



**Universidad Nacional Autónoma de  
México**

---

---

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y  
ZOOTECNIA**

**DETERMINACIÓN DE LA  
PERSISTENCIA DEL TIMO EN PERROS  
DE EDAD ADULTA**

**Tesis**

Que para obtener el título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**PRESENTA**

**ERIK ESTRADA CERVANTES**

**308001615**

Asesores: MVZ Héctor Villaseñor Gaona

MVZ Alberto Fouilloux Morales



Ciudad Universitaria, Cd. Mx.

2017



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## DEDICATORIA

Dedico éste trabajo:

A Dios, por haberme dado la bendición de poder estudiar, por siempre estar a mi lado en todas las decisiones tomadas, guiarme hacia un buen camino y jamás abandonarme.

A mi madre, María Elena Cervantes Luna y a mi padre Adán Estrada Márquez, quienes me han heredado el tesoro más valioso que puede dársele a un hijo: amor. Quienes me concedieron la vida y sin escatimar esfuerzo alguno han sacrificado gran parte de su vida para formarme y educarme. A ustedes, cuya ilusión ha sido convertirme en un hombre de bien. A ustedes que siempre han luchado por sacar adelante a la familia y soportar los innumerables desvelos que conllevó su infinito apoyo a mi formación profesional. Sus amorosos y sabios consejos me han llevado a cumplir uno de mis más grandes objetivos, el cual es un fruto de los valores y educación que sembraron en mí. Nunca podré pagar todo lo que han hecho por mí, por eso y más muchísimas gracias. Siempre contarán conmigo. Los amo infinitamente.

A mi hermano, Daniel Estrada Cervantes, te dedico éste triunfo, para que lo tomes de ejemplo y sigas por buen camino, te quiero y siempre contarás conmigo.

A toda mi familia y amigos por haberme dado su apoyo y cariño a lograr una de mis más grandes metas.

A mis asesores, MVZ Héctor Villaseñor y MVZ Alberto Fouilloux por sus grandiosas enseñanzas y haberme otorgado su sincera amistad, por haberme apoyado siempre en la realización de mis objetivos. Por darme la oportunidad de haber pertenecido al equipo académico de la UNAM y el apoyo dado a la realización de éste trabajo.

A mi Universidad y Facultad, por brindarme el honor de entrar a estudiar en sus instalaciones y concederme realizar la mayor parte de mis sueños, los cuales aprovecharé al máximo para ser una persona de provecho.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco sinceramente:

Al MVZ Hector Villaseñor Gaona, por la gran amistad otorgada a lo largo de mi carrera, su apoyo constante a la culminación de mis metas, su excelente enseñanza, muchas gracias por su constante apoyo que siempre me brindó en todo momento. Es un gran ejemplo a seguir.

Al MVZ Alberto Fouilloux Morales, por el apoyo otorgado a la realización de esta tesis, su excelente enseñanza, la gran amistad y excelentes consejos brindados, así como la oportunidad de haber sido su ayudante.

Al MVZ Santiago René Anzaldúa Arce, por el gran apoyo otorgado durante mi estancia como ayudante de profesor, así como a la realización del presente trabajo, por su gran amistad y confianza que siempre otorgó para mí.

Al MVZ Francisco Rojo Gonzales, por apoyarme a lo largo de mi carrera, la oportunidad de haber laborado a su lado y su gran amistad.

A los miembros de mi jurado por tomarse el tiempo y brindarme el apoyo para estudiar éste trabajo.

MVZ Santiago René Anzaldúa Arce.

MVZ Hector Villaseñor Gaona.

MVZ David Ovando Fuentes.

MVZ María De La Luz Ramírez Méndez.

MVZ Silvia Reyes Maya.

# CONTENIDO

	Páginas
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
Anatomía del timo en perros	4
Histología del timo	5
Fisiología del timo	6
Determinación de la edad en perros	9
Hipótesis	12
Objetivos	12
MATERIAL Y MÉTODOS	13
Material	13
Métodos	14
RESULTADOS	16
DISCUSIÓN	24
REFERENCIAS	26

## RESUMEN

ESTRADA CERVATES ERIK. Determinación de la persistencia del timo en perros de edad adulta. (Asesores: MVZ Hector Villaseñor Gaona y MVZ Alberto Fouilloux Morales).

El timo se localiza en el mediastino. Es un órgano linfoide primario, particularmente activo en vida embrionaria, así como en animales jóvenes e involuciona durante la pubertad (aproximadamente 6-8 meses de edad), quedando sólo pequeños vestigios con tejido adiposo en animales adultos. Actualmente, se sabe que el timo es el sitio clave de diferenciación de linfocitos T, pues aquí se llevan a cabo los procesos de diferenciación, desarrollo, maduración y proliferación de éstas células. También se le considera activador de regiones timodependientes en órganos linfoides secundarios. El presente estudio se efectuó con el propósito de demostrar la persistencia morfofuncional del timo en perros adultos. Se utilizaron 20 cadáveres de perros adultos de las salas de disección de la FMVZ UNAM para el estudio macroscópico del timo y además se obtuvieron 20 muestras de timo de perros adultos destinados para eutanasia en el Centro de Control Canino (CECOCAN) para su estudio microscópico. Dichas muestras fueron fijadas en formol y procesadas siguiendo el método de inclusión en parafina y se tiñeron con hematoxilina-eosina para su valoración histológica. Con los resultados obtenidos en el presente estudio, se pudo determinar por medio de una prueba de  $X^2$ , que en el 75% de los animales estudiados, el timo puede llegar a persistir morfológicamente y no atrofiarse en todos los casos, debido a que como eran animales de calle, quizás al estar

expuestos a muchos factores ambientales patógenos o no patógenos, su sistema inmune está constantemente activo. Por otra parte, una alimentación deficiente, podría desencadenar estados de hipoglucemia, estimulando probablemente la secreción de Hormona del Crecimiento en cantidades elevadas, induciendo posiblemente la proliferación del parénquima del timo y secreción de timulina.

# **Determinación de la persistencia del timo en perros de edad adulta**

## **INTRODUCCIÓN**

El timo es el único órgano linfoide primario que se ha identificado claramente como tal en los mamíferos, se hace linfoide durante la vida embrionaria, siendo el tejido linfopoyético más activo durante este periodo y cuya presencia es esencial para el desarrollo y función del sistema inmunitario (1, 2).

Uno de los cambios más característicos del sistema inmune durante la vida adulta es la regresión o involución del timo, ésta parece ocurrir en todos los vertebrados, lo que indica que este es un acontecimiento evolutivo antiguo y conservado (3).

El timo es un órgano linfoepitelial (4), particularmente activo en vida fetal, así como en animales jóvenes y es un hecho normal su involución (atrofia) (5). Durante la pubertad, el timo comienza una involución gradual fisiológica, llamada “involución natural” y es reemplazado gradualmente por tejido adiposo, representado por pequeños vestigios en los animales adultos. Sin embargo, el tejido linfoide que persiste mantiene algo de función. Actualmente, se sabe que el timo es el sitio clave de diferenciación de células T (linfocitos T), pues aquí se llevan a cabo los procesos de desarrollo, maduración y proliferación de éstas células (3-7).

La involución del timo está asociada con una reducción del tejido linfoide, perdiendo su estructura y arquitectura propia, así como una disminución marcada de linfocitos T. Afecta además la función y diversidad de células B (linfocitos B), lo cual conduce a una débil respuesta de anticuerpos; dando como resultado un

aumento en la susceptibilidad para adquirir infecciones debido a la disminución en la capacidad para eliminar diferentes patógenos (3, 8-10).

Las funciones del timo podemos enumerarlas de la siguiente manera: (5, 10-11).

1. Es el órgano linfoide primario para el desarrollo de linfocitos T.
2. Es un órgano fundamental en la linfopoyesis y la inmunogénesis.
3. Controla la función inmunológica de otros órganos linfoides (linfonodos, bazo, nódulos linfoides).
4. Sintetiza hormonas: timulina, timopoyetina, factor humoral tímico, timosina y otras sustancias necesarias para la formación de linfocitos T.
5. Juega un papel importante en la inmunidad del recién nacido.

## **Anatomía del timo en perros**

El timo se sitúa en el espacio mediastínico craneal ventral, presente dentro de la cavidad torácica, craneal al corazón, llegando su parte más caudal hasta el pericardio. Su origen es puramente endodérmico, se desarrolla bilateralmente a partir de la tercera bolsa faríngea. Migra a lo largo del cuello, localizándose junto a la tráquea e invade el mediastino, por donde se extiende hasta el pericardio. Se encuentra irrigado por ramas de la arteria subclavia. (5, 7, 12).

La inervación corresponde al tronco simpático, al nervio vago y también a los nervios espinales cervicales (1).

El tamaño del timo es variable; su tamaño relativo es mayor en los animales recién nacidos, mientras que su tamaño absoluto es aún mayor en la pubertad (4). Puede ser muy pequeño y difícilmente observable en animales adultos (2, 12).

Macroscópicamente, en el timo se distinguen una porción torácica impar (definitiva) y una porción cervical par (temporal). En perros, la porción cervical involuciona tan rápido en vida fetal que el timo queda reducido a la porción torácica (5, 12).

## **Histología del timo**

Desde el punto de vista histológico el timo es un órgano parenquimatoso que presenta un estroma constituido por una cápsula y trabéculas de tejido conjuntivo ordinario denso irregular que dividen al parénquima en lobulillos. Cada lobulillo está compuesto por una corteza y una médula al centro. (5, 6, 11).

En el timo se encuentran varias poblaciones celulares, pero predominan los linfocitos T y las células reticuloepiteliales, pueden encontrarse, además; macrófagos, fibroblastos, eosinófilos, linfocitos B y células mioides dispersas (1, 5). En animales adultos también se encuentra una gran cantidad de adipocitos (5).

La corteza de cada lobulillo muestra una apariencia histológica mucho más basófila, pues está densamente infiltrada por linfoblastos, linfocitos T (timocitos), macrófagos y células retículo epiteliales en menor cantidad que la médula. Los linfocitos T llegan a la zona medular como inmaduros y desde ese sitio se distribuyen a órganos linfoides secundarios a través de la sangre (2, 6).

Las células retículo epiteliales forman un revestimiento continuo que se denomina barrera hemato-tímica en la periferia de los lobulillos y alrededor de los espacios perivasculares; de ésta manera, aíslan por completo la corteza del timo y en consecuencia impiden que los linfocitos T en desarrollo entren en contacto con antígenos extraños (2, 5, 6).

Después de la pubertad, el timo comienza a atrofiarse y su parénquima es remplazado por tejido adiposo (3, 5).

En la médula hay linfocitos T maduros y mayor cantidad de células retículo epiteliales, confiriendo una apetencia tintorial histológica menos basófila. Las células retículo epiteliales medulares tipo VI forman característicamente los corpúsculos tímicos o de Hassall, estos cuerpos son calcificados, contienen queratina y en su centro pueden aparecer reminiscencias de un pequeño vaso sanguíneo (2, 5, 6).

## **Fisiología del timo**

La función central del timo consiste en diferenciar células (Linfocitos T) inmunocompetentes (9).

En vida embrionaria, las células precursoras de linfocitos se producen en la médula ósea, éstas células migran por vía sanguínea hacia el timo para comenzar a diferenciarse, posteriormente madurar y nuevamente salir a la circulación sanguínea (9). Una vez dentro del timo, dichas células (denominadas timocitos) proliferan con rapidez. De las nuevas células producidas, la mayor parte mueren

pronto, pero las que sobreviven permanecen cuatro o cinco días antes de migrar y colonizar los órganos linfoides secundarios (5).

Los linfocitos T maduros salen del timo a través de las vénulas postcapilares en la región corticomedular y son distribuidos en las vainas linfoides periarteriolas del bazo, y las áreas que rodean a los centros germinales en la zona paracortical de los linfonodos (regiones timodependientes) (4, 5, 10).

El timo es capaz de sintetizar y secretar hormonas; por lo tanto, tiene la capacidad de funcionar como una glándula endocrina. Las células retículo epiteliales producen varias hormonas polipeptídicas, las cuales regulan y restauran de manera parcial la actividad tímica (1, 5).

La timulina reviste interés particular porque es un octapéptido que contiene zinc, el cual secretan las células epiteliales del timo y puede restaurar parcialmente el funcionamiento de los linfocitos T en animales con timo atrofiado. Es por esto que el zinc es importante para el desarrollo del timo y de los linfocitos T (5, 13). También se ha comprobado que la producción de dicha hormona puede ser incrementada, administrando GH (hormona del crecimiento, growth hormone por sus siglas en inglés) en perros con timo atrofiado, regenerando y activando el parénquima del timo (14).

El factor humoral tímico, es esencial para la diferenciación y expansión clonal de linfocitos T.

La timopoyetina, promueve la diferenciación de los timocitos, aunque puede tener otras funciones no bien estudiadas y no directamente relacionadas con el sistema inmunitario.

A la timosina se le han atribuido varios efectos inmunomoduladores, por lo que probablemente tenga una acción autocrina en el timo (1).

Se ha estudiado que la inyección de hormonas tímicas mejora la inmunocompetencia del humano y los animales. Su utilización terapéutica en pacientes ha tenido un amplio espectro de acción contra enfermedades infecciosas, enfermedades autoinmunes, envejecimiento, cáncer, quemaduras, alergias, entre otras (1).

La involución se caracteriza por una depleción gradual de linfocitos, especialmente de la corteza, una hipertrofia de las células retículo epiteliales e invasión del parénquima por adipocitos procedentes del tejido conjuntivo interlobulillar, atrofiándose y ocupando su lugar el tejido adiposo (5, 6, 10).

Se cree que las hormonas sexuales probablemente contribuyen en la involución del timo, pues es justo en la pubertad cuando dichas hormonas comienzan a sintetizarse y el timo comienza a atrofiarse. Pero el rol de que éstas hormonas tengan responsabilidad en dicho suceso, aún es cuestionable (3).

Durante un largo tiempo apareció en la literatura evolucionista el concepto de "órganos atrofiados" como una "evidencia" de la evolución. La lista de órganos atrofiados hecha por el anatomista alemán R. Wiedersheim en 1895 incluía aproximadamente 100 órganos, entre ellos, el timo (1).

En humanos, se menciona que la involución que sufre el timo inicia durante la pubertad y se completa al final de la sexta década de vida (10).

## **Determinación de la edad en perros**

En animales, se sabe que la involución del timo comienza a partir de la pubertad, el momento en que comienza la madurez sexual (entre los 6-9 meses de edad) (4-5).

La edad es el tiempo transcurrido de vida; hay edad real y aparente. La edad real es la que efectivamente tiene el animal, desde su nacimiento hasta un momento determinado. La edad aparente es la que físicamente representa el animal y es muy importante, porque indica el estado físico en que se encuentra (15).

Las señas externas no constituyen una base segura para determinar la edad, sólo permiten distinguir entre la juventud, edad adulta y vejez (16).

Payró (15) menciona que la vida de un perro se divide en cuatro etapas:

- Cachorro (infancia)
- Perro joven (juventud)
- Perro adulto (madurez)
- Perro geronte (vejez)

La vida adulta comienza después de la pubertad, es decir alrededor de los 7 meses o más tarde en los machos y a los 6 meses o más tarde en las hembras (17).

La edad del perro se puede determinar por el examen de los dientes, analizando el desgaste de la superficie de oclusión del diente. Concretamente se observa el margen de los dientes incisivos, que es trilobulado (tienen un borde incisivo y dos crestas marginales) parecido a una flor de lis, por eso se denominan así, y con el paso del tiempo se van desgastando. Cuando desaparece la “trilobulación” se dice que ha enrasado el diente (15).

Un perro tiene su dentadura completa entre los 7 y los 8 meses de edad, aunque puede haber variación, dependiendo del tipo de alimentación y el estado de salud de cada animal (15-16).

La fórmula dental permanente en los perros es  $2(13/3 C1/1 P4/4 M2/3)=42$  dientes (18).

Payró (2001) describe que el enrase de los dientes permanentes se efectúa como sigue:

Al primer año los incisivos superiores e inferiores se encuentran sin desgastar, presentan el borde incisivo y las dos crestas marginales completas.

A los 15 meses, comienzan a enrasar las pinzas (incisivos mediales) inferiores.

Al segundo año de edad el borde incisivo de todos los dientes incisivos inferiores se empieza a desgastar ligeramente.

A los 3 años, el borde incisivo de los dientes incisivos inferiores se encuentra completamente desgastado y se empiezan a desgastar las crestas marginales. Se comienzan a enrasar los medianos (incisivos intermedios) inferiores y las pinzas superiores.

A los 4 o 5 años, enrasan los medianos y extremos (incisivos laterales) superiores, los colmillos se notan amarillos.

A los 6 años de edad, los incisivos superiores e inferiores se encuentran enrasados totalmente.

A partir de los 7 años de edad en animales braquicéfalos empiezan a dirigirse ligeramente hacia rostral; hay acumulación de sarro entre los dientes, produciendo

una coloración amarillenta; pueden empezar a faltar de aquí en adelante piezas dentarias por el sarro que penetra entre ellas, aflojándolas en la raíz.

A los 8 o 9 años aparecen señales de vejez: canas sobre los labios y alrededor de la nariz que después se van extendiendo hacia los ojos y frente (16).

## **HIPÓTESIS**

No se encontrará la presencia anatómica de lóbulos tímicos con estructuras histológicas funcionales, en perros de edad adulta mayores a 3 años.

## **OBJETIVOS**

- Determinar la persistencia del timo en perros adultos (a partir de tres años).
- Confirmar a través de cortes histológicos, la presencia de estructuras morfofuncionales en el parénquima del timo en perros mayores de tres años.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **MATERIALES**

- Se utilizaron 40 perros para este estudio, dividido en dos grupos distintos.
- El primero constó de 20 cadáveres de perros adultos mayores a 3 años aproximadamente, que son destinados para las prácticas de las asignaturas de Anatomía Veterinaria I y II en las salas de disección de la FMVZ-UNAM, para la obtención de las fotografías y descripción macroscópica.
- Por otra parte, se recolectaron para este estudio 20 muestras histológicas del timo de perros adultos mayores a 3 años aproximadamente, que habían sido sacrificados de acuerdo a la NOM-033-SAG/ZOO-2014, procedentes del CECOCAN Iztapalapa CDMX, para su descripción microscópica.
- Empleando el uso correcto de bata blanca y guantes.
- Estuche de disección.
- Cámara fotográfica – FUJIFILM FinePix JX580 HD MOVIE -16 MP
- Fotografías de la dentadura y mediastino de los diferentes perros.
- Histoquinete (MICROM STP120-2) y Microtomo (Leica RM2235).
- Tinción Hematoxilina y Eosina (H&E).
- Microscopio fotónico (Leica CM E).

## MÉTODOS

Para el estudio macroscópico, se procedió a entrar al anfiteatro de la FMVZ en la UNAM, dentro de horas de clase práctica para la asignatura de Anatomía Veterinaria; con bata blanca, guantes y estuche de disección para poder revisar cada uno de los cadáveres que los alumnos estaban diseccionando. La disección de los cadáveres se realizó por la región costal lateral y para ingresar a la cavidad torácica se utilizó un costotomo.

Se obtuvo un registro fotográfico de cada uno de los cadáveres, a los cuáles se les tomó una fotografía *in situ* a nivel del mediastino (dentro de cavidad torácica), para confirmar la presencia o ausencia del timo y posteriormente, una segunda fotografía de la dentadura de cada perro para poder determinar la edad aproximada del animal.

Las fotografías correspondientes a cada uno de los perros (2 fotografías), se compararon para poder determinar la presencia o ausencia del timo con base a la edad, calculada por medio de la dentadura del animal.

Para el estudio microscópico, se acudió al Centro de Control Canino (CECOCAN) de Iztapalapa CDMX, para poder recolectar las muestras histológicas del timo, en ejemplares que previamente fueron sometidos a eutanasia (por el personal a cargo), mediante sobredosis de Pentobarbital sódico (120-150 mg/kg IV) de acuerdo a las NOM-033-SAG/ZOO-2014 y NOM-042-SSA2-2006. El material utilizado fue bata blanca, estuche de disección, costotomo y frascos con fijador para muestras biológicas.

Se seleccionaron 20 animales que, por medio de cálculo de edad por dentición, reflejaban ser aproximadamente de 3 años o más. La disección se les realizó por la región costal lateral y se profundizó hacia cavidad torácica, a nivel del mediastino para poder localizar y recolectar el timo. Dichas muestras fueron de 2cm<sup>3</sup> aproximadamente y se fijaron en formol al 10%.

El procesamiento de las muestras se realizó por el método de inclusión en parafina, se hicieron cortes de 4 a 7 micrómetros de espesor y fueron teñidos con hematoxilina-eosina (H&E) para valorar su arquitectura histológica y confirmar la presencia de tejido linfoide (observación de linfocitos), utilizando un microscopio fotónico.

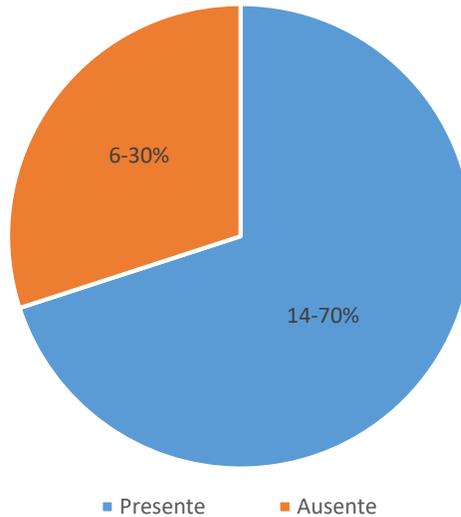
## RESULTADOS

Tabla 1. RESULTADOS DE LA OBSERVACIÓN DEL TIMO EN LOS 20 PERROS DE LAS SALAS DE DISECCIÓN DE LA FMVZ UNAM

# PERRO	EDAD CALCULADA	PRESENCIA O AUSENCIA TIMO
1	4 años	presente
2	4 años	ausente
3	3 años	presente
4	5 años	presente
5	7 años	ausente
6	8 años	presente
7	3 años	presente
8	5 años	presente
9	7 años	presente
10	6 años	ausente
11	7 años	presente
12	3 años	presente
13	3 años	presente
14	4 años	ausente
15	3 años	presente
16	5 años	presente
17	4 años	presente
18	4 años	ausente
19	3 años	presente
20	6 años	ausente

Se puede observar la comparación respectiva de la edad calculada a cada uno de los perros con la presencia o ausencia de timo. 6 de los animales no lo presentaron.

Grafica 1. PORCENTAJE DE ANIMALES CON AUSENCIA Y PRESENCIA DE TIMO



El 70% de la población presentó timo

De los 20 perros adultos estudiados en el presente trabajo, 14 presentaron timo, 6 de ellos, macroscópicamente no se les localizó, lo cual da como resultado un 30% de perros con ausencia de timo, en la muestra.

De las 20 muestras de timo que se lograron recolectar para su estudio microscópico en el presente trabajo, a 17 se les pudo observar representativamente abundante tejido linfoide dentro del parénquima, mientras que a las 3 muestras restantes se les identificó gran cantidad de tejido adiposo.

Para confirmar los resultados, se procedió a realizar un análisis estadístico de  $X^2$ , comparando los 2 grupos estudiados.

#### ANALISIS ESTADISTICO DE $X^2$

	TIMO MACRO	TIMO MICRO	TOTAL		FRECUENCIA RELATIVA	
<b>SI</b>	14	17	31		0.75	75%
<b>NO</b>	6	3	9		0.25	25%
	20	20	40			

Se observó la persistencia morfofuncional del timo en el 75% de los animales estudiados, mientras que en el 25% de ellos no, con una diferencia significativa del 95%.

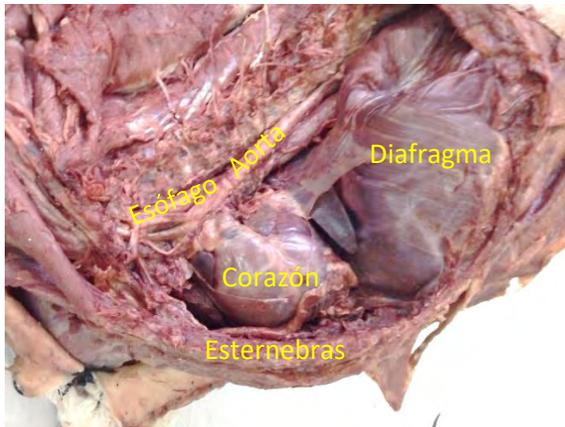


Figura 1. Fotografía in situ de cavidad torácica a nivel de mediastino observando la ausencia de timo.

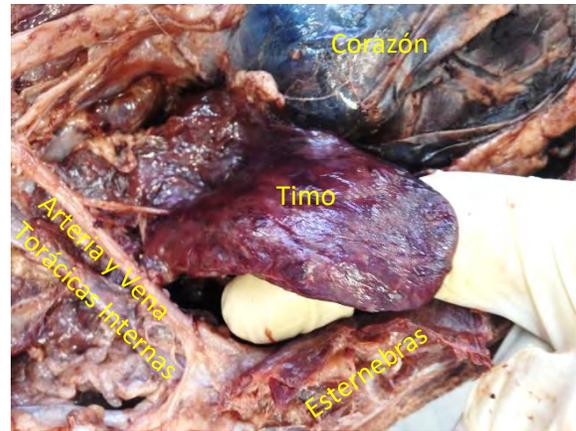


Figura 2. Fotografía *in situ* de cavidad torácica a nivel de mediastino, observando la existencia del timo en un perro.

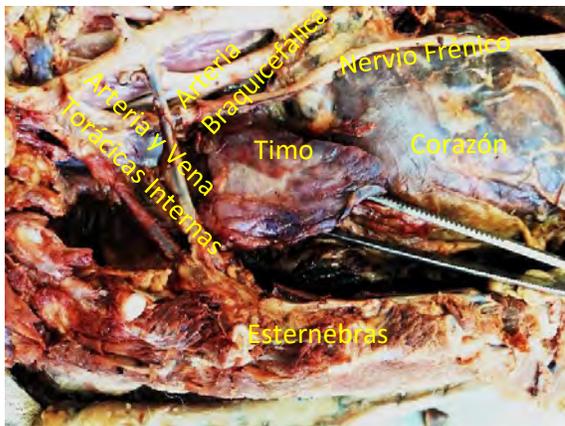


Figura 3. Imagen fotográfica in situ de cavidad torácica a nivel de mediastino, señalando la presencia del timo en un perro.

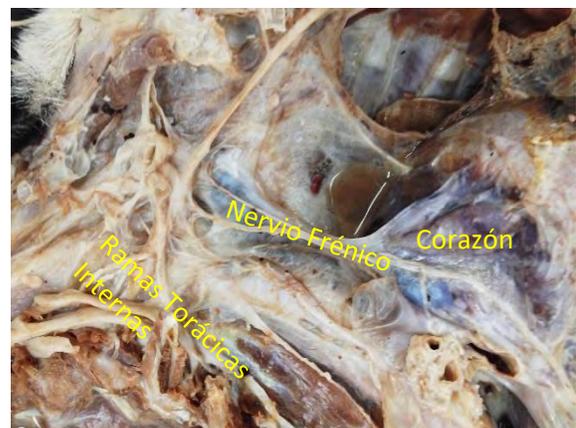


Figura 4. Imagen fotográfica in situ de cavidad torácica a nivel de mediastino mostrando la ausencia de timo.

El estudio histológico de la masa observada macroscópicamente como timo en los 20 perros adultos muestreados del CECOCAN, mostró que en ellas existe un parénquima con presencia de linfocitos y macrófagos, que se encuentran en zona cortical y medular de lobulillos no bien definidos. Además, de apreciarse células retículo epiteliales y algunos corpúsculos tímicos presentes en la zona medular.

Así mismo, se observó escasa presencia de adipocitos en el parénquima del timo. También se apreciaron áreas con neovascularización dentro del parénquima.

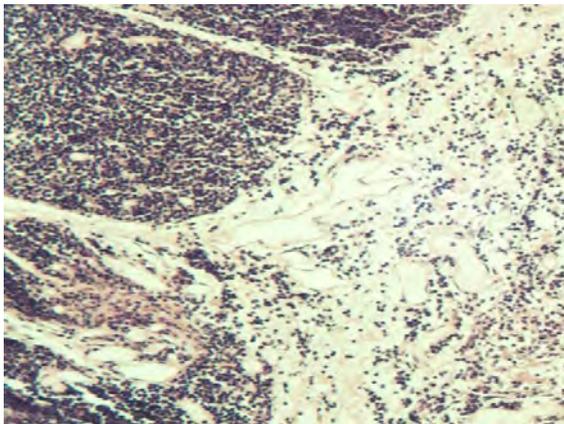


Figura 5. Timo H&E 100x

Corte histológico, en el cual se puede observar gran cantidad de linfocitos en el parénquima del timo. Así como también tejido conjuntivo ordinario laxo areolar perteneciente al estroma.

No se puede diferenciar claramente la zona cortical y la medular de los lobulillos tímicos.

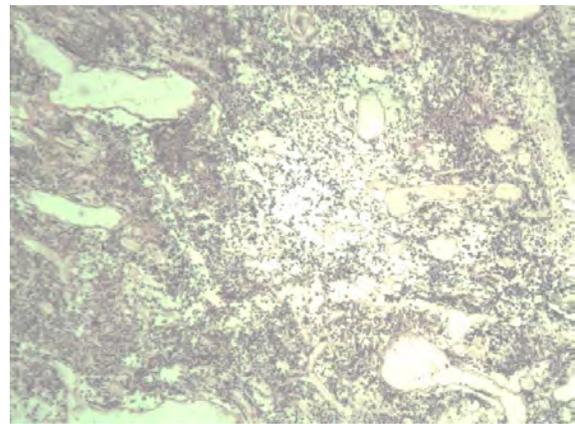


Figura 6. Timo H&E 40x

Se observa la presencia de tejido linfoide y vasos sanguíneos.

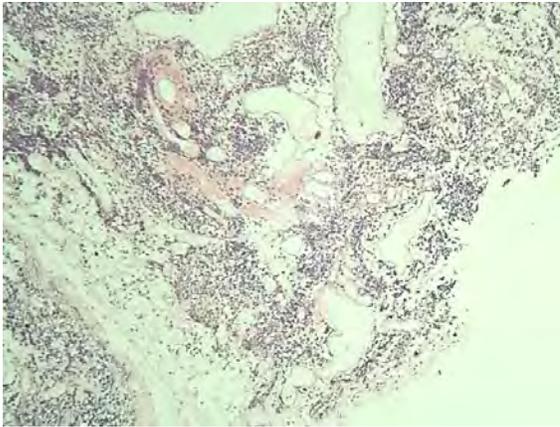


Figura 7. Timo H&E 40x

Se observa un parénquima con presencia de tejido linfoide y vasos sanguíneos. En el estroma se aprecia la aparición de tejido

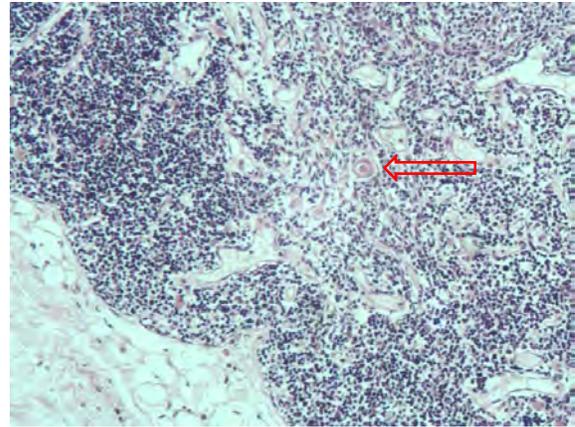


Figura 8. Timo H&E 100x

Lobulillo tímico, que presente zona cortical y zona medular, ambas con presencia de tejido linfoide. Se aprecian células retículo epiteliales y corpúsculos tímicos (flecha).

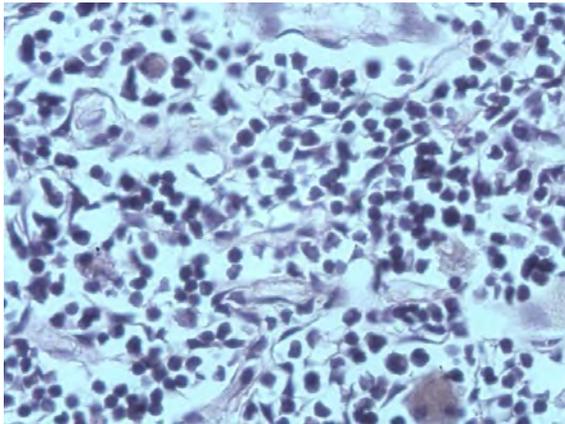


Figura 9. Timo H&E 400x

Parénquima del timo con presencia de tejido linfoide.

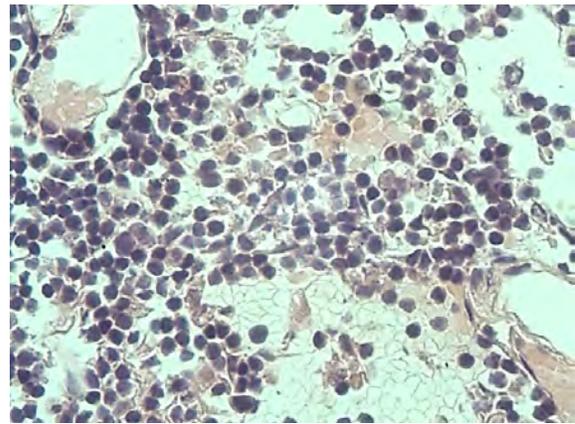


Figura 10. Timo H&E 400x

Se observa gran cantidad de linfocitos y células retículo epiteliales en el parénquima del timo.

Se aprecian pequeños vasos sanguíneos y eritrocitos.

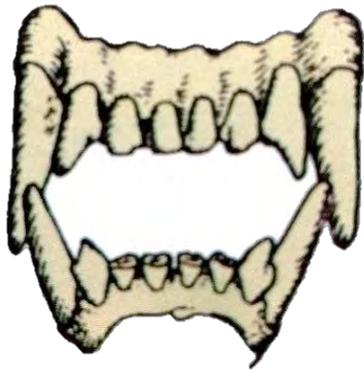
Se comprobó la presencia anatómica de lóbulos tímicos con estructuras histológicas funcionales, en perros de edad adulta mayores a 3 años. Dos de los perros que presentaron permanencia de timo, eran de una edad aproximada a 7 años y uno más, de 8 años.

Por lo anterior, con base en los resultados macroscópicos y microscópicos obtenidos, se puede concluir que el timo puede persistir siguiendo activo, cumpliendo funciones inmunológicas, y no atrofiarse en todos los casos, como la literatura hasta hoy en día refiere.

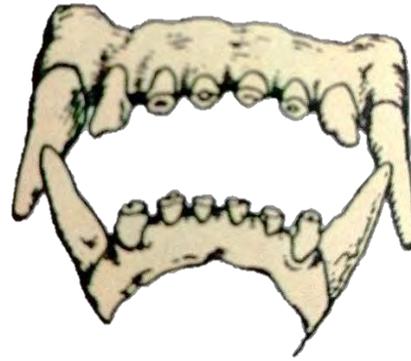
#### DETERMINACIÓN DE LA EDAD EN PERROS



Figura 11 y 12. Esquema de la dentición de un perro de tres años obtenida del libro *El Perro y Su Mundo Tratado de Zootecnia Canina* (Payró, 2011) y fotografía de uno de los ejemplares estudiados, respectivamente.



4 AÑOS



6 AÑOS

Figura 13 y 14. Ilustraciones que muestran las edades de 4 y 6 años por medio de la dentición en perros (Payró, 2011).

## DISCUSIÓN

En el presente estudio quedó demostrada la persistencia del timo en perros callejeros de edad adulta, con una edad que osciló entre 3 y 8 años de vida.

Teóricamente, el timo en los animales adultos ya no existe debido a su involución a partir de la pubertad, para concluir éste proceso en la edad adulta (1, 2, 5, 11, 19). Esto implica que, en la presente investigación, no debería observarse el timo en los animales que se estudiaron. Sin embargo, los resultados arrojan que sólo el 25% de ellos cumple con lo estipulado por los autores antes mencionados. Además, al realizarse la prueba estadística de  $X^2$ , se puede decir que, en la muestra estudiada, el 75% de los perros adultos mayores a 3 años aún conservan el timo y éste se encuentra activo.

Por otra parte, se ha comprobado que, ante la restricción en el consumo de calorías, hay una interferencia en el proceso de involución del timo (20).

Con respecto a los perros estudiados, se sabe que éstos eran animales de la calle y en dicho ambiente es difícil poder conseguir alimento, por lo que éstos sufren una restricción obligada en el consumo de nutrimentos y por lo tanto de calorías, llevándolos a un periodo de hipoglucemia.

Se sabe que la hipoglucemia produce liberación de cantidades elevadas de GH, la cual tiene un papel relevante en la proliferación del parénquima del timo y activación de timulina (14, 23, 24).

Así mismo, los animales de la calle, por las condiciones en que habitan, se considera que se encuentran mayormente expuestos a antígenos patógenos y no patógenos que estimulan constantemente al sistema inmune manteniéndolo activo. Al respecto, el MVZ Ricardo Cuetos Collado ha manifestado que, debido a que el sistema inmune, al estar en desafío constante con agentes extraños que ingresan al organismo, el estímulo a éste sistema genera que se produzcan defensas continuamente, para poder contrarrestar dichos agentes externos “datos no publicados”. Conforme a lo anterior, esto puede explicar la persistencia del timo en perros callejeros de edad adulta, lo cual permite sentar las bases para poder continuar desarrollando estudios posteriores.

## REFERENCIAS

1. Piña C, Pérez G. 2004. Glándula timo: aspectos morfofuncionales y clínicos. *Medisur*. 2(3):44-52.  
<http://medisur.sld.cu/index.php/medisur/article/view/75/4672> [consulta: 17 nov 2016].
2. Gartner, Leslie. (2002). *Texto Atlas de Histología*. 2ª ed. Madrid, España: McGraw-Hill.
3. Palmer D. 2013. The effect of age on thymic function. *Frontiers in Immunology*, 4(316):6-11. DOI: 10.3389/fimmu.2013.00316.
  - a. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2013.00316>
4. Trigo F. (2011). *Patología Sistémica Veterinaria*. 5ª Ed. México: McGraw-Hill.
5. Tizzard. (2009). *Inmunología Veterinaria*. 8ª ed. Barcelona, España: ELSEVIER.
6. Dellman, Dieter. (1994). *Histología veterinaria*. Zaragoza, España: Acribia.
7. Schwarze. (1995). *Compendio de Anatomía Veterinaria: Embriología*. Zaragoza, España: Acribia.
8. Lawler B. 1988. Thymic structure and function in aging dogs. *Retrospective Theses and Dissertations*. <http://lib.dr.iastate.edu/rtd/11182/> [consulta: 27 ene 2017].
9. Aw D, Palmer D. 2011. The origin and implication of thymic involution. *Aging and Disease*, 2(5):437-443.  
<http://www.aginganddisease.org/EN/Y2011/V2/I5/437#1>[consulta:3 dic2016]

10. Marsán V., Macías C. 2013. Aspectos actuales de la organogénesis, función e involución del timo. *Revista Cubana Hematología, Inmunología y Hemoterapia*. 29 (4):349-358. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-02892013000400005&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-02892013000400005&script=sci_arttext&tlng=en) [consulta: 18 dic 2016].
11. Pearse G. 2006. Normal structure, function and histology of the Thymus. *Toxicologic Pathology*. 34:504-514. DOI: 10.1080/01926230600865549 <http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1080/01926230600865549>
12. König, Liebich. (2009). *Anatomía de los animales domésticos*, Tomo 2. 2ª ed. Editorial Panamericana.
13. Mocchegiani E, Giacconi R, Cipriano C, Gasparini N. 2004. Are zinc-bound metallothionein isoforms (I+II and III) involved in impaired thymulin production and thymic involution during ageing?. *Immunity & Ageing*. 5:1-7. DOI: 10.1186/1742-4933-1-5
  - a. <http://immunityageing.biomedcentral.com/articles/10.1186/1742-4933-1-5>
14. Goff BL, Roth J. (1988). Growth hormone treatment stimulates thymulin production in aged dogs. *Clin Exp Immunol*. 68:580-587. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3652525> [consulta: 20 dic 2016]
15. Payró JL (2001). Exterior. *El Perro Y Su Mundo Tratado de Zootecnia Canina*. Distrito Federal, México: Waltham. Cap. 5 pp. 298-301.
16. De La Puente J (1981). *Exterior y Manejo De Los Animales Domésticos*. 3ª ed. México: UNAM.
17. Hoskins, Johnny. (2003). *Pediatría Veterinaria: perros y gatos desde el nacimiento hasta los seis meses*. 3ª Ed. Buenos Aires, Argentina: Intermédica.

18. Collin I., Desachy F. (2011). *Enciclopedia mundial de perros*. Barcelona, España: De Vecchi.
19. Vega GB. 2009. Órganos linfoides. *Revista de la Facultad de Medicina*, 52(5):234-236.  
<http://revistas.unam.mx/index.php/rfm/article/view/14809/14109> [consulta: 25 ene 2017]
20. Yang H, Youm Y-H. 2009. Inhibition of thymic adipogenesis by caloric restriction is coupled with reduction in age-related thymic involution. *The Journal Of Immunology*. 183:3040-3052. Doi: 10.4049/jimmunol.0900562  
<http://www.jimmunol.org/content/183/5/3040>
21. Griffith A, Fallahi M, Venables T, Petrie H. 2011. Persistent degenerative changes in thymic organ function revealed by an inducible model of organ regrowth. *Aging Cell*, 11(1):169-177. DOI:10.1111/j.1474-9726.2011.00773.  
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1474-9726.2011.00773.x/full>
22. Herndler-Brandstetter D. 2013. How aging affects T lymphocyte-mediated immunity. *Frontiers in Immunology*, 4(296):4-5. DOI: 10.3389/fimmu.2013.00296. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2013.00296>
23. Rodrigues F, Primo P, Nogueira K. 2015. VEGF System in dog's thymus-temporal expression. *Open Journal of Veterinary Medicine*, 5:211-217. DOI: 10.4236/ojvm.2015.510028 <http://dx.doi.org/10.4236/ojvm.2015.510028>
24. Monroe WE. 1987. Effects of growth hormone on the adult canine thymus. *Thymus*. 9:173-187. [consulta: 21 dic 2016]  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3590275?dopt=Abstract>