elsevier.35-38p.

Kichang Lee, Mincheol Choi, Junghee Yoon, Juhyun Jung. 2004.Spectral Waveform Analysis Of Major Arteries In Conscious Dogs By Doppler Ultrasonography . *Veterinary Radiology & Ultrasound*. 45:166–171.

Klaumann, P. R., Moreno, J. C. D., & Montiani-Ferreira, F. (2018). A morphometric study of the canine skull and periorbita and its implications for regional ocular anesthesia.*Veterinary ophthalmology*. 21(1), 19-26.

Koch, D. A., Arnold, S., Hubler, M., & Montavon, P. M. (2003). Brachycephalic syndrome in dogs.*Compendium On Continuing Education For The Practising Veterinarian-North American Edition*. 25(1), 48-55.

Konecný Filip. 2010.Thromboembolic Conditions, Aetiology. Diagnosis and Treatment in Dogs and Cats. *ACTA VET. BRNO*. 79: 497–508.

Konig HE, Liebich HG.2005. *Anatomia dos animais domésticos*. Ed. Panamericana.

Krebs, C. A; Giyanani, V.L; Eisenberg, R.L.2004.*Doppler Color*.Editorial Marban. Madrid España.

Krejza, J; Arkuszewski, M; Kasner, S. E; Weigele, J; Ustymowicz, A; Hurst, R. W. & Messe, S. R. (2006). Carotid artery diameter in men and women and the relation to body and neck size.*Stroke*. 37(4), 1103-1105.

Lang , J. 2006.Doppler Ultrasound. In Mannion Paddy. DiagnosticUltrasound in Small Animal Practice .Blackwell Science a Blackwell Publishing.USA (p 227-250).

Lee, K., Choi, M., Yoon, J., & Jung, J. (2004). Spectral waveform analysis of major arteries in conscious dogs by Doppler ultrasonography.Veterinary Radiology & Ultrasound. 45(2), 166-171.

Liebich H, G Y Koning H,E.2005.Esqueleto Axial. En Koning H,E; Liebich.

Mai, W., Seiler, G. S., Lindl-bylicki, B. J., & Zwingenberger, A. L. (2015). CT and MRI features of carotid body paragangliomas in 16 dogs.Veterinary Radiology & Ultrasound. 56(4), 374-383.

Mannion Paddy. 2006. Diagnostic Ultrasound in Small Animal practice. USA. Blackwell Science a Blackwell Publishing company.227-250.

Muñoz Rascón P; Ventura S. Diagnóstico por imagen: ecografía y radiología. En Munoz Rascon, P; Morgaz Rodriguez J; Galan Rodriguez A .Manual clínico del perro y del gato. 2015 Elsevier España. (p 338-449).

Muñoz Rascón P; Ventura S. Diagnóstico por imagen: Nelson, R W. Couto, C. G. 2015.Disturbios intracraneanos. Em Medicina Interna de Pequenos Animais Elsevier. Brasil (2883-2885).

Nogueira, R. B., del Palacio, M. F., López, J. T., & Resende, R. M. (2012). Effects of sedation with acepromazine maleate and buprenorphine hydrochloride on femoral artery blood flow in healthy dogs.Research in veterinary science. 93(2), 989-992.

Novellas, R., Espada, Y., & De Gopegui, R. R. (2007). Doppler ultrasonographic estimation of renal and ocular resistive and pulsatility indices in normal dogs and cats. *Veterinary Radiology & Ultrasound*. 48(1), 69-73.

Novellas, R., Ruiz De Gopegui, R., & Espada, Y. (2007). Effects of sedation with midazolam and butorphanol on resistive and pulsatility indices in healthy dogs. *Veterinary Radiology & Ultrasound*. 48(3), 276-280.

Novellas, R, Espada Y. 2014. Diagnóstico ecográfico. Formación y propiedades de los ultrasonido. Aplicaciones. Principios de interpretación. En Agut Giménez A. Diagnóstico por imagen en pequeños animals. Multimédica ediciones veterinarias. (p 63-78).

Nyland T, G; Fisher P,E. 1990. Evaluation of Experimentally induced canine hepatic cirrhosis using duplex Doppler ultrasound. *Veterinary Radiology & Ultrasound*. 31:189-194.

Nyland, T.G; Matton J,S; Herrgesell E,J; Wisner E.R. 2015. Principios físicos, equipos y seguridad del diagnóstico ecográfico. En: Nyland T.G; Matton J,S. Diagnóstico Ecográfico en Pequeños Animales. Multimédica Ediciones Veterinarias. (p 14-15).

O'brien D. P; Axlund, T.W. 2016 Brain Disease. In Ettinger S, J, Feldman E. *Textbook of Veterinary Internal Medicine Expert Consult* . Saunders (p829-850).

Onar, V., Siddiq, A. B., Asal, R., & Parés-Casanova, P. M. (2020). Los Tipos Craneométricos Caninos Aparecen Bien Expresados a Nivel de Conformación del Arco Cigomático. *International Journal of Morphology*.

Orsi, A. M., Domeniconi, R. F., Artoni, S. M. B., & Joffre Filho, G. (2006). Carotid arteries in the dog: structure and histophysiology. *International Journal of Morphology*, 239-244.

Packer, R. M., Hendricks, A., Tivers, M. S., & Burn, C. C. (2015). Impact of facial conformation on canine health: brachycephalic obstructive airway syndrome. *PLoS One*, 10 (10).

Patterson J,S; Rusley M,S; Zachary J,F.1985.Neurologic manifestations of cerebro vascular atherosclerosis whith primary hypothyroidism in a dog.*Journal of the American Veterinary Medical Associaion*.186: 499-503.

Paz, R., Fernández, V., Suárez, F., & Sato, A. (2012). Asociación entre el biotipo cefálico y la severidad de la enfermedad periodontal en caninos.*Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*.23(2), 147-152.

Penninck D; D'Anjou Marc-André.2017.Conceptos físicos prácticos y artefactos. En D'Anjou Marc-André; Penninck. D.*Atlas de ecografía en pequeños animales*. Multimédica ediciones veterinarias. (p 01-18).

Penninck Dominique,D'Anjou Marc-André. 2006. *Atlas of Small Animal Ultrasonography*. USA. Black Well Publishing. 91-117.

Pietra M., , Gandini M., , Borai G., Guglielmini, A., , C., & Venturoli, M. (1997). Pulsed wave-Doppler ultrasonographic evaluation of the common carotid artery in the resting horse: physiologic data.*Veterinary Radiology & Ultrasound*.38(3). 200-206.

Polak J,F.2012.Normal findings and technical aspects of carotid sonography. In Pellerito J,S; Polak J,F. *Introduction to vascular ultrasonography*.6° Ed. Elsevier.Saunders. United States .136-146p.

Polak, J. F., Kronmal, R. A., Tell, G. S., O'Leary, D. H., Savage, P. J., Gardin, J. M. & Borhani, N. O. (1996). on behalf of the Cardiovascular Health Study. Compensatory increase in common carotid artery diameter: relation to blood pressure and artery intima-media thickness in older adults. *Stroke*. 27. 2012-2015.

Rivers, B. J., Walter, P. A., Polzin, D. J., & King, V. L. (1997). Duplex Doppler estimation of intrarenal Pourcelot resistive index in dogs and cats with renal disease. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 11(4), 250-260.

Routh C, R. Hagen, U. Else R. W. Strachan F, A. Yool D, A. 2009. Imaging diagnosis congenital venous aneurysm of the left external jugular vein. *Veterinary Radiology & Ultrasound*. 50: 506–508.

Ruivo C.N, Simao C.M, Carvalho C, F, Ayres Garcia D.A; Froes Rodrigues .T. 2012. Ultrasonografia de pescoco-estudo retrospectivo em caes. *Clinica Veterinária*. 99:58-64.

Rumack Wilson Charboneau; Wilson Stephanie.R; William Charboneau J. William. 1999. Diagnostico por Ecografia. Marban. 885-916.

Sánchez X, Rametta M; Pelach de Ribot M Diagnóstico ecográfico en pediatría de pequeños animales. 2016. Servet. Zaragoza.

Sartor, R., & Mamprim, M. J. (2009). Evaluation of portal vein in dogs by color and spectral Doppler imaging/Avaliação com Doppler colorido e espectral da veia porta de caes. *Ciencia Rural*. 39(2), 595-604.

Schäberle, W. (2018). *Ultrasonography in vascular diagnosis: a therapy-oriented textbook and atlas*. Springer. W. Schäberle.

Schmucker, N., Schatzmann, U., Budde, K., Gundel, M., Jáuggin, C. E., & Meier, H. P. (2000). Duplex-ultrasonographic evaluation of the common carotid artery in the resting, sedated and anesthetized horse. *Veterinary Radiology & Ultrasound*. 41(2), 168-171.

Shea, A. L. A. (2009). Utilidad del grosor íntimo-medial carotideo en la población española (Doctoral dissertation, Universidad Complutense de Madrid).

Shung K, K. 2010. Diagnostic Ultrasound: Past, Present, and Future. *Journal of Medical and Biological Engineering*. 31:371-374.

Sisson, S; Grossman J.D; Getty R. 1992. Anatomía de los animales domésticos. Editorial Salvat. España. 1697-1698.

Stopen, M. E; Barois, V; Contreras, E. 1997. Ultrasonidos. En Pedrosa, C y Casnova, R. Eds. Diagnóstico por Imagen. 2ª ed. Ediciones. Graw.Hill Interamericana. Madrid. 135-155p.

Svicero D. J; Doiche D. P; Mamprim M. J; Heckler M.C.T; Amorim R. 2013. Evaluación de la arteria carótida común por medio de ultrasonido Doppler en perros de la raza Labrador Retriever *BMC Veterinary Research*. 9:195.

Szatmári, V., Sótonyi, P., & Vörös, K. (2001). Normal duplex Doppler waveforms of major abdominal blood vessels in dogs: a review. *Veterinary Radiology & Ultrasound*. 42(2), 93-107.

Taylor, K; Burns, P; Wells, P. 2004. Doppler Aplicaciones Clínicas de la Ecografía Doppler). *Marban*. 10-25p.

Thrall, D. E. (2017). *Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology-E-Book*. Elsevier Health Sciences.



Thrush, A; Hartshorne, T.2011.Ecografía Vascular. Ed.Elsevier.Londres.49-60p.

Torres, F. S., Moreira, C. M., Vianna, F. F., & Gus, M. (2007). Medida da espessura das camadas íntima e média das artérias carótidas para avaliação do risco cardiovascular.Rev Bras Hipertens. 14(3).167-71.

Waldrop, J. E., Stoneham, A. E., Tidwell, A. S., Jakowski, R. M., Rozanski, E. A., & Rush, J. E. (2003). Aortic dissection associated with aortic aneurysms and posterior paresis in a dog.Journal of veterinary internal medicine. 17(2), 223-229.

Weissleder, R., Wittenberg, J., Harisinghani, M. G., & Chen, J. W. Boston, Massachusetts Primer of Diagnostic Imaging.Fifth Edition. 2011.Mosby.Inc.Elsevier Inc.

Wessmann. A, Chandler. K, Garosi. L. 2009. Ischaemic and haemorrhagic stroke in the dog. The Veterinary Journal. 180: 290–303.

Wisner E. R; Mattoon J. S; Nyland T.G; Baker T.W.1991. Normal ultrasonographic anatomy of the canine neck. Veterinary radiology &Ultrasound. 32:185-190.

Wisner E.R; Mattoon J.S; Nyland T.G.2006. Cuello. En: Nyland T.G; Matton J,S. Diagnóstico Ecográfico en Pequeños Animales. Multimédica Ediciones Veterinarias. (p 297-317).

Zwiebel W.J.2008. Hallazgos normales y aspectos técnicos de la ecografía carotidea. En Zwiebel W.J, Pellerito J.S .Doppler general .Ed Marban. (p129-151).

Zwingenberger A; Olivier, T.2017.Cuello. En D'Anjou Marc-André; Penninck. D. Atlas de ecografía en pequeños animales. Multimédica ediciones veterinarias. (p 55-78).