



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

SECRETARIA DE SALUD

INSTITUTO NACIONAL DE PEDIATRÍA

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO TRAQUEAL EN UNA LINEA DE PERROS  
CRIOLLOS, A TRAVÉS DE TOMOGRAFÍA HELICOIDAL COMPUTADA  
MULTICORTE

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN:  
PEDIATRÍA

PRESENTA:

DRA. MARIA DE LOURDES JIMÉNEZ CÁRDENAS

TUTOR

DR. JOSE FRANCISCO GONZÁLEZ ZAMORA



MÉXICO, D. F.

AGOSTO 2014

**EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO TRAQUEAL EN UNA LINEA DE PERROS  
CRIOLLOS, A TRAVÉS DE TOMOGRAFÍA HELICOIDAL COMPUTADA  
MULTICORTE**

---

**DR. ALEJANDRO SERRANO SIERRA**  
**PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ESPECIALIZACIÓN EN PEDIATRÍA**

---

**DRA. ROSAURA ROSAS VARGAS**  
**DIRECTORA DE ENSEÑANZA**

---

**DR. LUIS MARTIN GARRIDO GARCÍA**  
**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE PRE Y POSGRADO**

---

**DR. JOSE FRANCISCO GONZÁLEZ ZAMORA**  
**TUTOR DE TESIS**



## **DEDICATORIA**

A Dios por darme la oportunidad de ser médico, y ver por la salud de los niños.

A mi madre por su compañía y apoyo incondicional para que pueda cumplir con mis metas.

A mi tío Faus por ser mi apoyo en todo momento. Por ser mi ejemplo a seguir.

Al Dr. José Francisco González Zamora por sus enseñanzas, por estimularme a estudiar y por que sin su ayuda no hubiera podido realizar este trabajo.

A mis profesores por ser el estímulo para crecer profesionalmente.

A mis pacientes por ser el mejor libro para aprender, porque gracias a ellos se ha dado el crecimiento académico y humano que hace que cada día me apasione más por la Pediatría.

A todos Gracias.

# INDICE

	Páginas
Resumen	1
Antecedentes	3
Justificación	6
Objetivos	6
Clasificación de la investigación	7
Material y Métodos	7
Resultados	12
Discusión	13
Conclusiones	15
Referencias Bibliográficas	16
Gráficas	19



## RESUMEN

**ANTECEDENTES:** Numerosos estudios en mamíferos describieron una estrecha relación entre las dimensiones de la tráquea, la fisiología pulmonar y la zoometría. Esto permitió elaborar constantes matemáticas de predicción, tomando en cuenta una sola de las características. El crecimiento pudiera modificar los índices de relación entre estas variables. El modelo canino es utilizado para medir el impacto de técnicas quirúrgicas aplicadas en humanos, desafortunadamente, existe poca información sobre como crece la tráquea en cachorros sanos.

**OBJETIVO:** Describir el patrón de crecimiento de la tráquea en cachorros criollos hasta la edad adulta, correlacionando esta descripción al crecimiento zoométrico.

**MATERIAL Y METODO:** Estudio observacional, longitudinal y prospectivo, aprobado por el Comité Institucional (30/2014). Incluyó 14 cachorros criollos emparentados con seguimiento desde los 30 hasta 429 días de vida. En cada individuo, se realizaron 11 mediciones tomográficas y zoométricas el mismo día y con una periodicidad mensual hasta los 7 meses de edad, y posteriormente a los 9 y 12 meses. Las variables zoométricas: peso, perímetro torácico, longitud de cuello, perímetro del cuello, longitud escapulo-isquion y longitud escapulo-carpo. Las mediciones tomográficas intraluminales: diámetro antero-posterior, diámetro transverso, perímetro, área y longitud total.

**RESULTADOS:** Todos los perros terminaron el seguimiento, el peso inicial fue de  $2.0 \pm 0.3$  Kg. y al termino  $17.2 \pm 2.3$  Kg., la longitud escapulo carpo al termino fue de  $40.2 \pm 3.4$  cm. A lo largo del seguimiento la tráquea mostró diferencias, dos zonas de dilatación: inmediatamente por debajo del cartilago cricoides e inmediatamente antes de la carina y una zona de estrechamiento al ingresar al tórax ( $p=0.0004$ ), relación que se mantiene durante todo el seguimiento. La luz traqueal tendió a ser cilíndrica, con excepción de los extremos dilatados, en donde el diámetro antero-posterior fue discretamente mayor. Eliminando estos extremos, la relación entre el diámetro antero-posterior y el transverso tendió a la unidad, a lo largo de la tráquea e incluso en la zona de estrechamiento esta relación persistió durante el crecimiento.

A partir del 8º mes no hubo un incremento significativo en mediciones de la tráquea, edad que correlaciona con el término de crecimiento de la variable longitud de cuello y perímetro torácico del perro.

**CONCLUSIONES:** El desarrollo traqueal difiere de lo observado en el humano en cuanto estructura y forma de crecimiento. La forma en reloj de arena, hace suponer que las alteraciones de tercio medio de la tráquea representan en cachorros en crecimiento la zona de mayor potencial.

**PALABRAS CLAVE:** Cachorros, Crecimiento y Desarrollo, Modelos experimentales, Tomografía Helicoidal Computada Multicorte, Tráquea

## ANTECEDENTES

En los perros la tráquea puede ser asiento de diversas enfermedades semejantes al humano: neoplasias (1-3), hipoplasia (4,5), malasia (6-11), y trauma (12). Teniendo en cuenta las semejanzas anatómicas y patológicas, el perro es considerado un buen modelo para el estudio de diversas patologías relacionadas con ésta estructura (13).

La tráquea de los mamíferos es un conducto flexible, cartilaginoso y membranoso que forma la parte proximal del árbol traqueobronqueal. En el perro, se extiende desde la mitad del primer cuerpo cervical a la quinta vértebra torácica donde se bifurca en los bronquios derecho e izquierdo, inmediatamente dorsal a la base del corazón (14). Tiene una posición central excepto en su parte terminal, que se desvía ligeramente a la derecha del arco aórtico. De acuerdo a su ubicación tiene una porción cervical y una torácica, la pared ventral y las laterales están constituidas de arcos de cartilago hialino. La forma de la tráquea cervical es elipsoidal y el contorno de ésta en el tórax es casi cilíndrico, la pared dorsal es membranosa y constituida por músculo liso que al contraerse mejora el paso del aire estabilizando los diámetros, dilatándola en inspiración y estrechándola en expiración. Si la contracción es más vigorosa, esta capa ayuda a sacar del lumen cualquier material extraño o exudado, mejorando así la respiración (15-16).

En estudios realizados en cadáveres de perros adultos, Dobanoglu y col. señalaron que el número de anillos varía de 36-45, distribuidos en: 24 anillos cervicales y 9 en la unión toracocervical y 12 anillos intratorácicos (17). En el humano son de 16-20, cuatro de ellos intratorácicos (18). Gannon y col. señalan que tanto el perro como el mono baboon presentan características similares al humano en cuanto a morfología de la traquea y territorio vascular, además de que el perro, al presentar mayor cantidad de anillos cervicales, es un buen modelo para realizar procedimientos quirúrgicos experimentales (19).

En relación a la morfometría, la tráquea de perros adultos tiene una forma cilíndrica irregular, en donde la zona más dilatada es en la parte inicial (primeras cervicales) y presenta un estrechamiento en la entrada torácica (11-17). Los cambios morfológicos de la tráquea no han sido descritos en perros íntegros en crecimiento.

Con el advenimiento de nuevas herramientas para el estudio no invasivo de la tráquea, los estudios tomográficos son los de elección para describir las alteraciones estructurales (20-21). La tomografía helicoidal es idónea para la exploración de la tráquea (22) ya que permite realizar reconstrucciones tridimensionales que semejan broncoscopías virtuales (23). Dentro de los eventos adversos de realizar una tomografía helicoidal, es la radiación ionizante, que cobra importancia en individuos en crecimiento, por su asociación con cáncer en etapas posteriores de la vida (24). No se tiene evidencia de que el uso repetido de este estudio, interfiera en el crecimiento de algún órgano.

Los estudios morfométricos que hasta el día de hoy se han realizado en perros vivos, han sido radiológicos, ultrasonográficos y endoscópicos, como se puede apreciar en el cuadro 1 (Apéndice). Los estudios radiológicos son las técnicas más utilizadas, sin embargo, las mediciones intraluminales son difíciles de observar por una mala definición de los bordes (1,2, 4,5,8,10,12,25,) y la imposibilidad de realizar mediciones coronales para la estimación del área luminal (6,7,26). Las imágenes ultrasonográficas son imprecisas para localizar lesiones en la pared dorsal o porción torácica y dependen de la experiencia del radiólogo (27). Los estudios endoscópicos no permiten hacer mediciones precisas del área luminal, sin embargo, aportan mucha información sobre las características de lesiones que puedan afectar esta área. Su principal desventaja radica en ser un procedimiento invasivo con riesgo inherentes al manejo de la vía aérea (28). Huber ML et al, contrastaron una técnica radiológica vs. traqueoscopia en perros adultos para determinar el porcentaje de estenosis traqueal pre y post mortem y encontraron un bajo índice de correlación ( $r= 0.146$  a  $0.458$ ,  $p > 0.05$ ), concluyendo que ambas técnicas no representan una adecuada herramienta para medir el grado de estenosis. (29)

Desde 1997, se han reportado 3 ensayos que describen las características morfométricas de la tráquea del perro adulto utilizando tomografía computada (30), ver cuadro 2 (apéndice). Kara en el 2001 y 2004, describe las características de la tráquea a través de una tomografía computada, en función de los diámetros transversos y antero posterior de perros sanos, concluyendo que es un estudio fácil de



realizar pero costoso, y que permite repetir mediciones en el tiempo con seguridad (20,22).

Con el advenimiento de estudios tomográficos de mayor definición de imagen y posibilidad de reconstrucciones virtuales (TAC helicoidal), es factible que se realice una vista tridimensional de la vía aérea, considerándose actualmente, la herramienta de elección para estudios morfométricos en tráquea de humanos (20-22, 30).

Desde la década de los 80's, numerosos estudios en mamíferos han descrito una estrecha relación entre las dimensiones de la tráquea, la fisiología pulmonar y la zoometría. Esto permite elaborar constantes matemáticas de predicción, tomando en cuenta una sola de las características (20-22). Sin embargo, las 3 condiciones descritas (dimensiones, fisiología pulmonar y zoometría) se modifican considerablemente en mamíferos en crecimiento, lo que hace suponer que la edad pudiese mover los índices de relación entre estas variables.

En una revisión de la literatura, no identificamos algún trabajo que describa los cambios morfométricos de la tráquea en cachorros hasta la edad adulta. Existen estudios que describen la tráquea de perros en crecimiento, pero son experimentos que comparan las dimensiones con animales sometidos a alguna maniobra quirúrgica (31-34) ver cuadro 3 (apéndice).

Con base a lo anterior, en el laboratorio de cirugía experimental en colaboración con el departamento de Imagenología del Instituto Nacional de Pediatría (INP) realizamos un estudio piloto en 6 perros criollos de una línea canina procedente del Bioterio de este Instituto. Se les realizó una tomografía helicoidal multicorte de la región cervicotorácica desde el segundo al doceavo mes de vida, con la finalidad de conocer en función del tiempo, el crecimiento en longitud, perímetro y diámetros internos de la tráquea.

Los hallazgos más relevantes encontrados fueron que; el perímetro interno, el diámetro antero-posterior y el transversal, presentaron un crecimiento no lineal y un aparente estancamiento en el crecimiento entre el 4º y 7º mes (Gráficas 1, 2 y 3) Apéndice.

A diferencia de los diámetros, el perímetro interno se mantiene con un crecimiento sostenido hasta los 160 días de vida, con un crecimiento menos intenso en los últimos 6 meses, por lo que consideramos a esta variable como la que mejor pudiese representar el crecimiento de la tráquea durante el primer año de vida. Cuando se intentó comprobar los cambios de tamaño en función del tiempo, no se logró establecer diferencias significativas, muy probablemente por el tamaño de la muestra ( $p=0.09$ ).

### **JUSTIFICACION:**

En una búsqueda extensa de la literatura biomédica, no identificamos un modelo experimental que nos permita conocer el patrón de crecimiento de la tráquea de mamíferos; y en el cual, la herramienta de medición sea tan precisa como la tomografía helicoidal multicorte, considerada como el estándar de oro.

Establecer modelos experimentales que nos permitan evaluar innovaciones tecnológicas, representa una prioridad en el área de cirugía experimental. Con el desarrollo de bioprótesis traqueales de probada eficacia en modelos adultos, se abre la posibilidad de evaluarlas en modelos experimentales en crecimiento. Debido a que no tenemos identificado el patrón de normalidad en el crecimiento de la tráquea de cachorros, antes de realizar evaluaciones en modelos caninos, decidimos conocer cuál es el crecimiento normal de la tráquea de un grupo de perros criollos de estirpe conocida y que fueron criados en el Instituto Nacional de Pediatría.

### **OBJETIVO GENERAL:**

Establecer el patrón de crecimiento de la tráquea durante el primer año de vida, en una población de perros medianos, criollos, de estirpe conocida; a través de una tomografía helicoidal computada multicorte.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- 1.- Establecer el patrón de crecimiento de la tráquea durante el primer año de vida, en una población de perros criollos de estirpe conocida, en función de la longitud traqueal.
- 2.- Establecer el patrón de crecimiento de la tráquea durante el primer año de vida, en una población de perros criollos de estirpe conocida, en función de su perímetro interno.
- 3.- Establecer el patrón de crecimiento de la tráquea durante el primer año de vida, en una población de perros criollos de estirpe conocida, en función del diámetro anteroposterior interno.
- 4.- Establecer el patrón de crecimiento de la tráquea durante el primer año de vida, en una población de perros criollos de estirpe conocida, en función del diámetro transversal interno.
- 5.- Describir el patrón de crecimiento del cachorro durante el primer año de vida, en una población de perros criollos de estirpe conocida, en función de las variables zoométricas: peso (gr), perímetro torácico (cm), longitud de cuello (cm), perímetro del cuello (cm), longitud escapulo-isquion (cm) y longitud escapulo-carpo (cm).

## **CLASIFICACION DE LA INVESTIGACIÓN**

Estudio observacional, descriptivo, longitudinal, prospectivo.

## **MATERIAL Y METODOS**

### **CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

Fueron incluidos cachorros emparentados criollos, sanos, nacidos en el bioterio de la Torre de Investigación "Dr. Joaquín Cravioto" del Instituto Nacional de Pediatría (INP). De 60 días de edad con un peso entre 3.500 kg y 5.500 kg.

## CRITERIOS DE EXCLUSION

Perros con evidencia de enfermedad o defecto congénito evidente.

## CRITERIOS DE ELIMINACIÓN

Los perros que durante el estudio presentaron enfermedades respiratorias o fallecieron antes del término del estudio.

## UBICACION

Se utilizaron en total 16 cachorros emparentados criollos, sanos, nacidos en el bioterio de la Torre de Investigación "Dr. Joaquín Cravioto" del Instituto Nacional de Pediatría (INP). De 60 días de edad con un peso entre 3.500 kg a 5.500 kg. El estudio se realizó en el Laboratorio de Cirugía Experimental de la Torre de Investigación "Joaquín Cravioto" y en el Departamento de Imagenología del Instituto Nacional de Pediatría.

## TAMAÑO DE MUESTRA

Considerando que en la literatura no se identificó algún ensayo similar que nos permitiera conocer los cambios en las dimensiones de la tráquea de cachorros, y con base a los resultados obtenidos del estudio piloto anteriormente descrito, se utilizó para el tamaño del cálculo de la muestra, el perímetro interno traqueal de la muestra analizada a nivel de C7 y T1. Se consideró el perímetro por ser la variable con un comportamiento normal y C7-T1 por ser el sitio de máxima estreches. Para el cálculo se consideró evidenciar diferencias entre los tiempos: 2 a 4 meses, 4 a 6 meses y 6 a 12 meses como las edades de cambio en crecimiento.

Para el cálculo se utilizó el software Stata 8, considerando las medias y las desviaciones estándar que se muestran en la tabla:

	2º mes	4º mes	n=	4º mes	6º mes	n=	6º mes	12o mes	n=
C 7	2.57±0.20	3.99±0.40	1	3.99±0.40	3.77±0.36	37	3.77±0.36	4.64±0.48	3
T 1	2.52±0.21	3.76±0.37	1	3.76±0.37	3.96±0.49	59	3.96±0.49	4.34±0.35	16

Para el cálculo se estimó un valor de  $p= 0.05$ , un poder de la prueba de  $0.8 (\beta=0.2)$ , una prueba de hipótesis considerando obtener diferencias, y grupos de comparación del mismo tamaño.

Considerando la importancia de identificar los cambios que se observaron entre el 6° y 12° mes, se tomó una  $n=16$ , agregando 2 perros más como posibles pérdidas al seguimiento.

#### VARIABLES DEL ESTUDIO

Variable	Tipo	Unidad
Tiempo	Numérica continua	Días
Longitud traqueal	Numérica continua	Centímetros
Perímetro interno de la tráquea	Numérica continua	Centímetros
Diámetro A-P de la tráquea	Numérica continua	Centímetros
Diámetro transversal de la tráquea	Numérica continua	Centímetros
Peso	Numérica continua	Gramos
Perímetro torácico	Numérica continua	Centímetros
Longitud de cuello	Numérica continua	Centímetros
Perímetro del cuello	Numérica continua	Centímetros
Longitud escapulo-isquion	Numérica continua	Centímetros
Longitud escapulo-carpo	Numérica continua	Centímetros

#### Definiciones operacionales

**Cuerpo vertebral:** Las mediciones de cada cuerpo vertebral, de la primera cervical hasta la sexta torácica serán evaluadas en un corte coronal a nivel de la meseta superior de cada vértebra.

**Longitud traqueal:** distancia en centímetros desde el primer cuerpo vertebral a la carina de la tráquea.

Perímetro interno de la tráquea: perímetro interno en centímetros del cuerpo vertebral.  
Diámetro A-P de la tráquea: Diámetro interno en centímetros de cada cuerpo vertebral, comprendido de la parte más anterior a la posterior.  
Diámetro transverso de la tráquea: Diámetro interno en centímetros de cada cuerpo vertebral, tangencial al diámetro A-P y dirigido hacia la parte lateral

### **Procedimientos para la recolección de información, instrumentos a utilizar y métodos para el control de calidad de los datos.**

El estudio de tomografía helicoidal computarizado se realizó a los 60, 90, 120, 150, 180, 210 y 360 días de edad de los perros, posterior a las mediciones zoométricas. Ambos se realizaron el mismo día.

#### **MEDICIONES TOMOGRÁFICAS**

Se llevaron a cabo en el Departamento de radiología del INP.

Se utilizó un tomógrafo helicoidal multicorte Somatom Sensation 4 Siemens, con un kilovoltaje de 100Kv y un miliamperaje de 50 mAs (miliamperaje por segundo), colimación de 1 mm e incremento de reconstrucción de 0.75 mm.

#### **Técnica:**

Se colocó al perro en decúbito supino en la mesa topográfica con posicionadores laterales (cojines suaves) a una altura de 1.25 m. Bajo un haz de luz láser, se inicia el estudio, que en la mayoría de los casos dependiendo de la longitud del tórax oscilará entre 6 y 12 segundos; teniendo como límites anatómicos arriba la laringe y por debajo la cúpula diafragmática.

Posteriormente se retiró al perro de la mesa tomográfica y se inició el proceso de imágenes tomográficas.

### Medición y Parámetros de la imagen

Las imágenes se fotografiaron con un nivel de ventana de 100 y con un centro de 30. Se realizaron mediciones de los diámetros antero posterior (AP) y transverso (TV) de tráquea desde cervical 1 (C1) y hasta torácica 6 (T6) a la altura de la meseta superior de cada cuerpo vertebral. Se registró la medición AP y TV y se obtuvieron los perímetros y las áreas a través del software del tomógrafo Somatom Sensation 4 Siemens para cálculos matemáticos, de cada una de las imágenes teniendo el total de 12 mediciones en la evaluación de cada perro. Los estudios se guardaron en un CD en cortes finos de 1.5 mm.

### PROCEDIMIENTO ANESTÉSICO

Todos los estudios, tomográficos realizados en los animales fueron bajo sedación, con una mezcla de xilacina 7mg/kg, zoletil (tiletamina + zolazepam) 10 mg/kg y atropina 0.05mg/kg intramuscular. Después del estudio tomográfico los cachorros permanecieron en observación en el laboratorio de cirugía experimental hasta recuperar la conciencia y subsecuentemente se regresaron al Bioterio del Instituto Nacional de Pediatría.

### MEDICIONES ZOMETRICAS

Previo a la realización del estudio tomográfico, se realizaron mediciones zoométricas a los 60, 90, 120, 150, 180, 210 y 360 días de edad de los perros.

Se incluyeron: peso (grs.), perímetro torácico (cm), longitud de cuello (cm), perímetro del cuello (cm), longitud escapulo-isquion (cm) y longitud escapulo-carpo (cm). Las cuales fueron realizadas con una báscula romana y una cinta métrica, de acuerdo a lo propuesto por Payró-Dueñas (36)

Al final del estudio los perros se les realizo la eutanasia con una sobredosis de anestesia (Pentobarbital sódico).

## CONSIDERACIONES ÉTICAS

El protocolo fue sometido a consideración de los Comités de Investigación y CICUAL (Comité Institucional sobre el Cuidado y Uso de Animales de Laboratorio). Todos los animales recibieron cuidados en cumplimiento a Principles of Laboratory Animal Care formulated by National Society for Medical Research, the Guide for the Care and Use of Laboratory Animals (NIH publication No.85-23, Revised 1985, U.S. Government Printing Office, Washington, DC), y con apego a la Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999, siguiendo los lineamientos internos del Bioterio del Instituto Nacional de Pediatría. El número de autorización del protocolo fue 30/2014.

## RESULTADOS

Se incluyeron seis hembras y ocho machos. El peso promedio inicial fue de 2.0 kg. (Rangos 1.5-2.5 kg) y finalizaron con 18.3 kg. (Rango 16.8-29.0 kg). Los promedios de la longitud escapulo-carpo (altura): inicial 16.3 cm (rango 14.5 a 19.0 cm) y final 40.4 cm (rango 34 a 47 cm). Las diferencias observadas no fueron estadísticamente significativas.

Las características de la tráquea al inicio y final del experimento se muestran en la **figura 1**; como se observa, la totalidad de los cartílagos de la tráquea se logran identificar hasta el noveno mes, antes solo se identifica una estructura tubular sin anillos. La relación de la columna vertebral con el primer anillo traqueal y la carina, se modificó durante el crecimiento del perro, observándose que la tráquea no inicia de forma constante en el punto medio de la vértebra cervical 1, o no termina en el punto medio de la vértebra torácica 6, por lo que no se incluyeron en el análisis estas dos mediciones.

La relación entre los diámetros antero posterior/transverso de la luz traqueal, tendió a la unidad (la vértebra con relación menor fue T1= 1.02 con rango de 0.8 a 1.4 y la vértebra con relación mayor fue C2= 1.25 con rangos de 0.94 a 1.38), el diámetro antero posterior de C2 fue mayor en 115 de 126 mediciones realizadas. Esta relación se observó desde el primer mes hasta el final del seguimiento.



Al comparar el promedio del área traqueal para cada uno de los cuerpos vertebrales en los 9 tiempos incluidos, se observó dos diferentes zonas, una zona más grande a nivel de los primeros anillos traqueales y una más estrecha, a nivel de los anillos correspondientes a las vértebras torácica 1 y 2 (**figura 2**). Las diferencias no fueron estadísticamente significativas.

El crecimiento traqueal fue evaluado con el área de la luz traqueal a lo largo de los 9 tiempos en los cuerpos vertebrales referidos. Los resultados para las mediciones realizadas a nivel de C2, T1, T5 y en longitud se observan en la **figura 3**. En todos los niveles se observó un periodo de meseta desde los 6 meses y una relación lineal en el desarrollo del área traqueal durante el tiempo, siendo más rápida la evolución hasta el día 300.

La correlación lineal entre las mediciones zoométricas y las áreas de la luz traqueal en los diferentes niveles se observa en el Cuadro 1, se distingue una correlación positiva entre las características zoométricas y las áreas traqueales, lo que significa una relación entre el desarrollo y crecimiento de éstas.

## DISCUSION

Con el advenimiento de nuevas tecnologías para el estudio no invasivo de la tráquea, los estudios tomográficos son de elección para describir las alteraciones estructurales (3, 4). En humanos, la tomografía helicoidal es idónea para la exploración de la tráquea (5) ya que permite realizar reconstrucciones tridimensionales semejantes a broncoscopías virtuales (8). Su uso en medicina veterinaria se ha extendido en la última década, sin embargo, hay poca evidencia que evalúe la morfometría de la tráquea durante el crecimiento de los individuos y por lo tanto los valores de normalidad al utilizar esta herramienta, no están claramente definidos.

A partir de 1997, se identificaron 3 ensayos que describen las características morfométricas de la tráquea del perro adulto utilizando tomografía computada (14). Kara en el 2001 y 2004 (3,5), describe la tráquea a través de una tomografía

computada, en función de los diámetros transversos y antero posterior de perros sanos, concluyendo que es un estudio fácil de realizar pero costoso, y que permite repetir mediciones en el tiempo con seguridad. Actualmente, la MDCT permite realizar estudios tomográficos más rápidos, con mayor definición de imagen y con posibilidad de reconstrucciones virtuales de la vía aérea, considerándose actualmente la herramienta de elección para estudios morfométricos en tráquea (3, 4,14). En el análisis de las imágenes MDCT que realizamos, corroboramos lo descrito sobre la posibilidad de analizar con mayor detalle la tráquea, y por lo rápido del estudio la sedación del cachorro fue superficial y rápida.

La descripción clásica de la tráquea canina, refiere una estructura que se extiende desde la mitad del primer cuerpo cervical a la quinta vértebra torácica donde se bifurca en los bronquios derecho e izquierdo, inmediatamente dorsal a la base del corazón; por lo que tiene una porción cervical y una torácica, la pared ventral y las laterales están constituidas de arcos de cartilago hialino (15). Lo observado en este estudio, difiere en la relación anatómica que guarda con los cuerpos vertebrales, además, esta relación es inconstante con la edad.

La tráquea de perros adultos se describe cilíndrica e irregular, en donde la zona más dilatada es la parte inicial (primeras cervicales) y un estrechamiento en la entrada torácica (16-18). Esto concuerda con nuestras observaciones, en donde la porción inicial es la más amplia (2ª cervical) y la parte distal se adelgaza al ingresar al tórax, lo que semeja una imagen en “reloj de arena” (Figura 1). Esta consideración es importante, porque al colocar una cánula endotraqueal, entre más distal se inserte, la presión que ejercerá sobre las paredes internas será mayor y el riesgo de lesión endotraqueal se incrementa.

El seguimiento de los cachorros, nos permitió observar que la forma de “reloj de arena” observada en etapas tempranas de la vida, se mantiene hasta la fase adulta. Con la peculiaridad que la relación anatómica entre la columna vertebral y la longitud traqueal se modifica, pudiendo iniciar desde C1 o C2 y terminar en T5 o T6. En relación a velocidad de crecimiento se observó que la tráquea se mantiene en crecimiento hasta el año de vida, siendo el incremento más importante en los primeros 6 meses de vida, coincidiendo con la curva de incremento ponderal; punto ya descrito anteriormente (19).

Un aspecto descrito por Kara (5) y con el cual coincidimos en este trabajo, fueron diferencias no significativas entre el diámetro antero posterior en relación al diámetro transverso de la luz traqueal al inicio de las 3 primeras vértebras cervicales y a lo largo del crecimiento de los cachorros. Kara observó mayor diámetro transverso, y en nuestro estudio fue mayor el diámetro antero posterior. Estas diferencias pudieran ser explicadas por variaciones inducidas por la posición del perro al realizar el estudio o la fase respiratoria (1,5), y lo maleable de esta estructura en su porción proximal.

La correlación lineal demostrada en estos estudios, entre los valores obtenidos a nivel de C2 durante el crecimiento del cachorro, apoya la utilidad de la ecuación para calcular el tamaño de tubo endotraqueal propuesta por Avki (20) en cachorros de raza mediana, similares a los incluidos en nuestro estudio. Sin embargo, extrapolar estos resultados a otras razas de perros es una limitación de nuestro trabajo, debido a la gran diversidad morfológica que esta especie tiene, pero consideramos pueda ser punto de partida para explorar esta diversidad.

## CONCLUSIONES

El crecimiento y desarrollo de la tráquea observado a lo largo del primer año de vida en cachorros criollos, nos permite establecer que la fase de máximo crecimiento tanto en longitud y área de los anillos traqueales termina a los 300 días de edad, aproximadamente. Durante este tiempo, su patrón morfológico no cambió, observándose ensanchada en su parte más proximal y con un estrechamiento gradual distal hasta T1, donde la tráquea ingresa al tórax.

La zona más ensanchada (C2) guarda un predominio del perímetro ante-posterior.

La correlación observada entre las áreas traqueales proximales, con el peso y talla (longitud escapulo-carpo) del cachorro a lo largo del crecimiento, confirman la necesidad de realizar y validar ecuaciones lineales y modelos lineales de predicción para el cálculo de áreas traqueales en individuos durante su crecimiento y desarrollo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.-Yanoff SR, Fuentealba C, Boothe HW, Rogers KS. Tracheal defect and embryonal rhabdomyosarcoma in a young dog. *Can Vet J* 1996; 37: 172-173
2. - Brovida C, Castagnaro M. Tracheal obstruction due to an eosinophilic granuloma in a dog: surgical treatment and clinicopathological observations. *J Am Anim Assoc* 1992; 28: 8-12
3. - Stann SE, Bauer TG. Respiratory tract tumors. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1985; 15: 535-56
- 4.-Coine BE, Fingland RB. Hypoplasia of the trachea in dogs: 103 cases (1974-1990). *J Am Vet Med Assoc* 1992; 201: 768-772
- 5.-Van Pelt RW, Confirming tracheal hypoplasia in Husky-mix pups. *Vet Med* 1988; 83: 266-273
- 6.-Buback JL, Boothe HW, Hobson HP. Surgical treatment of tracheal collapse in dogs: 90 cases (1983-1993). *J Am Vet Med Assoc* 1996; 208: 380-384
- 7.-White RAS, Williams JM. Tracheal collapse in the dog is there really a role for surgery? A survey of 100cases *J Sm Anim Pract* 1994; 35: 191-196
- 8.-Jonson LR, Krahvinkel DJ, Ciernan BC. Surgical management of atypical lateral tracheal collapse in a dog. *J Am Vet Med Assoc* 1993; 203: 1693-1696
- 9.-Spaulding GL. Medical management considerations for upper airway. *Probl Vet Med* 1992; 4: 419-28.
- 10.-Salisbury SK, Forbes S, Blevins WE. Peritracheal abscess associated with tracheal collapse and bilateral laryngeal paralysis in a dog. *J Am Vet Med Assoc* 1990; 196: 1273-1275.
- 11.-Dallman MJ, Brown EM. Statistical analysis of selected tracheal measurements in normal dogs and dogs with collapsed trachea. *Am J Vet Res* 1984; 45: 1033-1037.
- 12.-Smith MM, Gourley I. Management of tracheal stenosis in a dog. *J Am Vet Med Assoc* 1990; 196: 931-934
- 13.- Hallers EJO, Rakhorst G, Marres HAM, Jansen JA, Van Kooten TG, Schutte HK, Van Loon JP, Van der Houwen EB, Verkeke GJ. Animal models for tracheal research. *Biomaterials* 2003 ; 25: 1533-1543

- 14.-Evans HE, Christensen GC. Miller's anatomy of the dog, Philadelphia: W.B. SAUNDERS, pp 526. (1979)
- 15.-Proctor DF. The upper airways II. The larynx and trachea. Am Rev Respir Dis 1977; 115: 315-342.
- 16.-Feist H, Jonson TH, Wilson RJ. Critical review of acquired Tracheomalacia: Etiology and differential diagnosis. Chest 1975; 68: 340-345
- 17.-Dobanoglu I, Öcal MK, Kara ME. A Quantitative Study on the Trachea of the Dog. Anat Histol Embryol 2001; 30: 57-59
- 18.-Rouviere H, Delmas A. Anatomía Humana Descriptiva, Topográfica y Funcional tomo I 10a ed MASSON pp 453-454. 2002
- 19.-Gannon PJ, Constantino PD, Lueg EA, Chaplin JM, Brandwein MS, Passalacqua PJ, Fliegelman LJ, Laitman JT, Marquez SM, Urken ML. Use of the peritracheal fold in the dog tracheal transplantation model. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 1999; 125: 1-8
- 20.-Kara ME, Karaman ZC, Dabanoglu I, Ocal MK. Computed tomographic measurements of the trachea. Dtsch Tierärztl Wschr 2001; 108: 164-7
21. - Brown RH, Mitzner W. Understanding airway pathophysiology with computed tomography. J Appl Physiol 2003; 95: 854-862
- 22.-Kara ME, Turan E, Dabanoglu I, Ocal MK. Computed tomographic assessment of the trachea in german shepherd dog. Ann Anat 2004; 186: 317-321
- 23.- Eliashar R, Davros W, Gramlich T, Moffett K. Evaluating laryngotracheal stenosis in a canine model with virtual bronchoscopy. Ann Otol Rhinol Laryngol 2000; 109: 906-912
- 24.- Frush DP, Donnelly LF, Rosen NS. Computed Tomography and Radiation Risk : What pediatric health care providers should know. Pediatrics 2003 ; 112 :951-7
- 25.- Watt PR. Congenital tracheal collapse in a young fox terrier. Austr Vet Pract 1992; 22: 112-116
- 26.- Fingland RB, Layton CI, Kennedy GA, Gallad JC. A comparison of simple continuous versus simpleinterrupted sutura patterns for tracheal resection in dogs. Vet Surg 1995; 24: 320-330

- 27.- Shih JY, Lee LN, Wu HD, Yu CJ, Wang HC. Sonographic imaging of the trachea. *J Ultr Med* 1997; 16: 773-790,
- 28.- Fingland RB, Hoff DE, Birchard SJ. Surgical management of cervical and thoracic tracheal collapse in dogs using extraluminal spiral prostheses. *J Am Vet Med Assoc* 1987; 23: 163-172
29. - Huber ML, Henderson RA, Finn-Border S, Macintire DK, Wrigth JC, Hanks GH. Assessment of current techniques for determining tracheal luminal stenosis in dogs. *Am J Vet R* 1997; 58: 1051-1054
- 30.-Fike JR, Druy EM, Zook BC. Canine anatomy assessed by computerized tomography. *AM J Vet Res* 1980; 41: 1823-32
- 31.-Maeda M, Grillo HC. Tracheal growth following anastomosis in puppies. *J Thoracic Cardiovasc Surg* 1972; 64:304-13,
- 32.-Mendez-Picon G, Hutcher NE, Neifeld J, Salzberg A. Long-Term Study of Tracheal Growth after Segmental Resection in Puppies. *J Pediatr Surg* 1974; 9: 615-619
33. - Blanchard H, Brochu P, Bensoussan AL, Khan AH. Tracheal growth after resection and anastomosis in puppies. *J Pediatr Surg* 1986; 21: 777-780
- 34.- Sullivan MJ, McClatchey KD, Passamani PP. Airway growth following cricotracheal resection in puppies. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1987; 113: 606-611
- 36.- Payró Dueñas JL. Exterior. En : *El perro y su Mundo. Tratado de Zootecnia Canina. Tomo I. 2a ed. México Loera Chavez ; 1981. 248-269*

## ANEXOS.-

### CRONOGRAMA

Elaboración de protocolo	Marzo a julio 2006/ 2ª versión Mayo 2014
Entrega de protocolo a la comisión de Investigación	Julio 2006 / 2ª versión mayo 2014
Solicitud de cachorros criollos emparentados de 60 días de edad	Agosto 2006
Seguimiento del proyecto	Agosto 2010
Análisis de datos	Mayo-Junio 2014
Envío de proyecto a publicación	Junio 2014

### PRESUPUESTO

El costo por cada perro incluido se especifica de la siguiente manera:

Articulos	Número/perro	Costo unitario/perro	Costo Total/perro
Estudio de TAC	7 estudios	\$ 1319.00	\$ 9226.00
Alimento Pedigree		\$ 41.40 semana	\$ 1987.00
Vacunas	1 vacuna	\$ 170.00	\$ 170.00
Antiparasitario	.3 fco	\$ 30.00	\$ 90.00
Vitaminas	.3 caja	\$ 60.00	\$ 120.00
Tiletamina/Zolacepam	3 fcos	\$ 112.00	\$ 2240.00
Xilacina	3 fcos	\$ 630.00	\$ 1260.00
Material de curación	7 (sets *)	\$ 20.00	\$ 140.00
<b>Costo total por perro</b>			<b>\$15,225</b>

\*Un set incluye: pañal, 3 jeringas de insulina, 3 cc y 5 cc, gasas y torundas alcoholadas. Los costos derivados del estudio TAC, no implican gasto debido a contar con el recurso humano y material dentro del Instituto Nacional de Pediatría. El resto de los gastos, será cubierto por equipo y material con el que se cuenta en el Laboratorio de Cirugía Experimental y Bioterio.

Instituto Nacional de Pediatría  
Hoja de Recolección

Protocolo: EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO TRAQUEAL EN PERROS CRIOLLOS A TRAVÉS DE TOMOGRAFÍA MULTICORTE

PERRO:

RAZA:

EDAD:

Peso	69 días	96 días	131 días	159 días	194 días	228 días	362 días

Perro	Medidas	69 días	96 días	131 días	159 días	194 días	228 días	362 días
C1	Ap							
	Tv							
	P							
C2	Ap							
	Tv							
	P							
	Ap							
	Tv							
	P							
C3	Ap							
	Tv							
	P							
C4	Ap							
	Tv							
	P							
C5	Ap							
	Tv							
	P							
C6	Ap							
	Tv							
	P							
C7	Ap							
	Tv							
	P							
T1	Ap							
	Tv							
	P							
T2	Ap							
	Tv							
	P							
T3	Ap							
	Tv							
	P							
T4	Ap							
	Tv							
	P							
T5	Ap							
	Tv							
	P							
T6	Ap							
	Tv							



CUADRO 1

Nombre del artículo, autores y año publicación	Diseño del estudio	Características población	Tamaño muestra	Instrumento de medición	Objetivo	Variables Independientes / dependientes	Resultados Y análisis estadístico	Conclusiones
Coyne BE, et al. Hipoplasia de tráquea en perros: 103 casos (1974-1990). JAVMA 1992	Retrospectivo, longitudinal	Perros braquicefálicos, y no-braquicefálicos de 2 días de nacidos a 12 años	10	Radiografías	Descripción de los signos clínicos, historia clínica, y estudios radiológicos coexistentes con perros con hipoplasia traqueal	Dificultad respiratoria, tos continua, infecciones respiratorias diámetros y radios de la tráquea en la entrada torácica	La hipoplasia traqueal fue diagnosticada con mayor frecuencia en machos, bulldog, Boston terrier y boxer Signos clínicos más comunes: Disnea, estridor, tos, intolerancia al ejercicio y síncope	Los perros braquicefálicos tienen en promedio los diámetros más pequeños en la tráquea en entrada torácica. Se pueden utilizar los diámetros de la entrada torácica reportados en la literatura para perros braquicefálicos sin hipoplasia, para comparar tráqueas hipoplásicas. Para tener diagnósticos más acertados se requiere de una herramienta de medición más precisa
Jonson LR, et al. Surgical management of atypical lateral tracheal collapse in a dog. JAVMA 1993	Reporte de casos	Perro French poodle 4 años -1.5 kg	1	Broncoscopia y radiografías	Diagnóstico diferencial entre colapso traqueal vs estenosis congénita, trauma, granuloma, cuerpo extraño, parásitos y disfunción laríngea. Reparándola con una prótesis de 6 anillos	Espesor de la pared bronquial Pruebas radiográficas en espiración e inspiración Diámetros diagnosticado por broncoscopia	Espesor de la pared bronquial disminuido Hipoinflación de los pulmones por atrapamiento del aire Falla en espiración e inspiración Diámetro disminuido 30% en la tráquea cervical caudal 5 anillos  Estadística descriptiva	Uso de radiografías y fluoroscopia solo pueden darnos un diagnóstico presuntivo. Es necesaria la utilización de un broncoscopio para determinar tratamiento. La utilización del broncoscopio requiere experiencia del médico.
Harvey CE, et al. Tracheal diameter: Analysis of radiographic, measurements in brachycephalic dogs. J Am An Hosp. Ass 1982	Retrospectivo Transversal	Perros braquicefálicos y no-braquicefálicos.	22	Radiografías	Determinar la sofometría de la tráquea en perros braquicefálicos y no braquicefálicos	Diámetro del lumen del cricoides, distancia del cricoides a la entrada torácica, diámetro y radio de la entrada torácica	Los diámetros traqueales de los perros braquicefálicos fueron significativamente más pequeños bulldog en mayor porcentaje Los radios fueron más pequeños en perros de menos de un año probablemente por su relación con el peso corporal. Estadística: Kruskal-Wallis Spearman's	La determinación de los radios en la entrada torácica es una medida conveniente para determinar el diámetro traqueal. Los radios del cricoides no son indicadores del diámetros de la tráquea Los perros braquicefálicos tienen más pequeña la tráquea vs no braquicefálicos Los bulldogs tráquea más pequeña vs otras razas braquicefálicas
Huber ML, et al. Assessment of current techniques for determining tracheal luminal stenosis in dogs. Am J Vet Res 1997	Experimental transversal	Perros machos adultos sanos Greyhound y criollos	15	Radiografía Traqueoscopia necropsia	Evaluación de las técnicas antemortem y postmortem para determinar estenosis luminal traqueal después de una traqueostomía	Diámetro dorsoventral pre y postoperatorio con radiografía área determinada por planimetría pre y post operatoria Determinación del área con la fórmula de la elipse a la necropsia	Correlación pobre entre técnicas radiológicas y traqueoscópicas La fórmula de la elipse es más precisa para calcular una estenosis después de una cirugía	Los métodos utilizados antemortem para la evaluación de porcentaje de estenosis no tuvieron correlación con planimetría. No se puede tener una medida precisa del grado de estenosis usando técnicas comunes

**CUADRO 2**

Nombre del artículo, autores y año de publicación	Diseño del estudio	Características población	Tamaño muestra	Instrumento de medición	Objetivo	Variables independientes / dependientes	Resultados y análisis estadístico	Conclusiones
Fike JR, et al. Canine Anatomy Assessed by computerized tomography. Am J Vet Res 1980	Observacional Descriptivo	Perros beagle hembra 5 años 10 kg peso	2	TAC Necropsia	Identificación de estructuras anatómicas del perro con TAC y a la necropsia	Definición en el escaneo de cabeza, cuello, tórax, abdomen y pelvis	Imagen cefalocaudal del beagle tuvo excelente resolución en comparación con los perros a la necropsia	El uso de tomografía computada es de gran utilidad en perros para observar su anatomía normal y utilizarlo como modelo experimental Como técnica para diagnóstico.
Kara ME, et al. Computed Tomographic measurements of the trachea in dog. Dtsch Tierarztl Wschr 2001.	Observacional, descriptivo, transversal prospectivo	Perros criollos, adultos, ambos sexos, 12 meses a 10 años de edad, con un peso de 16.83 ± 1.07.	18	TAC	Registro de medidas traqueales en 5 segmentos.	Diámetros transverso interno (IT) y externo (OT), Vertical interno (IV) y externo (OV). Área del lumen (CSA= (IT/2) (IV/2)), radio transverso interno y externo, radio vertical interno y externo.	Los diámetros y el área disminuyen gradualmente en la tráquea extra torácica y se incrementan en la tráquea torácica.	Los estudios de tomografía computarizada son útiles para la evaluación del área luminal y diámetros a lo largo de toda la tráquea.
Kara E, et al. Computed tomographic assessment of the trachea in the German Shepherd dog. Ann Anat 2004.	Observacional, descriptivo, transversal, prospectivo.	Perros, adultos, 10 meses a 5 años, con un peso de 29.40 ± 4.93	10	TAC	Registro de medidas traqueales de 9 segmentos.	Diámetros transverso interno (T), vertical interno (V), radio transverso (a), radio vertical (b) área del lumen (a.b.π)	Se encontró Diferencia entre los segmentos de tráquea cervical torácica. Los radios verticales y transversos se mantienen casi iguales lo que indica que la tráquea es de forma casi circular.	La tomografía computarizada es muy útil como herramienta diagnóstica. Puede utilizarse en diferentes razas de perros con tráqueas sanas o enfermas, sin olvidarse que se pueden encontrar grandes variaciones de medidas dependiendo la raza del perro, por lo que se recomienda tener controles de su misma raza.

CUADRO 3

Autor, nombre del artículo, revista y año de publicación	Diseño del estudio	Características población	Tamaño muestra	Instrumento de medición	Objetivo	Variables independientes / dependientes	Resultados Y análisis estadístico	Conclusiones
Maeda M. Tracheal growth allowing anastomosis in puppies. J Thorac Cardiovasc Surg 1972	Experimental transversal	Cachorros criollos 7.5 a 17.5 semanas 1.6 a 6 Kg	25	Caliper micrométrico	Describir morfológicamente y métricamente el crecimiento traqueal en cachorros después de una resección de 5 anillos traqueales	Diámetro sagital interno y externo Diámetro coronal interno y externo Espesor de la pared Perímetro de la superficie del corte de los anillos	El crecimiento se alteró en el sitio de anastomosis El lumen disminuyó en ambas direcciones Estenosis del 40% sin signos Análisis: Estadística descriptiva	El crecimiento de la tráquea en el sitio de anastomosis en estos perros provee de una adecuada vía aérea, compatible con la vida adulta
Mendez-Picon G. Long-term Growth after segmental resection in Puppies. J Pediatr Surg 1974	Experimental Transversal	Cachorros beagle 8 semanas 3-5 kg	10	Radiografías (planímetro) Microscopía (necropsia)	Describir el crecimiento traqueal Después de una resección de 5 anillos	Diámetros transversos y verticales internos y externos	Tres cachorros murieron por una estenosis por fibrosis Cinco sobrevivieron con crecimiento similar al de los dos controles Estadística descriptiva	La estenosis en los tres cachorros quizás es debida a una mala técnica de anastomosis
Blanchard H. Tracheal growth after resection and anastomosis in puppies. J Pediatr Surg 1986	Experimental Transversal	Cachorros criollos 12 semanas 3.4 a 10 kg	15	Radiografías Caliper.	Descripción del crecimiento traqueal después de una resección y anastomosis de 14 anillos en base a la tensión de la anastomosis	Largo de la tráquea Espesor de la pared de la tráquea en la anastomosis Diámetro transverso a nivel de la anastomosis	Un cachorro murió a causa de la tensión de la anastomosis (2000 g) El espacio intercartilaginoso fue más amplio El largo de la tráquea disminuyó El diámetro transverso y sagital disminuyó en el grupo experimental El crecimiento de la tráquea a nivel de la anastomosis fue de 85% vs control 90% Estadística descriptiva	La tensión ideal para la anastomosis es de 1,250 g La técnica quirúrgica debe ser muy meticulosa La tráquea reseca se adapta a la tensión debido a la elasticidad y capacidad de elongación de las membranas intercartilaginosas El tamaño de la tráquea es menor en los perros resecaos. La forma de la tráquea se vuelve triangular debido a la tracción

Cuadro 4.-

nivel vertebral	c1 md	c1 ds	c2 md	c2 ds	c3 md	c3 ds	c4 md	c4 ds	c5 md	c5 ds	c6 md	c6 ds	c7 md	c7 ds	t1 md	t1 ds	t2 md	t2 ds	t3 md	t3 ds	t4 md	t4 ds	t5 md	t5 ds	t6 md	t6 ds
ap1	1.41	0.27	1.04	0.13	0.93	0.05	0.86	0.07	0.85	0.05	0.82	0.07	0.79	0.05	0.77	0.06	0.80	0.06	0.84	0.08	0.87	0.07	0.88	0.10	0.85	0.09
ap2	1.32	0.71	1.17	0.15	1.05	0.08	0.99	0.07	0.94	0.08	0.95	0.09	0.91	0.06	0.95	0.07	0.95	0.08	0.95	0.07	1.01	0.08	1.00	0.09	1.00	0.09
ap3	1.31	1.01	1.77	0.23	1.66	0.32	1.45	0.15	1.36	0.09	1.28	0.12	1.23	0.07	1.18	0.05	1.25	0.13	1.29	0.18	1.30	0.15	1.27	0.11	1.32	0.20
ap4	1.51	1.18	1.76	0.29	1.56	0.28	1.41	0.21	1.36	0.23	1.30	0.23	1.16	0.15	1.28	0.14	1.39	0.08	1.34	0.09	1.39	0.07	1.41	0.08	1.42	0.04
ap5	0.37	0.90	2.12	0.24	1.63	0.35	1.55	0.17	1.53	0.14	1.38	0.07	1.18	0.12	1.25	0.15	1.40	0.16	1.42	0.14	1.47	0.14	1.48	0.19	1.49	0.17
ap6	—	—	1.77	0.38	1.53	0.21	1.71	0.14	1.44	0.30	1.30	0.16	1.24	0.15	1.33	0.23	1.41	0.26	1.47	0.25	1.48	0.26	1.52	0.27	1.54	0.21
ap7	—	—	2.01	0.35	1.78	0.26	1.64	0.20	1.51	0.15	1.40	0.14	1.43	0.19	1.35	0.11	1.31	0.11	1.35	0.10	1.41	0.15	1.48	0.08	1.53	0.09
tv1	0.74	0.19	0.97	0.12	0.96	0.08	0.89	0.06	0.85	0.05	0.79	0.06	0.79	0.05	0.79	0.04	0.81	0.04	0.80	0.06	0.82	0.06	0.88	0.11	1.09	0.18
tv2	0.77	0.39	1.11	0.13	1.05	0.11	0.99	0.09	0.95	0.10	0.87	0.09	0.87	0.08	0.87	0.07	0.85	0.07	0.86	0.08	0.88	0.06	0.96	0.07	1.11	0.16
tv3	0.84	0.81	1.19	0.17	1.28	0.18	1.38	0.16	1.32	0.17	1.23	0.14	1.14	0.14	1.09	0.14	1.06	0.17	1.05	0.12	1.03	0.08	1.08	0.12	1.18	0.25
tv4	0.77	0.60	1.44	0.30	1.42	0.23	1.40	0.25	1.25	0.27	1.25	0.26	1.14	0.22	1.08	0.17	1.11	0.14	1.13	0.13	1.06	0.08	1.07	0.07	1.23	0.18
tv5	0.19	0.46	1.32	0.10	1.47	0.12	1.41	0.12	1.25	0.11	1.18	0.09	1.12	0.09	1.14	0.08	1.14	0.07	1.12	0.05	1.10	0.07	1.16	0.11	1.24	0.13
tv6	—	—	1.46	0.13	1.38	0.18	1.26	0.18	1.21	0.11	1.15	0.09	1.10	0.11	1.10	0.09	1.12	0.08	1.11	0.12	1.15	0.06	1.11	0.06	1.27	0.21
tv7	—	—	1.35	0.38	1.74	0.23	1.71	0.29	1.61	0.20	1.52	0.22	1.38	0.19	1.31	0.08	1.33	0.09	1.30	0.08	1.29	0.08	1.33	0.11	1.54	0.22
p1	3.68	0.29	3.28	0.36	3.04	0.23	2.81	0.28	2.73	0.19	2.63	0.20	2.57	0.20	2.52	0.21	2.61	0.20	2.68	0.25	2.68	0.24	2.44	0.72	3.25	0.36
p2	3.52	1.74	3.82	0.47	3.55	0.49	3.32	0.41	3.16	0.40	3.04	0.40	3.05	0.39	3.03	0.41	3.01	0.37	3.12	0.48	3.10	0.41	3.30	0.38	3.60	0.46
p3	3.17	2.46	4.71	0.38	4.72	0.53	4.55	0.49	4.45	0.46	4.28	0.52	3.99	0.40	3.76	0.37	3.91	0.65	3.81	0.55	3.73	0.29	3.84	0.38	4.00	0.50
p4	3.73	2.90	5.28	0.67	4.85	0.63	4.78	0.88	4.46	0.89	4.10	0.90	4.00	0.89	4.00	0.48	4.05	0.39	4.08	0.41	4.13	0.35	4.09	0.25	4.42	0.51
p5	0.90	2.20	5.45	0.51	4.85	0.41	5.01	0.54	4.58	0.46	4.10	0.46	3.77	0.36	3.96	0.49	4.33	0.34	4.18	0.33	4.25	0.40	4.25	0.47	4.65	0.59
p6	—	—	5.17	0.62	4.79	0.59	4.97	0.65	4.41	0.78	3.97	0.49	3.74	0.50	4.03	0.58	4.30	0.82	4.22	0.69	4.18	0.57	4.43	0.48	4.78	0.38
p7	—	—	5.59	0.20	5.65	0.70	5.55	0.70	5.08	0.50	4.79	0.61	4.64	0.48	4.34	0.35	4.35	0.38	4.34	0.32	4.39	0.35	4.59	0.28	5.22	0.28

C1 a C7 = 1ª vertebra cervical a 7ª vertebra cervical

T1 a T6 = 1ª vertebra torácica a 6ª vertebra torácica

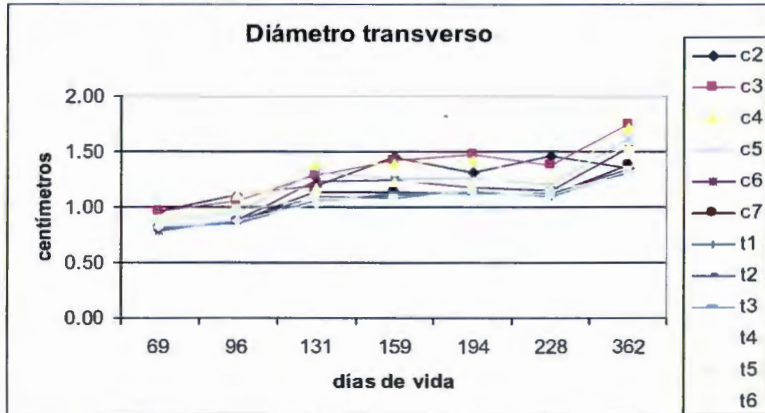
ap = Anteroposterior

md = media

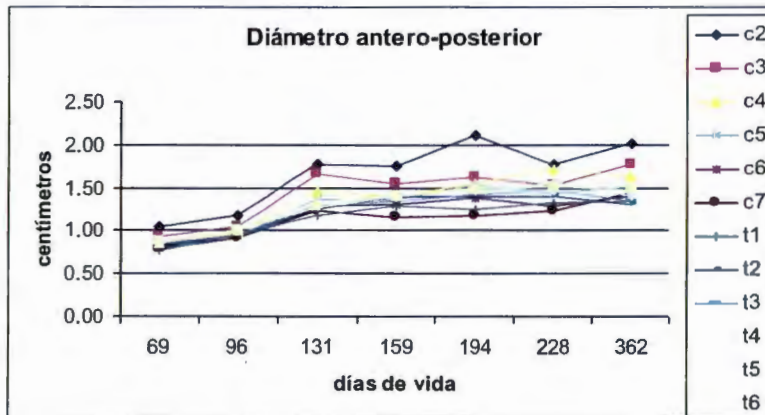
tv = transverso

ds = desviación estándar

p = perímetro



Gráfica 1.- Crecimiento traqueal en estudio piloto.- Diámetro transverso



Gráfica 2.- Crecimiento traqueal en estudio piloto.- Diámetro antero-posterior

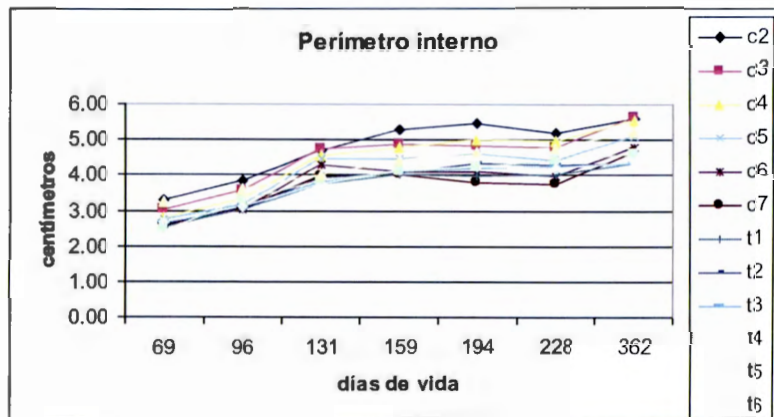
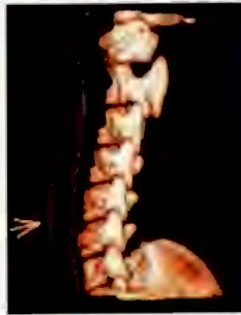


Grafico 3.- Crecimiento traqueal en estudio piloto.- Perimetro interno

Figura 1  
Características de la tráquea durante crecimiento.



2 meses



3 meses



5 meses



7 meses



9 meses



12 meses

Figura 2.  
Distribución promedio del crecimiento de las áreas a lo largo de la tráquea durante el periodo de seguimiento  
(Media, IC95%) (N= 119 observaciones)

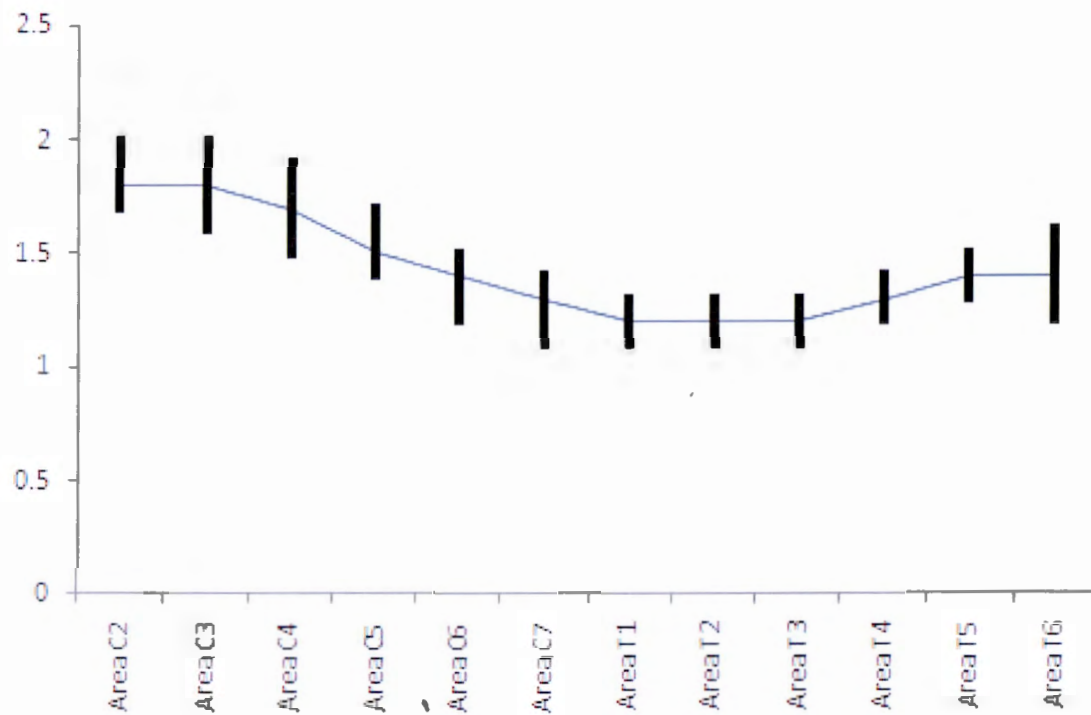
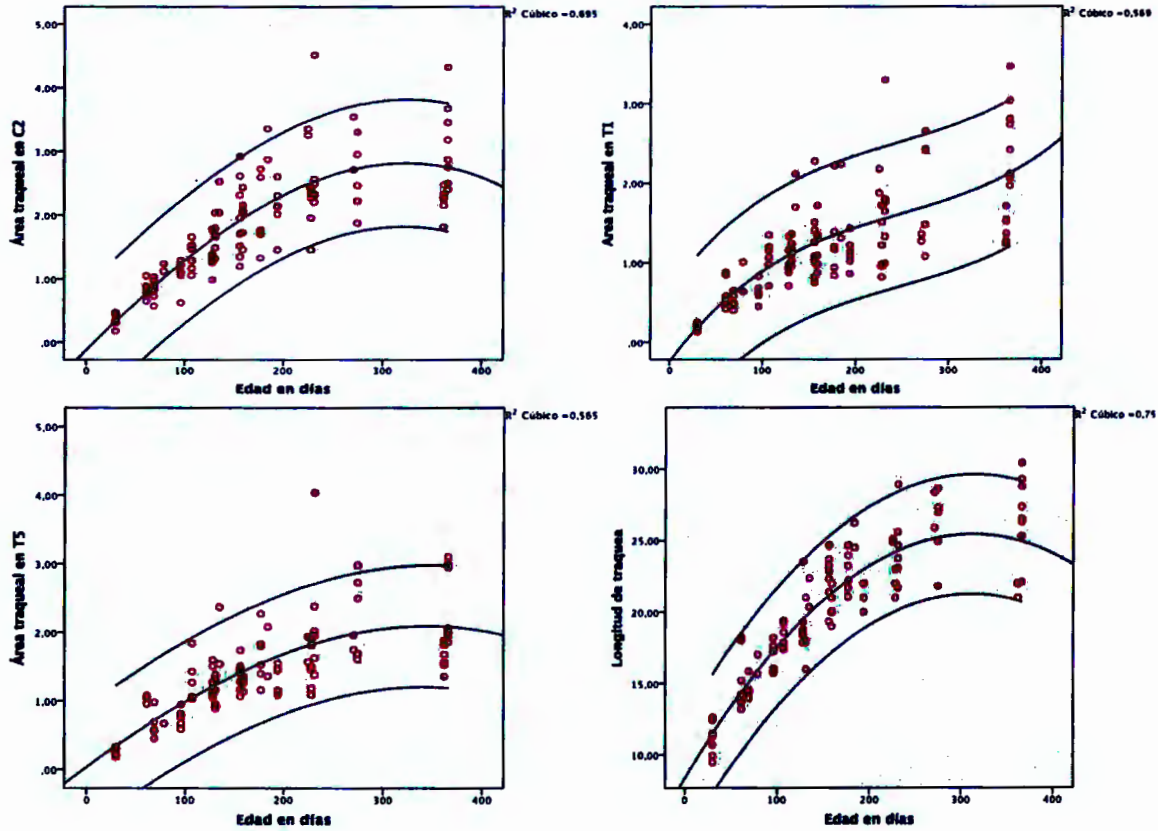




Figura 3  
Correlación entre el crecimiento traqueal y la edad en distintas zonas de la tráquea.



CUADRO 1

Correlación entre el área traqueal y las variables zoométricas, a lo largo del estudio.

Características Zoométricas	Áreas Traqueales										Longitud Traqueal	
	C2	C3	C4	C5	C6	C7	T1	T2	T3	T4		T5
Peso	.77	.8	.79	.78	.75	.71	.7	.69	.7	.7	.66	.87
Diámetro Torácico	.78	.78	.77	.76	.74	.69	.68	.67	.7	.7	.66	.88
Longitud De Cuello	.8	.77	.78	.77	.75	.69	.69	.69	.72	.72	.66	.85
Diámetro De Cuello	.73	.75	.74	.73	.71	.66	.66	.65	.68	.68	.63	.83
Longitud Escapulo-Isquion	.8	.79	.79	.78	.75	.7	.7	.7	.73	.73	.68	.9
Longitud Escapulo-Carpo	.8	.78	.77	.76	.74	.7	.68	.67	.68	.67	.62	.85

Se observa una correlación positiva entre las características zoométricas y las áreas traqueales, lo que significa una relación entre el desarrollo y crecimiento de éstas.