



FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

Tesina presentada para obtener el grado académico de

LINCENCIADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS.

**“Morfología e Índices Renales de
Ctenomys azarae en la provincia de La Pampa,
Argentina”.**

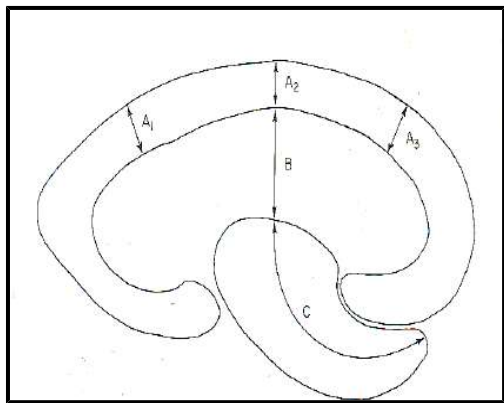
Tesinista: Rut Lecitra.

Directora: Lic. Marta Susana Kin.

SANTA ROSA (LA PAMPA)

ARGENTINA

2009



PREFACIO

Esta tesina es presentada como parte de los requisitos para optar al grado Académico de Licenciado en Ciencias Biológicas, de la Universidad Nacional de La Pampa y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta Universidad u otra Institución Académica. Se llevó a cabo en la Cátedra de Biología de Cordados, del Departamento de Ciencias Naturales, durante el período comprendido entre el 29 de Marzo de 2007 y marzo de 2009, bajo la dirección de la Lic. Kin Marta S.

Quisiera expresar mi agradecimiento:

- A mi directora, **Marta S. Kin**, su esposo Carlos Cayron y sus hijos Gabriel y Eduardo por sus sugerencias, y por acompañarme en el muestreo.
- A mis correctores Alicia Vignatti y Alfonso Maria por sus apreciaciones.
- A Romina Kin, Lucas Cheme Arriaga, José Pall y Pedro Tallade, por ayudarme en los muestreos.
- A Diego Villarreal, José L. Hierro, Eugenia Estanga Mollica y Mariana Chiuffo que permitieron hacer posible parte de mi muestreo, y por sus contribuciones.
- A Luciano De Santis y Enrique Justo por sus aportes bibliográficos y recomendaciones. A Santiago Echaniz por las fotografías al microscopio y Vanina Bolaño por colaborar con el análisis estadístico. A Paola Abarca por la corrección del *abstract*.
- Al Servicio de Patología del Hospital Lucio Molas por permitirme realizar el trabajo de laboratorio en sus instalaciones.
- A la Dirección Provincial de Fauna Silvestre de la Pampa por cederme el permiso de caza científica.
- A la Facultad de Cs. Ex. y Nat., UNLPam, por su apoyo económico.

Finalmente quiero agradecer a mis **padres Héctor y Nora**, a mi hermano Jeremías, y a mis amigos quienes me acompañaron durante toda mi carrera y sin los cuales no hubiese sido posible llegar a esta etapa final.

*“No preguntéis si estas ideas son nuevas o viejas, preguntad más
bien si coinciden con la realidad”*

Malpighi

INDICE

INTRODUCCIÓN

1. Estado actual del conocimiento sobre el género *Ctenomys* pág. 1
2. *Ctenomys azarae* Thomas, 1903 pág. 3
3. Referencias anátomo-morfológicos renales pág. 4
4. Referencias histológicos renales pág. 6
5. Referencias fisiológicos renales pág. 7
6. Hipótesis pág. 10
7. Objetivos pág. 10

MATERIALES Y MÉTODOS

8. Área de estudio y muestreo pág. 11
9. Obtención de órganos, medidas morfológicas y técnicas utilizadas pág. 11

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

10. Descripción y medidas morfológicas renales de *C. azarae* pág. 13
11. Cálculo y análisis de los índices renales pág. 15

CONCLUSIÓN pág. 21

ANEXOS

12. Glosario pág. 22
13. Índice de figuras
- Fig. 1 Ejemplar de *C. azarae* pág. 23
- Fig. 2 Cráneo y mandíbula de *Ctenomys azarae* pág. 23

Fig. 3 Cráneo de <i>Ctenomys tucumanus</i> ejemplar tipo	pág. 24
Fig. 4 Cráneo y mandíbula del adulto de <i>Ctenomys mendocinus</i>	pág. 24
Fig. 5 Ejemplar de <i>Ctenomys talarum</i>	pág. 25
Fig. 6 Cráneo de <i>Ctenomys talarum</i>	pág. 25
Fig. 7 Posición anatómica renal	pág. 26
Fig. 8 Anatomía renal	pág. 26
Fig. 9 Irrigación renal	pág. 27
Fig. 10 Detalle de la nefrona	pág. 27
Fig. 11 Corteza renal con un corpúsculo renal	pág. 28
Fig. 12 Corte transversal de la parte externa de la médula renal	pág. 28.
Fig. 13 Túbulo distal, túbulos colectores y proximales	pág. 28
Fig. 14 Toma de medidas para cálculo de los índices	pág. 28
Fig. satelital I: Mapa de población tipo y puntos de muestreos	pág. 29
Fig. satelital II: Puntos de muestreos.	pág. 29
Fig. 15 Laguna Don Tomás- Estancia la Malvina	pág. 30
Fig. 16 Establecimiento Arca de Noé.	pág. 30
Fig. 17 Facultad de Agronomía- Jardín Botánico.	pág. 31
Fig. 18 Establecimiento La Mercede.	pág. 31
Fig. 19 Registro de medidas estándares	pág. 32
Fig. 20 Registro de medidas LCyC, LC, Pc/u, Ps/u y o	pág. 32
Fig. 21 Medición externa renal (largo x ancho x grosor)	pág. 33
Fig. 22 Riñones previo proceso de técnica histológica	pág. 33
Fig. 23 Proceso de deshidratación para inclusión en parafina	pág. 34
Fig. 24 Corte en micrótomo	pág. 34

Fig. 25 Proceso de tinción con Hematoxilina y Eosina.	Pág. 35
Fig. 26 Confección de los preparados	pág. 35
Fig. 27 Observación al microscopio óptico	pág. 36
Fig. 28 Elección del corte para descripción y medición	pág. 36
Fig. 29 Ubicación de los riñones en posición de vida	pág. 37
Fig. 30 Segmentos de la nefrona de <i>C. azarae</i>	pág. 38
Fig. 31 Corteza renal y sus constituyentes de <i>C. azarae</i>	pág. 39
Fig. 32 Médula externa y sus constituyentes de <i>C. azarae</i>	pág. 40
Fig. 33 Médula interna y sus constituyentes de <i>C. azarae</i>	pág. 41
Fig. 34 Medición del área cortical	pág. 42
Fig. 35 Medición del área de la médula externa	pág. 43
Fig. 36 Medición del área de la médula interna	pág. 44

14. Índices de tablas y gráficos

Tabla 1. Medidas morfométricas y masa corporal de ejemplares	pág. 13
Tabla 2. Medidas externas de largo, ancho y espesor de los riñones	pág. 14
Tabla 3. Medias, desvíos, mínimos y máximos de medidas externas de largo, ancho y espesor de los riñones	pág. 14
Tabla 4. Medidas de cada cortes histológicos de los riñones	pág. 15
Tabla 5. Estadística descriptiva de cada índice de los riñones	pág. 16
Tabla 6. Diferencia de medias apareadas t –test para cada índice	pág. 19
Gráfico 1. Análisis de los índices de los riñones derechos	pág. 17
Gráfico 2. Análisis de los índices de los riñones izquierdos	pág. 18

Resumen

El género *Ctenomys* se encuentra ampliamente distribuido en la Argentina, excepto en Misiones. Son roedores herbívoros, cavadores, los cuales no consumen agua excepto la contenida en la alimentación, por lo que resulta interesante conocer sus características en cuanto a la anatomía, histología e índices renales, esto a su vez nos permite compararlos con otras especies del mismo género ya estudiadas por otros autores.

Esta es la primera descripción anatómica y fisiológica para *Ctenomys azarae* la cual aporta evidencias de la especialización urinaria en relación con el medio en el cual habita. Se utilizaron cortes histológicos de los riñones derecho e izquierdo de cada uno de los individuos, y a los mismos se le midieron la corteza, médula externa y médula interna mediante microscopio óptico con ocular micrométrico a 40X.

Los resultados del análisis histológico de la nefrona no mostraron diferencias con la descripción de un riñón de un mamífero típico, pero si se hallaron diferencias anatómicas entre ambos riñones en cuanto a largo, ancho y espesor, aunque no se tuvo en cuenta el sexo ni la edad. Los índices renales no mostraron diferencias entre ambos riñones excepto en IMC (proporción de la médula interna contra zona cortical).

RMT (crecimiento medular relativo) calculado para *C. azarae* fue comparado con *C. talarum*, *C. eremophilus*, *Ctenomys sp.*, *C. fulvus* y *C. opimus* el cual confirma la hipótesis de que el valor para la especie estudiada es intermedio.

Palabras claves: *Ctenomys azarae*, riñón, índices renales, morfología renal.

Abstract

Ctenomys is widely distributed in Argentina with the exception of Misiones. They are herbivorous and excavator rodents which do not consume water except what is present in their nourishment. These are the reasons that make it interesting to understand their characteristics in anatomic, histology and renal indices. At the same time, it allows us to compare it with other species of the same gender already studied by other authors.

This is the first anatomy and physiology description for *Ctenomys azarae* which contributes to evidence in the urinary specialty in relation with the habitats they inhabit. Histological cuts of the left and right kidneys of each animal were observed, and their thick cortex, outer and inner medulla were measured by an optic microscope with micrometric ocular 40 X.

Results of histological analysis of the nefrone did not show difference from the kidney description of a typical mammal, however, there were anatomic differences between both kidneys in connection with their length, width and thickness, though neither sex nor age were taken into account. The renal indices showed no difference between both kidneys, except in IMC (ratio of inner medulla to cortex).

RMT (relative medullary thickness) calculation for *C.azarae* was compared with *C. talarum*, *C. eremophilus*, *Ctenomys sp.*, *C. fulvus* and *C. opimus* which confirm the hypothesis that values for this specie studied are intermediate.

Keywords: *Ctenomys azarae*, kidney, renal indices, renal morphology.

Introducción

1. Estado actual del conocimiento sobre el género *Ctenomys*

La familia Ctenomyidae contiene un único género viviente, *Ctenomys*, que incluye especies con un amplio rango de variación tanto de tamaño corporal como carotípica, estando la mayoría de las especies descritas en territorio argentino. El género se halla representado por más de 60 especies (Contreras *et al.*, 1995), siendo endémico de América del Sur (Cidre, 1974; De Santis *et al.*, 1998) con distribución desde el antiplano de Perú por debajo de los 10° de latitud sur hasta Tierra del Fuego y poseen representantes en Bolivia, Chile, Argentina, Paraguay, Uruguay y el sureste de Brasil, ocupando gran diversidad de hábitat, desde el nivel del mar hasta más de 5000 m de altitud. Para Argentina se reconocen unas 42 especies, incluyendo 11 subespecies (Barquez *et al.*, 2006), manteniendo una distribución norte- sur, así como también este- oeste exceptuando a la provincia de Misiones.

Los roedores de zonas áridas y semiáridas presentan una serie de características para conservar agua corporal, la que en muchos casos es sólo obtenida a través de la contenida de los alimentos. Los estudios referidos al equilibrio hídrico son escasos y se han centrado en mayor medida en el aparato urinario; por lo que es importante estudiar la morfología y los índices renales de estos animales, ya que la pérdida de agua por esta vía depende de la morfología del riñón y es regulada fisiológicamente (Díaz y Cortés, 2003). En este caso el estudio se centró en el género *Ctenomys* y dentro del mismo en la especie *Ctenomys azarae* Thomas, 1903.

La mayoría de las especies se caracterizan por rara vez abandonar sus madrigueras subterráneas, sólo lo hacen para buscar el alimento o bien para colonizar nuevos territorios, o en época reproductiva (Kin, M. com. pers.). Los individuos emiten un llamado profundo y repetitivo cuando están bajo tierra (Pearson y Chistie, 1985).

Las especies del género *Ctenomys* han sido estudiados desde la perspectiva taxonómica (Thomas, 1903a, 1903b; Pearson, 1968; Reig y Kiblisky, 1969; Roig y Reig, 1969; Kiblisky *et al.*, 1977; Contreras, 1981), en cuanto a la variación genética, ecológica y morfológica (Sage *et al.*, 1986; Busch *et al.*, 1989; Reig *et al.*, 1990; Ortells *et al.*, 1990; Massarini *et al.*, 1991; Rossi *et al.*, 1992; Verzi, 2002), composición de la dieta (Madoery, 1993; Camín y Madoery, 1994), relaciones sistemáticas (Cook y Yates, 1994; Contreras *et al.*, 1995), además de patrones de actividad y ecología poblacional (Cutrera *et al.*, 2006; Mora *et al.*, 2007).

Ctenomys también ha sido estudiado en cuanto a sus endo y ectoparásitos. Con respecto a los primeros, Gardner (1991) estudió nematodos para las especies de *C. boliviensis*, *C. opimus*, *C. lewisi*, *C. frater*, *C. steinbachi*, *C. conoveri*, y *C. leucodon*. Cicchino y Castro (1996) describieron ectoparásitos para *C. australis* y *C. mendocinus*, y Contreras *et al.*, (1999) se refirieron a las relaciones entre los Phthiraptera y las relaciones taxonómicas de los *Ctenomys*.

Con respecto a la anatomía, histología, variabilidad cromosómica y genética para éste género se han descrito la fórmula leucocitaria y hemograma para *C. torquatus* (Talice *et al.*, 1959); detalles de las variables craneométricas (Contreras y A. de Contreras, 1984); muda del pelaje en *C. talarum* (Justo *et al.*, 1992), anatomía de la musculatura branquiométrica de *C. australis*, *C. talarum*, *C. magellanicus*, *C. azarae*, *C. tuconax* y *C. porteousi* (De Santis *et al.*, 1998), variación en el tamaño del ojo en *C. eremophilus* y en *C. tuconax* (Borghi *et al.*, 2002), morfología espermática en *C. coyhaiquensis*, *C. eremicus*, *C. haigi*, *C. sociabilis*, (Contreras, 1996; Gallardo *et al.*, 2002); variabilidad cromosómica en *C. talarum talarum*, (Massarini *et al.*, 2002) y en el complejo de especies *C. mendocinus* (Massarini *et al.*, 1991), histología gonadal en *C. mendocinus* (Dacar *et al.*, 1998), variación en la longitud del húmero para *Ctenomys* fósiles (Morgan y Verzi, 2006),

morfología de las glándulas salivales en *C. flamarioni* y *C. torquatus* (Lorenzoni y Marinho, 2008).

2. *Ctenomys azarae* Thomas 1903.

La especie fue descrita por Thomas (1903a) y el epíteto *azarae* fue puesto en honor al naturalista Félix de Azara quien había trabajado en mamíferos del Paraguay, al momento de la descripción del ejemplar tipo hizo referencia a la localidad de procedencia como Sapucay, Paraguay. En una siguiente publicación se refirió al error de etiqueta al momento de la designación de la localidad típica y la corrigió; por lo que determinó que la procedencia de dicho ejemplar fue General Acha, La Pampa, en la estación de ferrocarril (Thomas, 1903b).

Thomas (1903a) describió a los representantes de esta especie como animales de tamaño medio, semejantes a *C. tucumanus* y *C. mendocinus*, el color de pelaje marrón uniforme (entre “marrón madera” y marrón amarillento) por debajo un marrón pálido, sin marcas oscuras en la superficie o áreas más claras, solo existiendo una variación en el extremo del hocico un poco más oscura que el resto (fig. 1).

Según la descripción de Thomas (1903a) el cráneo es más estrecho que *C. mendocinus* y no ensanchado como el de *C. tucumanus* (fig. 2, 3 y 4). Los nasales de forma corta y estrecha, la región interorbital con un rudimentario proceso postorbital, y la zona parietal más marcada con respecto a las especies relacionadas. El arco zigomático con una inclinación gradual hacia atrás; mientras que la bulla timpánica se halla muy dilatada en comparación a las otras especies mencionadas. Debido a que el nivel de las vacuidades palatinas obstaculiza con el borde del molar m² (segundo molar superior) en lugar de hallarse en el centro como se observa usualmente. Los molares son comparativamente más pequeños, anchos y redondeados, con respecto a los de las otras dos especies. De *C. mendocinus* se diferencia por los detalles craneales como el palatino corto, el largo de la bulla y la diferenciación de la forma de sus dientes.

Las medidas del ejemplar tipo son largo total: 158 mm, largo de cola: 77 mm, pata sin uña: 30 mm y con uña: 35 mm y, el mismo se encuentra depositado en el Museo Británico, (Thomas, 1903a).

Aunque las poblaciones de *C. azarae*, en la provincia de La Pampa, se hallan próximas a las de *C. talarum*, se diferencian de éstas por encontrarse en distinto tipo de suelo, además presentan características anatómicas distintas como diferencia en el tamaño corporal, medidas craneométricas, y coloración del pelaje entre otras (Justo *et al.*, 2003) (fig. 5 y 6).

La especie en estudio habita suelos arenosos en zonas de bosque bajo y abierto y también en lomadas con vegetación psamófila (Barquez *et al.*, 2006), sin embargo, la bioecología de los representantes de *C. azarae* es poco conocida.

Por otro lado, Suriano y Navone (1994) analizaron la presencia de endoparásitos, como así también se realizaron observaciones de la dieta tanto en el campo como en cautiverio (Kin y Justo, 1995), descripción de la anatomía de la musculatura branquiométrica (De Santis *et al.*, 1998), además se han estudiado los valores de glucosa en sangre y orina (Kin *et al.*, 2000), morfología del miembro anterior y cintura escapular en *C. azarae* y *C. talarum* (De Santis *et al.*, 2004) y la presencia de anticuerpos contra *Leptospira sp.* (Fuchs *et al.*, 2007).

3. Referencias anatómo - morfológicas renales

Los **riñones** son los órganos que filtran el plasma y los constituyentes plasmáticos de la sangre, y de este modo reabsorben de manera selectiva el agua y las sustancias útiles del filtrado excretando finalmente el exceso y los productos de desecho del plasma. El filtrado comprende constituyentes que incluyen glucosa, aminoácidos, urea, ácido úrico, creatina y los iones Na^+ , Cl^- , H^+ y K^+ . En general, las sustancias filtradas que pueden ser reutilizadas por el organismo regresan a la circulación, pero las cantidades excesivas de ellas y las que no son útiles se excretan con la orina (Frandsen y Spurgeon, 1995).

Eckert *et al.*, (1990) describen la ubicación anatómica del riñón de los mamíferos dentro de la cavidad abdominal como órganos pares, uno a cada lado de la columna vertebral y próximos a la superficie interna dorsal de la zona lumbar, por fuera del peritoneo. Mientras que Frandson y Spurgeon (1995) establecen que se hallan a los lados de la aorta y la vena cava inmediatamente debajo de las primeras vértebras lumbares (fig. 7). Sisson y Grossman (1978) los describen con forma de haba lisa como ocurre en el perro, el cerdo, el carnero, y otros mamíferos, el riñón derecho de posición más craneal con respecto al izquierdo. Aproximadamente hacia la mitad del borde medial de cada órgano, se encuentra el hilio renal (fig. 8).

En el hilio renal ingresan las arterias y nervios, y emergen las venas, los vasos linfáticos y el uréter correspondiente, el cual se origina en esa porción denominada **pelvis renal**, la cual recibe la orina de los túbulos colectores. La porción inmediata a la pelvis renal es la **médula**, de aspecto radiado, en ella se hallan los túbulos colectores que forman parte de la pirámide renal. Por otro lado, la **corteza**, dispuesta entre la médula y la fina cápsula de tejido conectivo, presenta aspecto granuloso debido a los **corpúsculos renales** o **glomérulos**. En ella se encuentran los **túbulos contorneados proximales** y **distales**, los cuales están en relación con los glomérulos y las asas de Henle. Con respecto a la **irrigación renal**, la arteria renal se divide en varias ramas llamadas interlobulares, las que van en sentido periférico entre las pirámides, hasta el límite cortico-medular, donde se curvan de manera brusca recibiendo el nombre de **arterias arciformes** o **arcuatas**. Cada una de éstas se ramifica en arterias de menor calibre de las que se originan las **arteriolas aferentes** que irrigan los corpúsculos renales formando la red capilar de los glomérulos (fig. 9). De los glomérulos emerge una **arteria eferente** que forma una red capilar que rodea el resto de la nefrona hasta formar las **arterias rectas**, las cuales constituyen redes capilares cerca de los túbulos colectores y las asas de Henle (Frandson y Spurgeon, 1995).

En la **zona interna de la médula** los capilares van desapareciendo y la arteriola eferente es la responsable de la irrigación de todos los capilares medulares, por lo que variaciones en el flujo sanguíneo en ellas influyen sobre toda la médula (Geneser, 2000).

La **irrigación venosa** es diferente en la corteza y en la médula, en la primera la mayor parte de los capilares se vacían directamente en las **venas interlobulares**, que se ubican en forma paralela a las arterias correspondientes y terminan en las **venas arcuatas o arciformes**. Éstas se anastomosan entre sí (a diferencia de las arterias que no lo hacen) y drenan en las venas interlobulares que dan origen a la **vena renal** la cual desemboca en la **vena cava inferior**. (Frandsen y Spurgeon, 1995; Geneser, 2000).

La **nefrona** es la unidad funcional de los riñones (fig. 10) la cual está constituida por el **glomérulo**, el **túbulo contorneado proximal**, el **asa de Henle**, el **túbulo contorneado distal** y finaliza en el **conducto colector** (Eckert *et al.*, 1990). La zona medular donde se encuentran el asa de Henle y el túbulo colector es donde se produce el mecanismo de “contracorriente” (Geneser, 2000).

4. Referencias histológicas renales

El glomérulo se caracteriza por presentar un epitelio plano en la hoja parietal de la cápsula de Bowman, en los túbulos contorneados proximales en corte transversal se observan células altas en forma de pirámide truncada, con un citoplasma fuertemente eosinófilo (ver glosario y fig. 11). Los túbulos contorneados distales se caracterizan por presentar células cúbicas con un marcado citoplasma acidófilo (ver glosario). El asa de Henle es de epitelio plano en la sección delgada, siendo en la sección gruesa de epitelio cúbico (fig. 12). El túbulo colector (fig. 13) presenta un epitelio cúbico en su inicio, que pasa gradualmente a cilíndrico cuando éste finaliza en la pelvis renal, presentando las células límites netas, siendo la acidofilia del citoplasma débil (Geneser, 2000).

La primera descripción de las características histológicas del riñón para *Ctenomys* con microscopio óptico la realizó Cidre (1974) en *C. talarum*, describiendo el epitelio de cada

sección de la nefrona y de la papila, además determinó que el riñón es unilobular y dio el promedio de las medidas externas en largo, ancho y espesor del riñón. Por otro lado, Bortolon *et al.*, (2005) describen los riñones al microscopio óptico de *C. flamarioni* y *C. torquatus*.

5. Referencias fisiológicas renales

Las principales características anátomo-fisiológicas encontradas en los vertebrados de zonas áridas son: una débil permeabilidad cutánea y una recuperación del agua pulmonar al nivel de las vías nasales, junto a débiles pérdidas de orina (Grenot, 1995; Cortés *et al.*, 1990). Éstas son algunas de las características que estudia la ecofisiología, en donde las investigaciones se han centrado en buscar los límites a las respuestas fisiológicas de las especies que se encuentran adaptadas a vivir en ambientes extremos, en donde el agua es el factor limitante para los procesos biológicos, y es por ello que el riñón es uno de los órganos esenciales para la conservación del agua corporal en los mamíferos (Zuleta y Cortés, 1997).

En ese contexto las especies de mamíferos de tamaño pequeño son las más sensibles a la deshidratación que aquellos de mayor porte, por lo que el comportamiento puede llegar a ser tan eficaz como las adaptaciones fisiológicas, para atenuar la relación corporal superficie/volumen para una mayor conservación del agua. Además, los roedores de régimen alimentario granívoro o herbívoro presentan mecanismos especializados de conservación de agua, dado que generalmente no beben agua libre y mantienen su equilibrio hídrico sólo con el agua contenida en sus alimentos eliminando un pequeño volumen de orina muy concentrada, esto se debe al desarrollo de las asas de Henle. Por lo que resulta interesante conocer la plasticidad ecofisiológica de las especies que tienen gran distribución geográfica en varios tipos de clima (Grenot, 1995).

La capacidad de la nefrona de producir orina concentrada es dependiente del desarrollo del asa de Henle, la que se extiende a lo largo de la médula. El potencial para producir

orina concentrada se ve expresado mediante el espesor medular relativo (RMT). Los mamíferos que viven en ambientes ricos en agua presentan un escaso espesor medular relativo y nefronas con un asa de Henle corta que produce orina diluida. Por el contrario, los mamíferos que viven en ambientes secos, presentan un gran espesor medular relativo y nefronas con asa de Henle largas que producen orina altamente concentrada (Moyes y Schulte, 2007). Para el caso de los roedores, se ha postulado que la capacidad de concentración máxima del riñón es un buen indicador de la eficiencia de la vía renal en la conservación del agua corporal (Cortés *et al.*, 1990; Eckert *et al.*, 1990; Díaz y Ojeda 1999). A pesar que se postula que el estudio de la capacidad de concentración máxima del riñón resulta más significativo que el análisis de los índices renales (Díaz *et al.*, 2006), se aclara que el primero tiene la dificultad que para su realización se debe contar con un bioterio.

Cidre (1974) da a conocer los siguientes valores de índices renales para *C. talarum*

- espesor cortical (CT): 1,76 mm.
- espesor medular (MT): 4,13 mm.
- crecimiento medular relativo (RMT): 4,80.
- espesor relativo médula/corteza (RMA): 2,30.

Estudios posteriores de Díaz y Ojeda (1999) dan a conocer los índices renales para *C. eremophilus*, utilizando para las mediciones cámara clara y microscopio estereoscópico

- espesor cortical (CT): 1,97 mm.
- espesor medular (MT): 9,61 mm.
- crecimiento medular relativo (RMT): 8,98
- espesor relativo médula/corteza (RMA): 0,75.
- proporción de la médula interna contra corteza (IMC): 3,91

- Diaz y Cortés (2003) establecen para *C. fulvus*, *C. opimus* y *Ctenomys sp.* la revisión de los índices.

C. fulvus

- crecimiento medular relativo (RMT): 6,9
- proporción de la médula interna contra corteza (IMC): 6,23

C. opimus

- crecimiento medular relativo (RMT): 6,3
- proporción de la médula interna contra corteza (IMC): 2,45

Ctenomys sp.

- crecimiento medular relativo (RMT): 12,12

Para el desarrollo de esta tesina en cuanto a los índices renales se siguió el trabajo de Geluso (1978) quién describió la toma de las medidas de las distintas zonas renales (fig. 14) y definió los índices para Quirópteros. Dicho trabajo es utilizado como referencia para los estudios llevados a cabo en roedores. También se tuvieron en cuenta los trabajos en *Ctenomys* realizados por Cidre (1974), Diaz y Ojeda (1999) y Diaz y Cortés (2003) los cuales calcularon los mismos índices para *C. talarum*, *C. eremophilus*, *C. fulvus*, *C. opimus* y *Ctenomys sp.*, siguiendo el trabajo de Geluso.

A continuación se detallan los distintos índices renales propuestos por Geluso (1978) :

- área cortical (**CT**): suma de las tres porciones de la corteza = $(A1+A2+A3)$.
- área medular (**MT**): médula externa + médula interna = $(B+C)$.
- área medular relativa (**RMA**): área medular/área cortical = $(B + C) / A$.
- proporción de la médula interna contra zona cortical (**IMC**): área medular interna sobre corteza = (C / A) .
- crecimiento relativo medular (**RMT**): proporción medular x 10 / (largo x ancho x espesor)^{1/3} = $(B+C) \times 10 / (\text{longitud} \times \text{ancho} \times \text{espesor})^{1/3}$.

Los rangos de clasificación para el índice renal RMT definidos y utilizados en este trabajo son:

- ❖ entre 1 – 5 índice **bajo**, indicarían adaptaciones a ambientes húmedos.
- ❖ entre 5 – 7 índice **medio**, indicarían adaptaciones a ambientes semiáridos.
- ❖ valor **superior** a 7 indicarían adaptaciones a ambientes áridos.

Los rangos son arbitrarios, si bien se tomó para esta clasificación lo considerado por Cidre (1974) cuando menciona que *C. talarum* presenta adaptaciones que le permiten habitar en una zona húmeda. Por su parte en los estudios de Diaz y Ojeda (1999) y Diaz y Cortés (2003) consideran que los índices elevados son típicos de las especies pequeñas de roedores de zonas áridas, que se caracterizan por poseer papilas más largas e índices renales mayores que las de ambientes húmedos.

6. Hipótesis

En el presente trabajo, se testean las siguientes hipótesis:

Hipótesis I: El índice renal RMT para *C. azarae* es elevado lo que indica que puede vivir en ambientes áridos.

Hipótesis II: El índice renal RMT para *C. azarae* es medio lo que indica que puede vivir en ambientes semiáridos.

Hipótesis III: El índice renal RMT para *C. azarae* es bajo lo que indica que puede vivir en ambientes húmedos.

7. Objetivos

Para poner a prueba las hipótesis propuestas anteriormente, los objetivos del presente trabajo fueron los siguientes:

- Describir la morfología externa del riñón en sus medidas morfométricas y su histología para *C. azarae*.
- Calcular los siguientes índices renales: área cortical (**CT**); área medular (**MT**), área medular relativa (**RMA**), proporción de la médula interna contra zona cortical

(**IMC**), y por último el crecimiento relativo medular (**RMT**), comparando además este último índice con los descriptos por otros autores para este género.

Materiales y Métodos

8. Área de estudio y muestreo

Los animales fueron obtenidos por capturas vivas mediante trampa Cepo N° 0 (Oneida Victor) en la Estancia La Malvina (36° 37' 015" S 64° 19' 919" W), establecimiento El Arca De Noé (36° 48' 030" S 64° 10' 212" W), en el campo de Enseñanza de la UNLPam (36° 33' 327" S 64° 18' 118" W) en el departamento Capital; y en el establecimiento La Mercedes (36° 40' 328" S 64° 38' 391" W) en el departamento Toay, provincia de La Pampa (fig. satelitales I y II y fig. 15, 16, 17 y 18).

Las localidades donde se realizaron los trampeos se ubican en la región centro-noreste de la provincia (Cano, 1980). Presentan un clima sub-húmedo a seco bastante uniforme siendo julio el mes más frío, aunque además se deben destacar períodos de temperaturas bajas en otoño y primavera.

El muestreo se llevó a cabo desde marzo de 2007 hasta abril de 2008, de un total de 21 individuos muestreados, sólo fueron utilizados para este trabajo 12, debido a problemas de fijación de los riñones, lo cual no permitió realizar los cortes histológicos necesarios. La temperatura media anual en el año 2007 fue de 14,9° C y la precipitación anual fue de 629,7 mm y para el año 2008 la temperatura media anual fue de 16,2° C y la precipitación de 523,6 mm.

9. Obtención de órganos, medidas morfométricas y técnicas utilizadas

En el laboratorio se sacrificaron los ejemplares capturados procediéndose a continuación a tomar las medidas morfométricas estándares para cada uno de ellos, largo total (LT), largo cabeza-cuerpo (LC y C), largo de la cola (LC) (fig. 19), pata con uña (P

c/u), pata sin uña (P s/u), oreja (o) (fig. 20), como así también su masa corporal utilizando una balanza Sartorius.

Seguidamente se realizó una incisión longitudinal en la zona abdominal para poder extraer los riñones, a los cuales se les tomaron las medidas externas, con un calibre digital electrónico Caliper con un error de 0,1 mm y también se procedió a registrar su masa, fijándolos en formol al 10 % (fig. 21 y 22).

Los riñones derechos e izquierdos se procesaron utilizando la técnica habitual de histología para lo cual se procedió a su deshidratación mediante una procesadora de tejido Microm SPP 120-2 y posterior inclusión en parafina. Se confeccionaron los tacos (ver glosario), y se realizaron cortes a 4 μ m con un micrótomo rotativo Microm HM 325 (ver glosario), posteriormente cada corte fue coloreado con hematoxilina y eosina (ver glosario). El montaje se realizó con bálsamo de Canadá seleccionándose un corte de cada riñón por cada individuo, midiéndose la corteza, médula externa y médula interna, con un microscopio óptico Nikon modelo YS 100 a 40X (fig. 23, 24, 25, 26, 27, y 28).

Además de los riñones se fijaron otros órganos como pulmones, corazón, estómago, páncreas, intestino delgado y grueso, y ciego los cuales servirán para continuar con otras líneas de investigación.

Se debe aclarar que la medición utilizada en esta tesina fue la misma que usaron los autores citados anteriormente (poner citas de los autores) para el cálculo de los índices, pero la metodología que se usó en la medición de las distintas zonas no fue la misma, en este caso se realizó con un microscopio óptico con regla micrométrica sobre preparados histológicos, a diferencia de lo realizado por Cidre, (1974) y Diaz y Ojeda, (1999) que utilizaron cámara clara y microscopio estereoscópico, siendo ambas metodologías de resultados comparables porque las medidas de las zonas tienen por unidad el milímetro, al igual que lo registrado por los autores mencionados.

Resultados y Discusión

10. Descripción y medidas morfológicas renales de *C. azarae*.

Los riñones de *C. azarae* no se hallan cubiertos de grasa (Kin, M. com. pers.), son unipilares al igual que en *C. talarum* (Cidre, 1974). En posición de vida del animal se observó que ambos órganos se localizan en posición retroperitoneal, el riñón derecho de forma de haba lisa se halla a la altura de la última costilla flotante y el izquierdo desplazado un poco por debajo de ésta última se caracteriza por presentar depresiones, las cuales son resultado de las improntas dejadas por el estómago y el ciego dadas sus posiciones (fig. 29). En este análisis no se hizo diferencia entre el sexo ni la edad de los individuos, aunque sí se les registró las medidas morfométricas a cada uno de ellos y su masa corporal. No se realizó un análisis con estos últimos datos ya que el número muestral es bajo. En la tabla 1 se detallan las medidas morfométricas estándares de los ejemplares capturados y su masa corporal.

MLP	peso ind. (g)	LT (mm)	LC y C (mm)	LC (mm)	P c/u (mm)	P s/u (mm)	o (mm)
619	86	234,18	146,4	77,78	32,34	29,5	5,7
621	93	208,64	143,92	64,72	31,62	30,05	6,22
622	122,9	253,79	160,23	73,56	34,77	32,24	7,05
625	128	247,56	171,62	75,94	32,86	30,07	6,04
631	72,1	210,24	138,69	71,55	32,21	30,68	6,44
634	168,2	259,16	178,93	80,23	35,84	31,86	7,05
636	75,8	195,27	127,48	66,79	31,44	28,93	6,12
637	171,5	267,99	175	92,99	39,05	33,57	6,45
638	118,9	238,33	155,5	82,73	33,04	28,88	5,71
646	124	230,51	154,25	76,26	31,13	29,27	6,49
654	136	224,94	153,53	71,41	33,06	29,15	5,94
655	181,5	260,08	182	78,08	35,92	32,14	6,47

Abreviaturas. MLP: número de individuo de colección, peso ind: masa corporal, g: gramos, LT: largo total, LC y C: largo cabeza-cuerpo, LC: largo cola, P c/u: pata con uña, P s/u: pata sin uña, o: oreja, mm: milímetros.

En la tabla 2 se detalla para los riñones derecho e izquierdo (n = 12) las medidas externas.

Tabla 2. Medidas externas de largo, ancho y espesor de los riñones derechos e izquierdos (n = 12).

MLP	RDL (mm)	RDA (mm)	RDE (mm)	RIL (mm)	RIA (mm)	RIE (mm)
619	12.66	8.75	7.69	13.68	8.94	9.04
621	12.99	8.42	7.81	13.33	9.11	6.93
622	13.45	8.78	7.78	14.29	9.49	8.22
625	13.5	9.18	8.12	12.24	10.8	9.24
631	11.44	8.1	7.01	11.06	8.86	7.06
634	14.76	9.41	7.6	14.33	10.13	8.9
636	11.93	8.41	7.73	11.98	8.2	7.87
637	16.15	10.45	10.19	16.68	10.7	9.97
638	14.15	9.02	8.28	12.76	10.06	8.38
646	13.52	7.33	7.74	12.3	8.77	8.82
654	15.14	10.13	9.19	14.74	9.39	10.02
655	18.73	10.1	10.59	18.23	11.38	10.01

Abreviaturas: MLP: número de individuo de colección, RDL: largo, riñón derecho, RDA: ancho, riñón derecho, RDE: espesor, riñón derecho, RIL: largo, riñón izquierdo, RIA: ancho, riñón izquierdo, RIE: espesor, riñón izquierdo, mm: milímetros.

En la tabla 3 se detalla para los riñones derecho e izquierdo (n = 12) la media de las medidas así como los mínimos y máximos obtenidos para el largo, ancho y espesor; y también el desvío estándar para cada uno de ellos.

Tabla 3. Medias, desvíos, mínimo y máximo de las medidas externas de largo, ancho y espesor de los riñones derechos e izquierdos (n = 12).

	media (mm)	Desvío	mínimo (mm)	máximo (mm)		media (mm)	desvío	mínimo (mm)	máximo (mm)
R.D.L	14,035	1,98	11,44	18,73	R.I.L	13,801	2,048	11,06	18,23
R.D.A	9,006	0,914	7,33	10,45	R.I.A	9,652	0,963	8,2	11,38
R.D.E	8,31	1,1	7,01	10,59	R.I.E	8,705	1,061	6,93	10,02

Abreviaturas: RDL: largo, riñón derecho, RDA: ancho, riñón derecho, RDE: espesor, riñón derecho, RIL: largo, riñón izquierdo, RIA: ancho, riñón izquierdo, RIE: espesor, riñón izquierdo, mm: milímetros.

La observación de los cortes histológicos de ambos riñones de *C. azarae* al microscopio óptico de las distintas partes de la nefrona (fig. 30, 31, 32 y 33) no mostró diferencias con lo observado por Cidre (1974) para *C. talarum* ni tampoco si lo comparamos con la descripción del riñón de un mamífero típico, Eckert *et al.*, (1990), Frandson y Spurgeon (1995) y Geneser (2000).

11. Cálculo y análisis de los índices renales

Se calcularon para los riñones derecho e izquierdo los siguientes índices: área cortical (CT), área medular (MT), área medular relativa (RMA), proporción de la médula interna contra zona cortical (IMC) y por último crecimiento relativo medular (RMT); estos fueron obtenidos a partir de las medidas de cada uno de los cortes medidos al microscopio (ver fig. 34, 35 y 36 y tabla 4).

Tabla 4. Medidas de cada uno de los cortes histológicos de los riñones derechos e izquierdos medidos al microscopio (n = 12).

MLP	CT - RD (mm)	MT - RD (mm)	CT - RI (mm)	MT - RI (mm)
619	3,65	6,22	3,55	5,9
621	4,02	6,57	3,3	6,69
622	2,7	4,84	2,94	4,65
625	3,15	6,35	3,9	7,48
631	2,85	5,62	2,75	7
634	4,05	6,07	4,02	6,52
636	3,3	6,22	3,57	7,12
637	2,87	6,47	3,9	8,17
638	3,27	6,62	3,25	5,62
646	3,55	5,52	3,2	4,89
654	3,37	6,85	3,65	7,49
655	3,66	5,42	2,88	5,12

Abreviaturas: MLP: número de individuo de colección, CT-RD: medida del área cortical para el riñón derecho, MT-RD: medida del área medular para el riñón derecho, CT-RI: medida del área cortical para el riñón izquierdo, MT-RI: medida del área medular para el riñón izquierdo y mm: milímetros.

Con los datos de cada uno se procedió a realizar la estadística descriptiva: media y desvío estándar (ver tabla 5).

Tabla 5. Estadística descriptiva de cada uno de los índices obtenidos para los riñones derechos e izquierdos (n = 12).

Índices	CT(mm)		MT(mm)		RMA		RMT		IMC	
	RD	RI	RD	RI	RD	RI	RD	RI	RD	RI
media	3370	3409	6064	6388	1842	1846	6015	6078	1,014	1,148
desviostandar	0,438	0,424	0,534	1,140	0,247	0,215	0,835	1,033	0,158	0,192

Abreviaturas: CT-RD: área cortical del riñón derecho, CT-RI: área cortical del riñón izquierdo, MT-RD: área medular del riñón derecho, MT-RI: área medular del riñón izquierdo, RMA-RD: área medular relativa del riñón derecho, RMA-RI: área medular relativa del riñón izquierdo, RMT-RD: crecimiento medular relativo del riñón derecho, RMT-RI: crecimiento medular relativo del riñón izquierdo, IMC-RD: proporción de la médula interna contra zona cortical del riñón derecho, IMC-RI: proporción de la médula interna contra zona cortical del riñón izquierdo y mm: milímetros.

A través de la construcción de gráficos caja y brazos se observó el comportamiento de cada uno de los índices de la muestra seleccionada: área cortical (CT), área medular (MT), área medular relativa (RMA), proporción de la médula interna contra zona cortical (IMC) y crecimiento relativo medular (RMT) (ver gráficos 1 y 2).

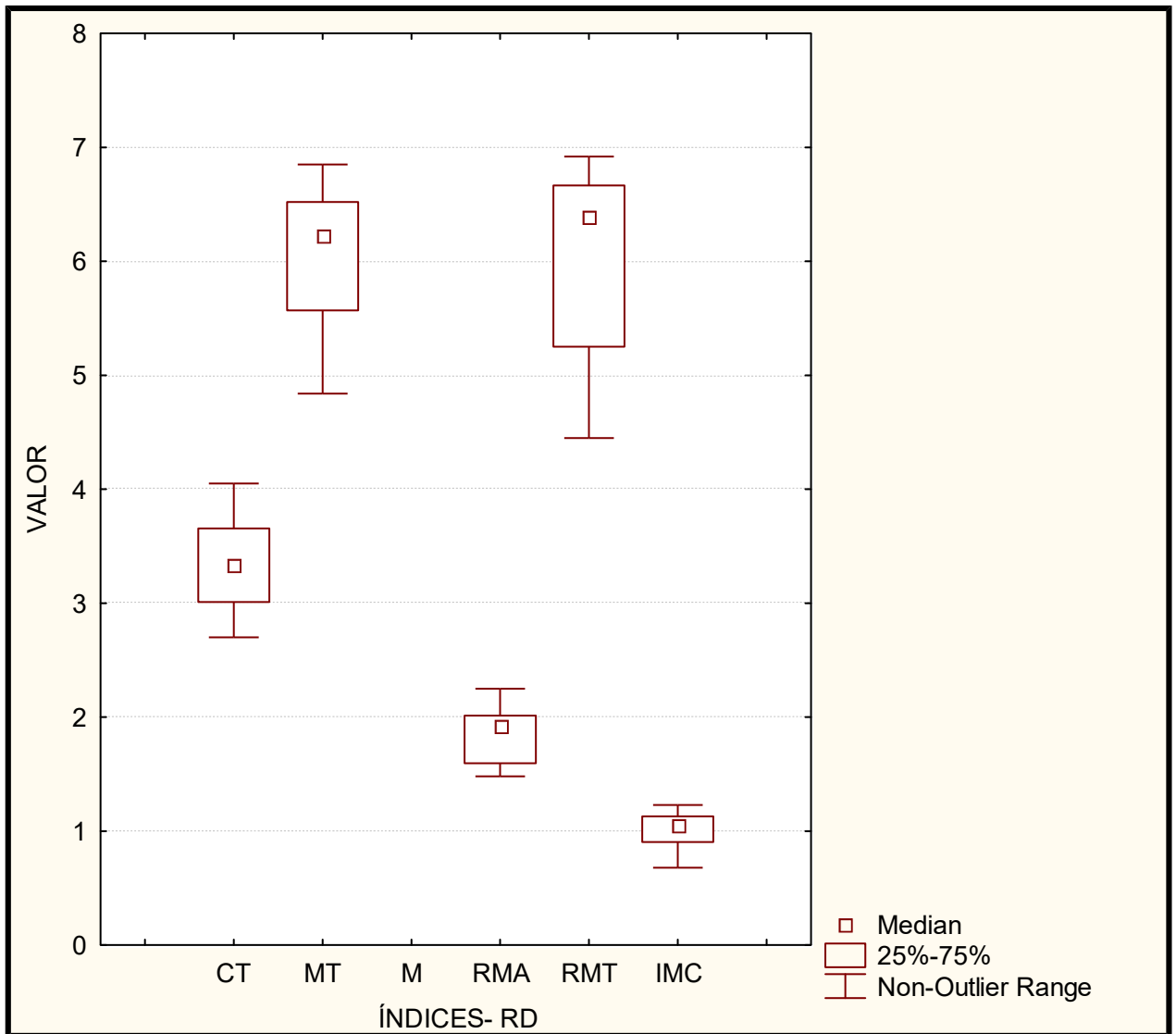


Gráfico 1. Análisis de los índices de los riñones derechos (n = 12).

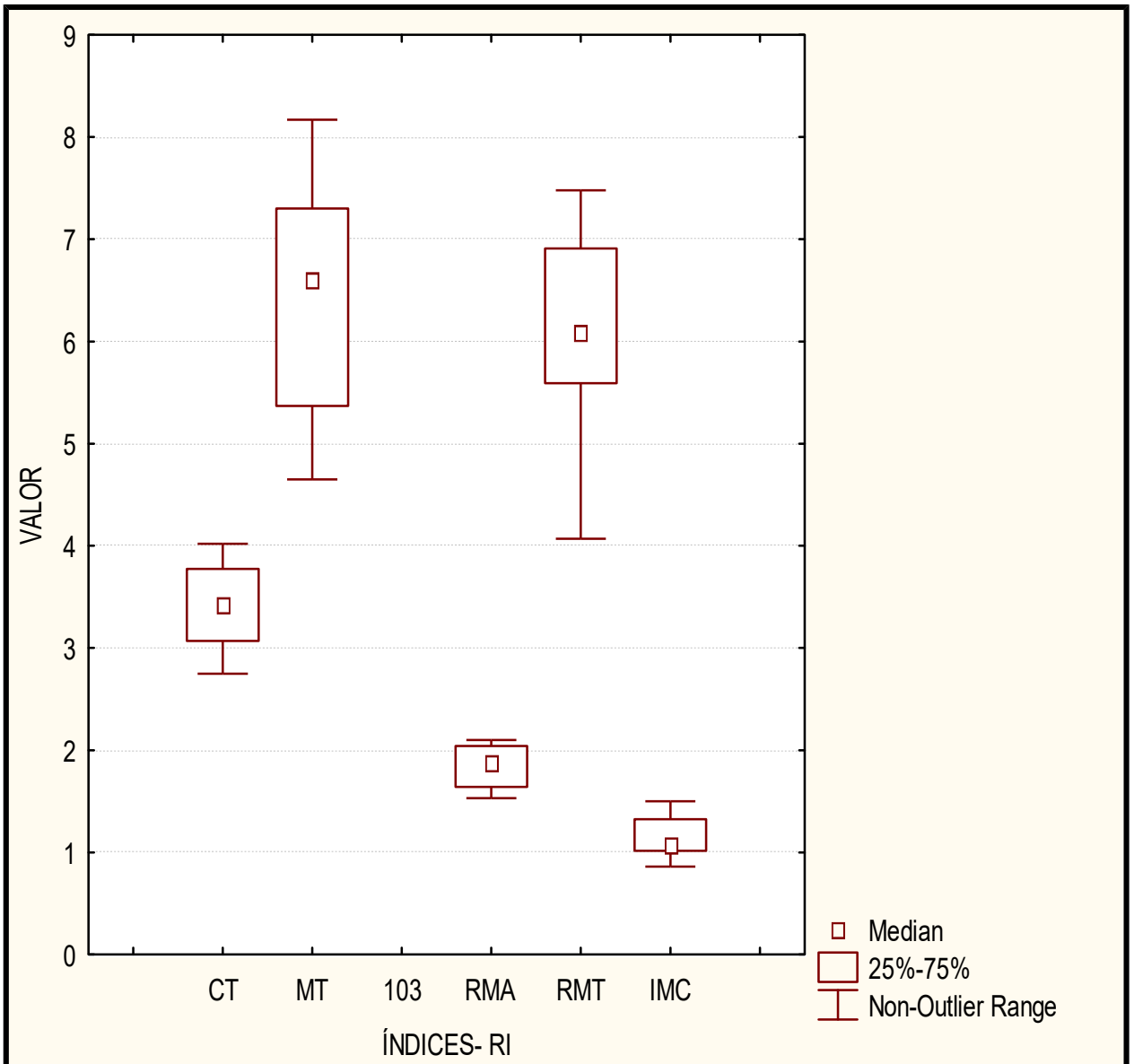


Gráfico 2. Análisis de los índices de los riñones izquierdos (n = 12).

Al analizar los datos mediante un gráfico caja y brazo se observó que estos datos reflejan asimetría con respecto a los valores centrales, excepto en el caso de CT, que a pesar de las improntas que presenta el riñón izquierdo, sus valores se mantienen alrededor de la media debido a la compensación de la zona ($CT = A1 + A2 + A3$).

No existen puntos extremos para los distintos índices. Con respecto a las diferencias de amplitud de los brazos se debe a un corrimiento sesgado producido probablemente porque el número de muestras es bajo. Este número muestral bajo impidió realizar la diferenciación por sexos y edad.

Los distintos índices resultantes de la evaluación del riñón izquierdo presentan valores con mayor rango de variación, con respecto al derecho, esto se debería a la morfología de éste órgano.

Se analizó, además, la diferencia entre los índices para cada riñón y se compararon las medias de cada uno. Para este último caso se realizó la comparación de la diferencia de medias apareadas *t*- test (Zar, 1999), y se utilizó el programa Statistica versión 6.0 (ver tabla 6).

índice-t test	CT	MT	RMA	RMT	IMC
diferencia	-0,039167	-0,323333	-0,004167	-0,063333	-0,133333
estadístico t	-0,256219	-1,32346	-0,065357	-0,279635	-2,48744
valor de p	0,802510	0,212530	0,949062	0,784946	0,030172

Tabla 6. Diferencia de medias apareadas *t*- test para cada uno de los índices.

Del análisis de la tabla se observa que el valor $p > 0,05$ hallado para los índices área cortical (CT), área medular (MT), área medular relativa (RMA), y crecimiento relativo medular (RMT) muestran que no existe evidencia suficiente para establecer diferencias significativas entre el riñón derecho e izquierdo. Excepto en el caso del índice de la proporción de la médula interna contra zona cortical (IMC) en el que se observó una diferencia entre ambos riñones, $p < 0,05$. Esto se debería a que en el riñón izquierdo el largo

de la médula interna se ve ligeramente aumentado debido a que tiene que compensar el aplastamiento producido por el estómago y el ciego, los cuales producen las improntas y causan un efecto directo sobre la corteza que a su vez afecta a la médula externa por lo que la médula interna se alarga (valor C).

Conclusión

Esta es la primera descripción morfológica y una primera contribución al conocimiento de la fisiología renal de *Ctenomys azarae* que aporta evidencias de la especialización urinaria en el medio en el cual habita.

El análisis micro-anatómico de la nefrona no mostró diferencias con lo observado por otros autores. Pero sí, hay diferencia en el largo de la médula con respecto a otros *Ctenomys*. Anatómicamente el largo del riñón derecho es mayor que el izquierdo, pero el ancho y espesor es menor en el derecho que en el izquierdo.

No hay diferencia entre los índices de ambos riñones excepto en IMC ($p < 0,05$).

Los valores obtenidos de RMT para los riñones derecho e izquierdo son: RMT-RD: 6,015 y RMT-RI: 6,078 para *C. azarae*. Éstos se hallan dentro del rango de 5 a 7, los cuales indicarían que son **intermedios**. Estos valores fueron contrastados con los obtenidos para *C. talarum* RMT: 4,8 (Cidre, 1974), *C. eremophilus* RMT: 8,98 (Diaz y Ojeda, 1999), *Ctenomys sp.* RMT: 12,12, *C. fulvus* RMT: 6,9 y *C. opimus* RMT: 6,3 (Diaz y Cortés, 2003).

C. azarae comparte con *C. fulvus* y *C. opimus* el mismo rango de RMT (5 a 7), este índice intermedio podría mostrar adaptaciones no vinculadas al consumo de agua libre y esto permitiría a *C. azarae* habitar en ambientes semiáridos como los que habita en nuestra provincia.

Del análisis e interpretación de los resultados, se rechazan las hipótesis H I y H III:

H I: El índice renal RMT para *C. azarae* es elevado lo que indica que puede vivir en ambientes áridos; y H III: El índice renal RMT para *C. azarae* es bajo lo que indica que puede vivir en ambientes húmedos.

Se acepta la Hipótesis II: El índice renal RMT para *C. azarae* es medio lo que indica que puede vivir en ambientes semiáridos.

ANEXOS

12. Glosario

Acidófilo: estructura celular cuyas granulaciones citoplasmáticas se tiñen con colorantes ácidos (Álvarez de Villar *et al.*, 2007).

Eosinófilo: cualquier elemento histológico que se tiñe con colorantes de eosina (Álvarez de Villar *et al.*, 2007).

Eosina: es un colorante ácido que se define por teñir estructuras celulares básicas, ya que se halla cargado negativamente por lo que colorea sustancias positivas, es directo y progresivo. Colorea el citoplasma celular que al observarse al microscopio óptico es de color rojo – rosado (Celani de Bassi *et al.*, 1984).

Hematoxilina: es un colorante básico que se define por teñir estructuras celulares ácidas como el núcleo, es indirecto, porque necesita un mordiente para actuar, el cual puede ser un colorante previo o junto a él, conformando una laca. Al microscopio óptico los núcleos se observan de color azul oscuro (Celani de Bassi *et al.*, 1984).

Micrótopo: instrumento similar en principio a una cortadora de fetas. Para obtener cortes en secciones delgadas que permiten el paso de la luz, la mayoría de los preparados para microscopía óptica con un espesor de alrededor de 5-10 μm (Geneser, 2000).

Taco: bloque sólido que se forma de la solidificación entre la parafina y el tejido incluido (Geneser, 2000).

13. Figuras



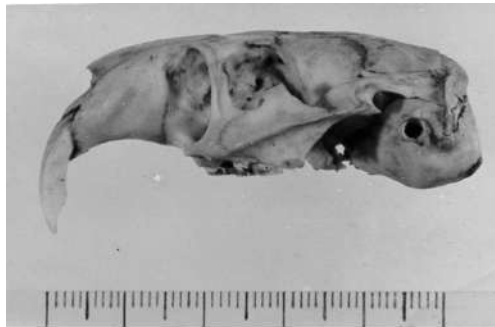
Fig. 1: Ejemplar de *C. azarae*



Fig. 2: Cráneo y mandíbula de ejemplar hembra adulto de *Ctenomys azarae* (Colección Cátedra de Cordados, MLP 600)



Ctenomys tucumanus THOMAS, 1900. Norma superior del cráneo de un ejemplar topotipo macho perteneciente al Natural History Museum, Londres.



Ctenomys tucumanus THOMAS, 1900. Normas lateral y basal del cráneo de un ejemplar topotipo perteneciente al Natural History Museum, Londres.



Fig. 3

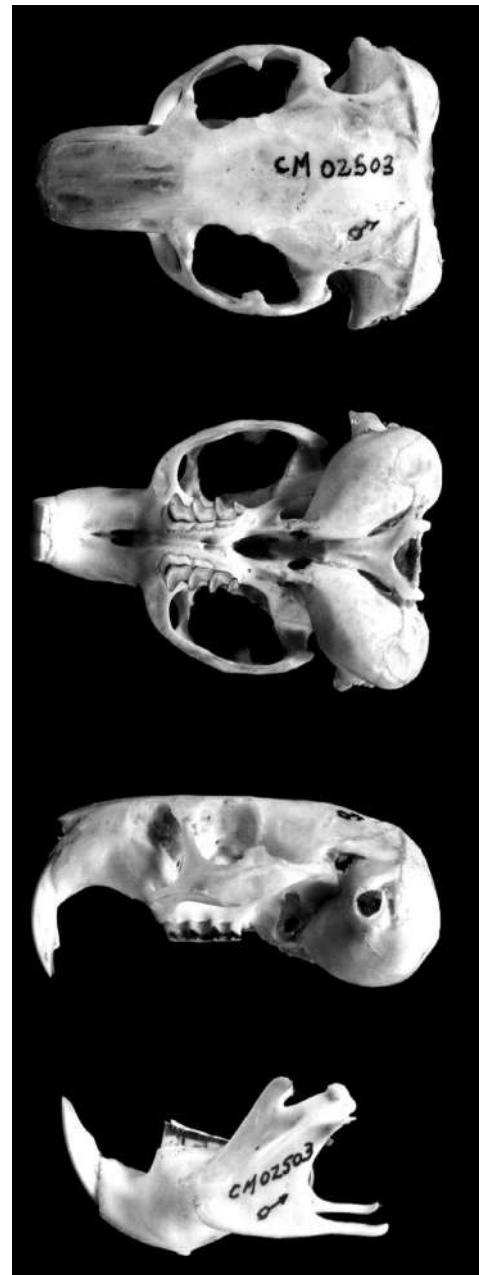


Fig. 4

Fig. 3: Cráneo vista lateral y basal de ejemplar de *Ctenomys tucumanus* ejemplar tipo (Museo de Historia Natural de Londres).

Fig. 4: Cráneo y mandíbula de ejemplar adulto de *Ctenomys mendocinus* (Colección IADIZA Mastozoología, CM 02503). Rosi, *et al.* (2002).

Fig. 5



Fig. 6



Fig. 5: ejemplar de *Ctenomys talarum*. Justo, *et al.* (2003).

Fig. 6: Cráneo vista dorsal, ventral, lateral y mandíbula de *Ctenomys talarum* (Museo de La Plata, MLP 10-V-87-6). Justo, *et al.* (2003).

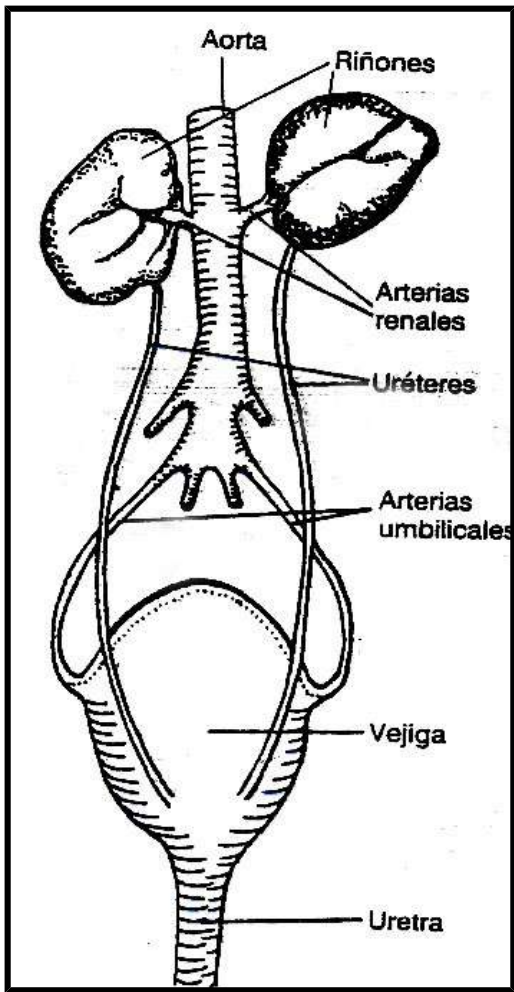


Fig. 7: Posición anatómica renal
(Extraída de Frandson y Spurgeon, 1995)

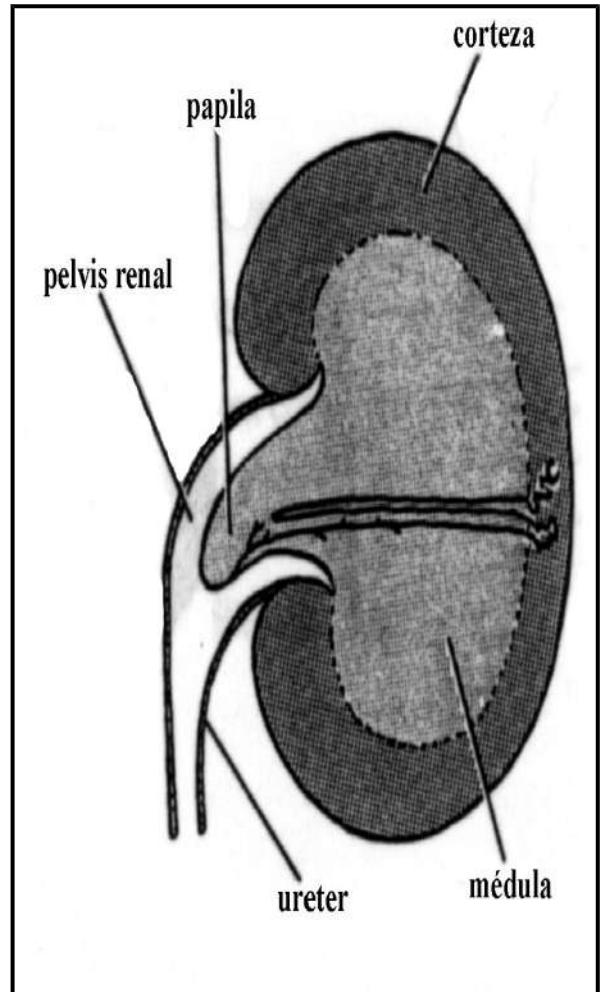


Fig. 8: Anatomía renal
(Extraída de Hildebrand, 1988)

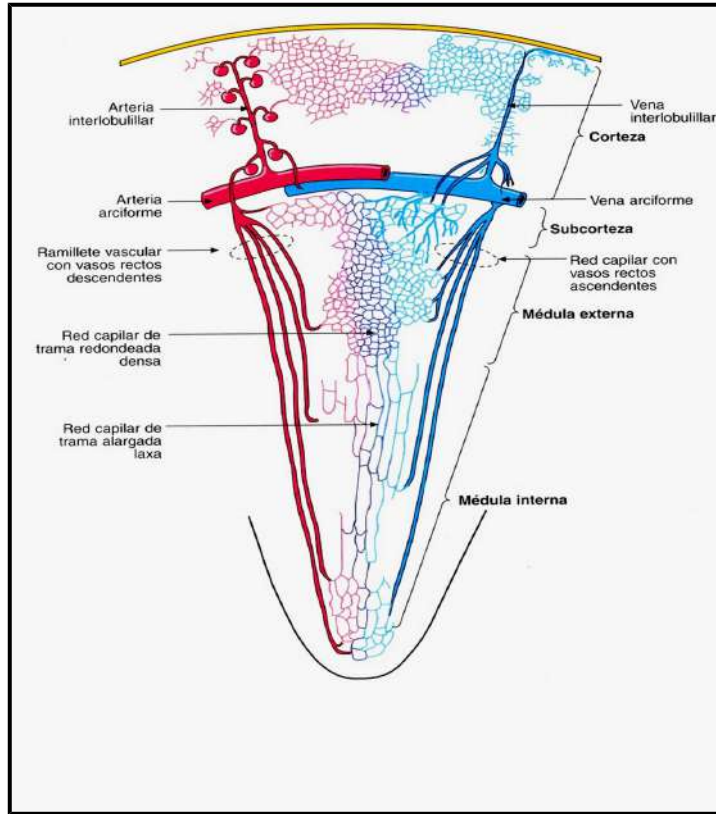


Fig. 9: Irrigación renal (Extraída de Geneser, 2000)

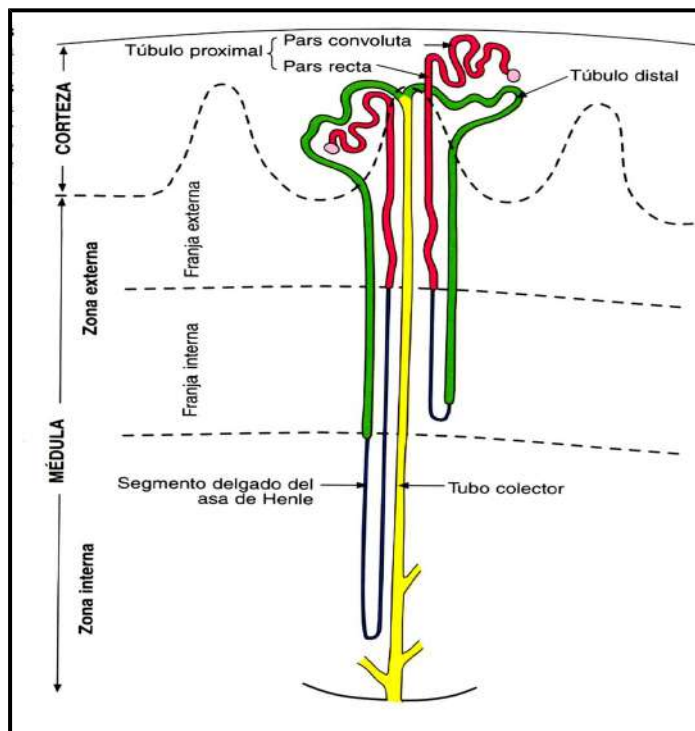


Fig. 10: Detalle de la nefrona (Extraída de Geneser, 2000).



Fig. 11: Corteza renal con un corpúsculo renal. Nótese el polo urinario, la capa parietal, el espacio capsular, los capilares glomerulares, la capa visceral compuestas por podocitos y los túbulos proximales (Extraída de Geneser, 2000).

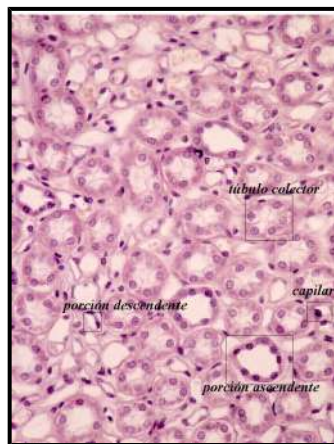


Fig. 12: Corte transversal de la parte externa de la médula renal. Nótese los túbulos colectores, los capilares, segmentos gruesos ascendentes, y segmentos delgados descendentes del asa de Henle, H-E (Extraída de Geneser, 2000).

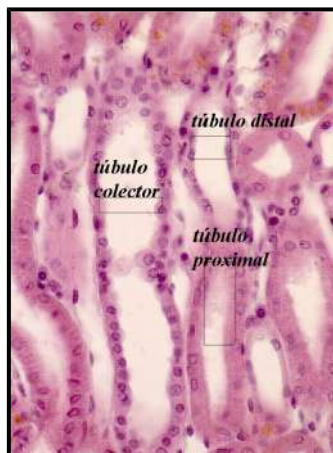


Fig. 13: Nótese el túbulo distal, los túbulos colectores y los proximales, H-E (Extraída de Geneser, 2000).

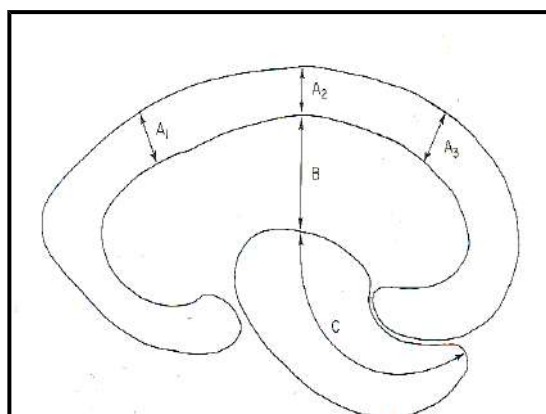


Fig. 14: Toma de medidas para cálculo de los índices según Geluso, (1978).



Fig. satelital I: Mapa de localización de la población tipo y puntos de muestreos

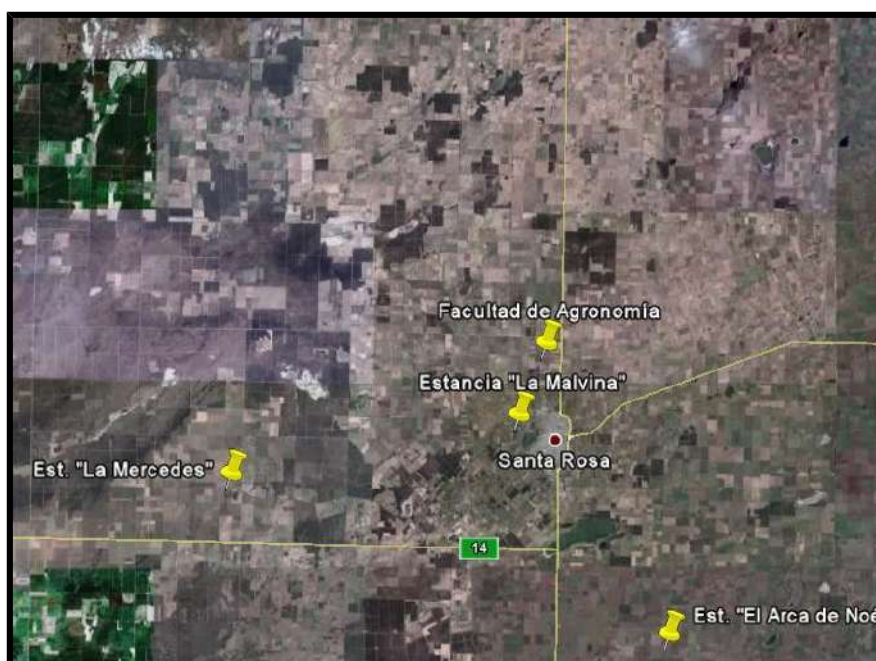


Fig. satelital II: Puntos de muestreos.



Fig. 15: Laguna Don Tomás- Estancia la Malvina



Fig. 16: Establecimiento Arca de Noé.



Fig. 17: Facultad de Agronomía- Jardín Botánico.



Fig. 18: Establecimiento La Mercede.

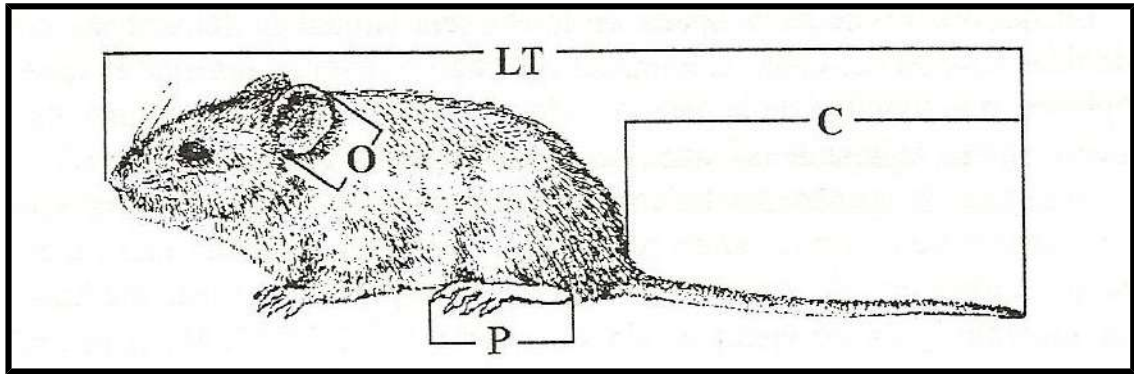


Fig. 19: Registro de medidas estándares (Extraída de Bianchini *et al* 1987)

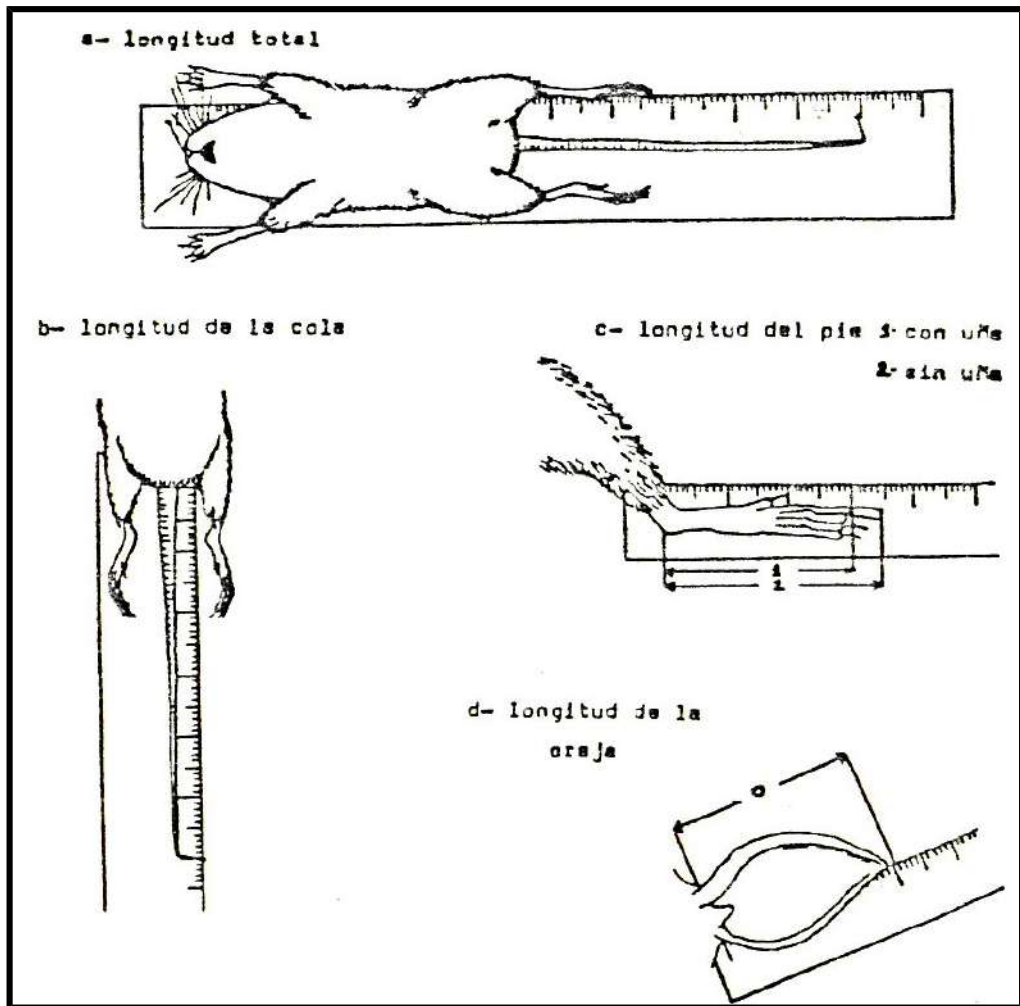


Fig. 20: Registro de medidas LC y C, LC, Pc/u, Ps/u y o, respectivamente (Extraída de Bianchini *et al* 1987).



Fig. 21: Medición externa renal (largo x ancho x grosor)



Fig. 22: Riñones derecho e izquierdo previo proceso de técnica histológica.



Fig. 23: Proceso de deshidratación para inclusión en parafina.



Fig.24: Corte en micrótopo.



Fig. 25: Proceso de tinción con Hematoxilina y Eosina.



Fig. 26: Confección de los preparados.



Fig. 27: Observación al microscopio óptico

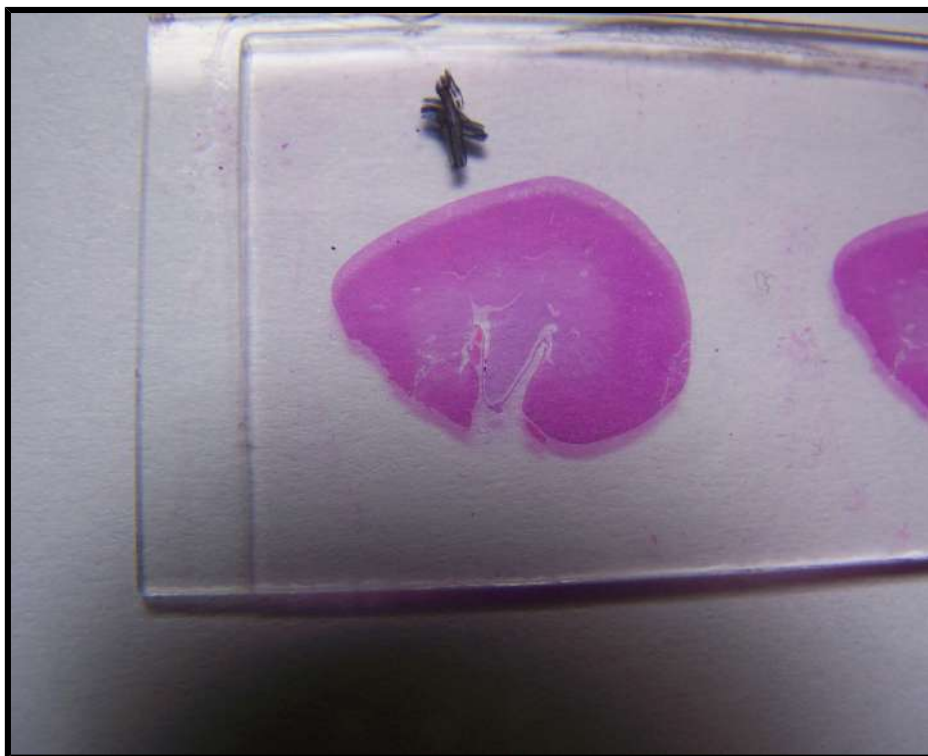


Fig. 28: Elección del corte para descripción y medición.

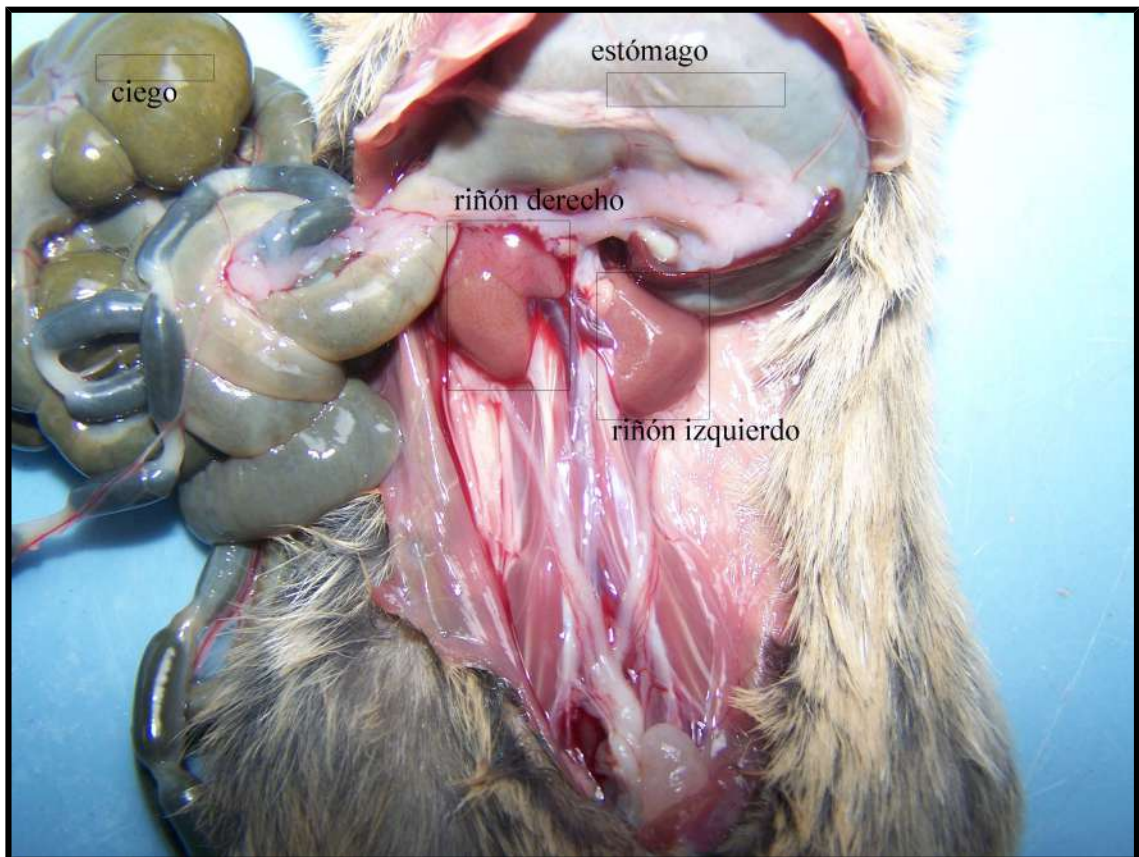


Fig. 29: Ubicación de los riñones en posición de vida.

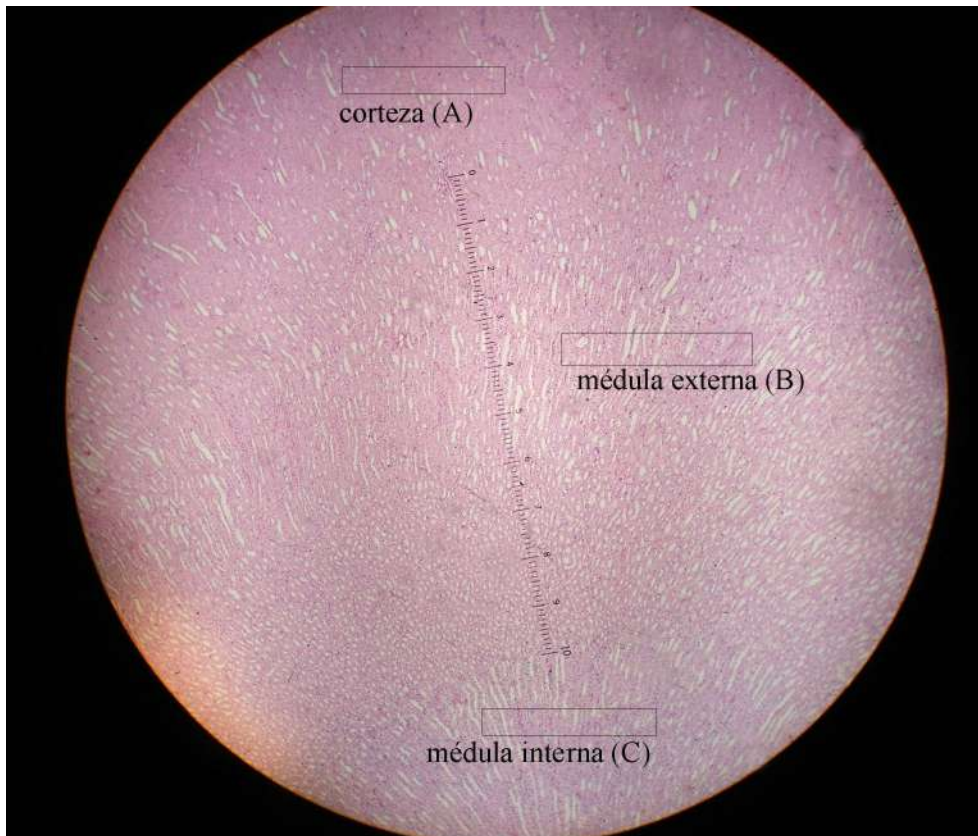


Fig. 30: Zonas renales de *C. azarae*.

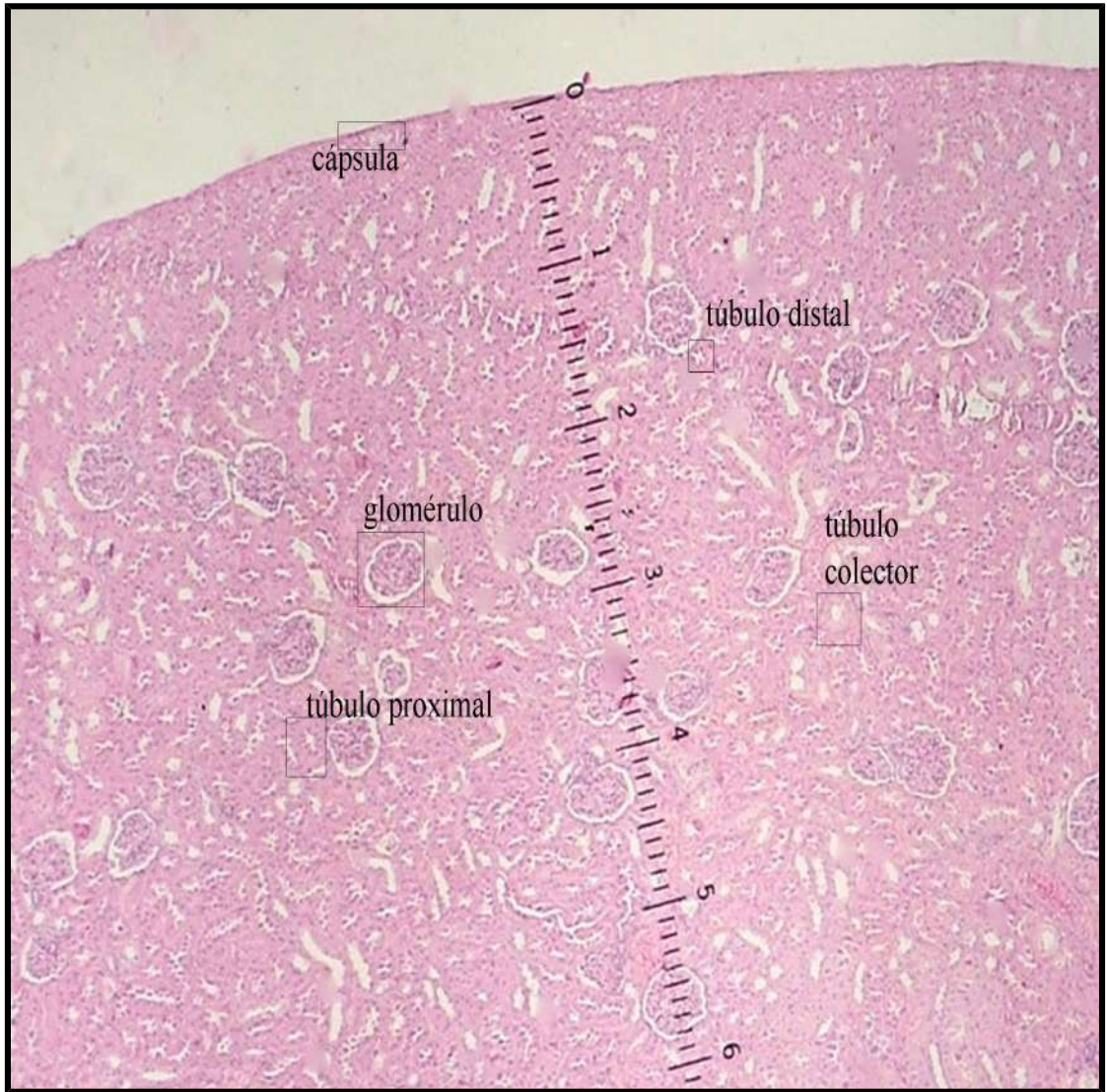


Fig. 31: Corteza renal y sus constituyentes de *C. azarae*.

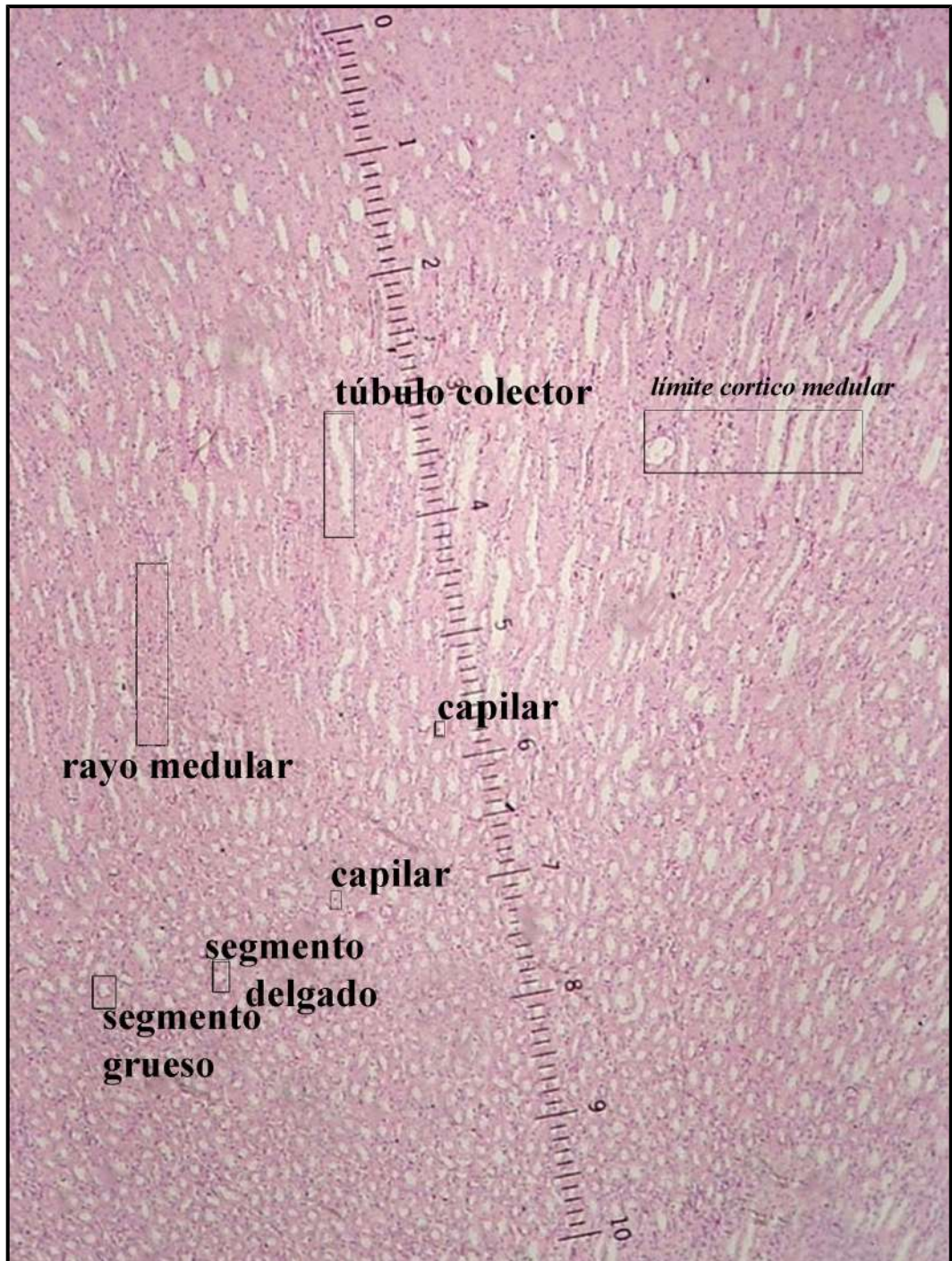


Fig. 32: Corteza y Médula externa y sus constituyentes de *C. azarae*.

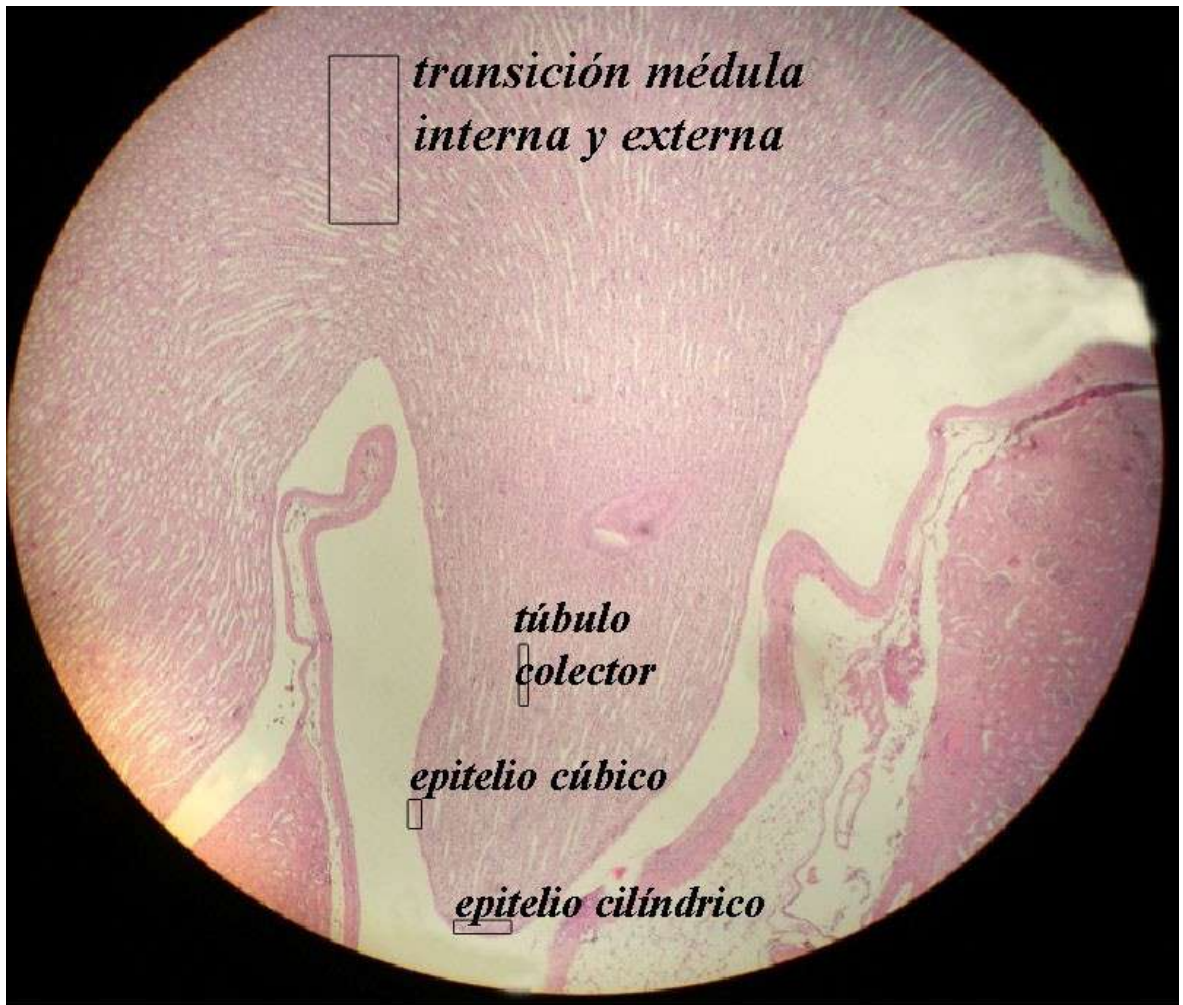


Fig. 33: Médula interna y externa y sus constituyentes de *C. azarae*.

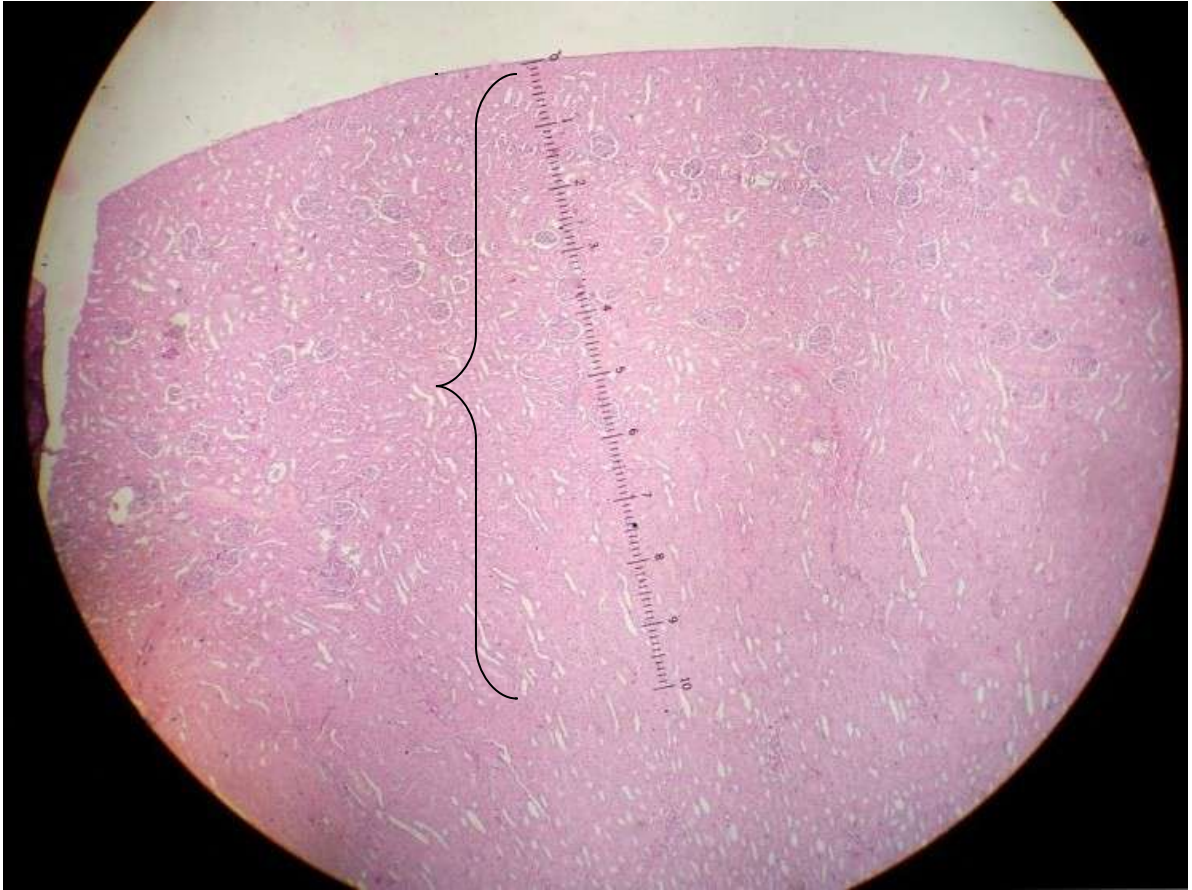


Fig . 34: Medición del área cortical (Ej. MLP 625 riñón izquierdo)

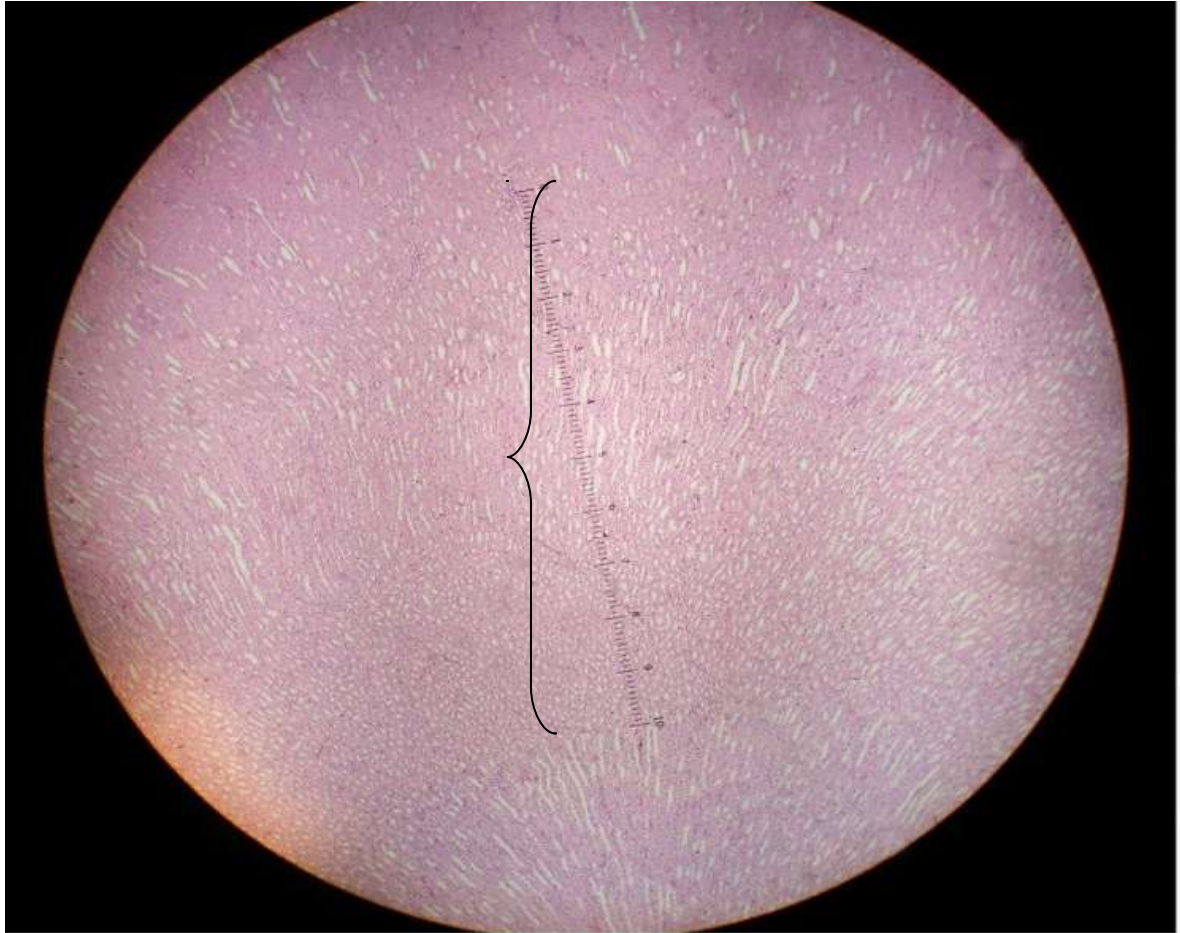


Fig. 35: Medición del área de la médula externa (Ej. MLP 625 riñón izquierdo)



Fig. 36: Medición del área de la médula interna (Ej. MLP 625 riñón izquierdo)

Bibliografía

- Álvarez de Villar, J.; Álvarez T. y S. T. Álvarez – Castañeda. 2007. Diccionario de anatomía comparada de vertebrados. 1º edición. Editorial D. R. 250 pp.
- Barquez, R. M.; M. M. Díaz y R. A. Ojeda (eds.). 2006. Mamíferos de Argentina. Sistemática y Distribución. 1º edición. Ed. SAREM, Tucumán. 356 pp.
- Bianchini, J. J.; H. Delupi y H. Regidor. 1987. Manual de métodos de estudios a campo de Mamíferos. Fac. de Cs. Naturales y Museo. UNLP. 56 pp.
- Borghi, C. E.; S. M. Giannoni y V. G. Roig. 2002. Eye reduction in subterranean mammals and eye protective behavior in *Ctenomys*. *Mastozoología Neotropical* 9 (2): 123-134.
- Bortolon da Costa, S.; C. Weber y J. M. Reppold. 2005. Morfología renal de duas especies de Tuco-Tucos (*Ctenomyidae*, Rodentia). Res. XX Jornadas Argentinas de Mastozoología. Buenos Aires. Pp.78.
- Busch C.; A. I. Malizia; O. A. Scaglia y O. A. Reig. 1989. Spatial distribution and attributes of a population of *Ctenomys talarum* (Rodentia, Octodontidae). *J. Mammalian* 70: 204-208.
- Camín, S. R. y L. A. Madoery. 1994. Feeding behavior of the tuco-tuco (*Ctenomys mendocinus*): its modifications according to food availability and the changes in the harvest pattern and consumption. *Rev. Chilena Hist. Nat.* 67: 257-263.
- Cano, E. 1980. Inventario integrado de los recursos naturales de la provincia de La Pampa. Clima, geomorfología, suelo, vegetación y fauna de vertebrados. INTA, UNLPam, Gobierno de La Pampa. 493 pp.
- Celani de Bassi, C.; J. Fernandez Surribas y I. Von Lawzewitsch. 1984. Lecciones de histología veterinaria 1. Microscopia y Técnicas histológicas. Ed. Hemisferio Sur. 170 pp.
- Cicchino, A. C. y D. del Castro. 1996. Revalidation of *Phtheiropois gracilipes* (Amblycera, Gyropidae), with remarks on its synoxenism and distribution in *Ctenomys* species from Argentina (Rodentia, Ctenomyidae). *Iheringia, Serie Zoología* 81: 81-86.
- Cidre, L. L. 1974. Estudio histológico del riñón de *Ctenomys talarum* (MAMMALIA, CTENOMYIDAE). *Physis Sección C*, 33 (86): 157-162.
- Contreras, J. R. 1981. El tunduque: un modelo de ajuste adaptativo. *Serie Científica (Mendoza)* 21: 22-25.

- Contreras, J. R. y A. N. Ch. de Contreras. 1984. Craneología y craneometría del Género *Ctenomys*. Historia Natural 4 (26): 245- 248.
- Contreras, J. R.; C. J. Bidau; E. R. Justo; M. D. Giménez; J. Searle y P. Mirol. 1995. Panorama taxonómico evolutivo actualizado del género *Ctenomys* (Rodentia, Ctenomyidae). Res. X Jornadas de Mastozoología, La Plata. Pp. 94.
- Contreras, J. 1996. Acerca de la distribución geográfica de la morfología espermática en el género *Ctenomys* (Rodentia: Ctenomyidae). Nótulas Faunísticas 88: 1-5.
- Contreras, J.; D. Castro y A. Cicchino. 1999. Relaciones de los Phthiraptera (Insecta, Amblycera y Gyropidae) con la evolución taxonómica de los roedores del género *Ctenomys* (Mammalia: Rodentia, Caviomorpha: Ctenomyidae). Ciencia Siglo XXI 2: 1-32.
- Cook, J. y T. Yates. 1994. Systematics relationships of the Bolivian tuco- tucos, genus *Ctenomys* (Rodentia, Ctenomyidae). J. Mammal. 75 (3): 583-899.
- Cortés, A.; M. Rosenmann y C. Baez. 1990. Función del riñón y del pasaje nasal en la conservación de agua corporal en roedores simpátridos de Chile central. Revista Chilena de Historia Natural 63: 279-291.
- Cuttrera, A. P; C. D. Antinuchi; M. S. Mora y A. I. Vassallo. 2006. Home-range and activity patterns of the south american subterranean rodent *Ctenomys talarum*. Journal of Mammalogy 87 (6): 1183–1191.
- Dacar, M.; S. Monge; S. Brengio y V. G. Roig. 1998. Estudio histológico en gónadas de *Ctenomys mendocinus* en la localidad de Cacheuta (Mendoza, Argentina). Mastozoología Neotropical 5 (1): 13-19.
- De Santis, L. J. M.; G. J. Moreira y E. R. Justo. 1998. Anatomía de la musculatura branquiomérica de algunas especies de *Ctenomys* Blainville, 1826 (Rodentia, Ctenomyidae): Caracteres adaptativos. Bol. Soc. Biol. Concepción Chile 69: 89-107.
- De Santis, L. J. M.; S. Genta Iturrería; F. Ballejos; F. Idoeta; J. Carrera; C. García Esponda; M. Kin y E. R. Justo. 2004. Morfología del miembro anterior y cintura escapular de *Ctenomys azarae* y *C. talarum* (Rodentia, Octodontidae). Res. XIX Jornadas Argentinas de Mastozoología, Puerto Madryn. Pp. 123.
- Diaz, G. B. y R. A. Ojeda. 1999. Kidney structure and allometry of Argentine desert rodents. Journal of Arid Environments 41: 453-461.

- Diaz, G. y A. Cortés. 2003. Pequeños mamíferos en ambientes desérticos: Los problemas de conservación de agua. En *Fisiología Ecológica y Evolutiva*. Francisco Bozinovic (Ed). Ediciones Universidad Católica de Chile, 2003. Pp. 357-376.
- Diaz, G.; R. Ojeda y L. Rezende. 2006. Renal morphology, phylogenetic history and desert adaptation of South American hystricognath rodents. *Functional Ecology* 20: 609-620.
- Eckert, R.; D. Randall y G. Augustine. 1990. *Fisiología animal. Mecanismos y Adaptaciones*. 3ª edición. Ed. Mc Graw-Hill. Interamericana. 683 pp.
- Frandsen, R. D. y T. L. Spurgeon. 1995. *Anatomía y Fisiología de los Animales Domésticos*. 5ª edición. Ed. Interamericana- McGraw- Hill. 560 pp.
- Fuchs, L.; V. Baldone; M. S. Kin; M. Fort; R. Lecitra; M. del C. Rojas; H. Giménez y D. Bedotti. 2007. Determinación de anticuerpos contra *Leptospira sp.* en *Ctenomys azarae* (Rodentia: Ctenomyidae), en La Pampa. Res. XXI Jornadas Argentinas de Mastozoología, Tañi del Valle, Tucumán. Pp. 261.
- Gallardo, M. H.; F. C. Mondaca; R. A. Ojeda; N. Köhler y O. Garrido. 2002. Morphological diversity in the sperms of Caviomorph rodents. *Mastozoología Neotropical* 9 (2):159- 170.
- Gardner, S. L. 1991. Phyletic coevolution between subterranean rodents of the genus *Ctenomys* (Rodentia: Hystricognathi) and nematodes of the genus *Paraspidodera* (Heterakoidea: Aspidoderidae) in the Neotropics: temporal and evolutionary implications. *Zoological Journal of the Linnean Society* 102: 169-201.
- Geneser, F. 2000. *Histología sobre bases moleculares*. 3ª edición. Ed. Médica Panamericana. 813 pp.
- Geluso, K. N. 1978. Urine concentrating ability and renal structure of insectivorous bats. *Journal Mammalogy* 59: 312-323.
- Grenot, C. J. 1995. Respuestas ecofisiológicas de los vertebrados de zonas áridas al stress hídrico y térmico. *Marmosiana* 1: 105-120.
- Hildebrand, M. 1988. *Analysis of vertebrate structure*. John Wiley and Sons, New York, 710 pp.
- Justo, E. R.; M. S. Kin y L. J. M. De Santis. 1992. La muda del pelaje en *Ctenomys talarum* (Rodentia: Octodontidae) de la provincia de La Pampa (Argentina). *Neotropica* 38 (99): 97-103.
- Justo, E. R.; M. S. Kin y L. J. M. De Santis. 2003. *Ctenomys talarum*. *Mammalian species* 730: 1- 5.

- Kibliskey, P.; N. Brun Zorrilla; G. Pérez y F. A. Sáez. 1977. Variabilidad cromosómica entre diversas poblaciones uruguayas del roedor cavador del género *Ctenomys* (Rodentia, Octodontidae). *Mendeliana* 2 (2): 85-93.
- Kin, M. S. y E. R. Justo. 1995. Observaciones sobre la dieta de *Ctenomys azarae* Thomas (Rodentia: Ctenomyidae) en el campo y en cautividad. *Nótulas Faunísticas* 77: 1-3.
- Kin, M. S.; C. D. Porras; E. R. Justo y F. Romero. 2000. Glucosa en la sangre y orina de *Ctenomys azarae*, tuco-tuco, (Rodentia: Ctenomyidae). Res. IX Congreso Iberoamericano de Biodiversidad y Zoología de Vertebrados, Buenos Aires. Pp. 153.
- Lorenzoni, C. W. y J. R. Marinho. 2008. Morphology of tuco-tuco salivary gland (CTENOMYIDAE: RODENTIA). Res. XXII Jornadas Argentinas de Mastozoología, Villa Giardino, Córdoba. Pp. 111.
- Madoery, L. A. 1993. Composición botánica de la dieta del tuco-tuco (*Ctenomys mendocinus*) del pie de monte precordillerano. *Ecología Austral* 3: 49-55.
- Massarini, A. I.; M. A. Barros; V. G. Roig y O. Reig. 1991. Banded karyotypes of *Ctenomys mendocinus* (Rodentia: Octodontidae) from Mendoza, Argentina. *J. Mammalian* 72 (1): 194 - 198.
- Massarini, A.; D. Mizrahi; S. Tiranti; A. Toloza; F. Luna y C. E. Schleich. 2002. Extensive chromosomal variation in *Ctenomys talarum talarum* from the Atlantic coast of Buenos Aires Province, Argentina (Rodentia: Octodontidae). *Mastozoología Neotropical* 9 (2): 199-207.
- Mora, M.; A. P. Cutrera; C. D. Antinuchi y A. I. Vassallo. 2007. Evaluación del tamaño de acción en las especies simpátricas de tuco-tucos *C. australis* y *C. talarum*: efecto de la configuración del hábitat y del tamaño corporal. Res. XXI Jornadas Argentinas de Mastozoología, Tafí del Valle, Tucumán. Pp. 180.
- Morgan, C. y D. Verzi. 2006. Morphological diversity of the humerus of the south american subterranean rodent *Ctenomys* (Rodentia, Ctenomyidae). *Journal of Mammalogy* 87 (6): 1252 –1260.
- Moyes C. D. y P. M. Schulte. 2007. Principios de Fisiología Animal. Pearson Educación. 767 pp.
- Ortells, M. O.; J. R. Contreras y O. A. Reig. 1990. New *Ctenomys* caryotypes (Rodentia, Octodontidae) from north-east Argentina and from Paraguay confirm the extreme chromosomal multiformity of the genus. *Genética* 82: 184-201.

- Pearson, O. P. 1968. Estructura social y distribución espacial por edades de una población de tuco-tucos (*Ctenomys talarum*). *Inv. Zool. Chilenas* 13: 47- 80.
- Pearson, O. P. y M. I. Chistie. 1985. Los tuco-tucos (Género *Ctenomys*) de los parques nacionales Lanin y Nahuel Huapi, Argentina. *Historia Natural* 5 (37): 337-343.
- Reig, O. y P. Kiblisky. 1969. Chromosome multiformity in the genus *Ctenomys* (Rodentia, Octodontidae). *Chromosoma* 28: 211-244.
- Reig, O.; C. Busch; M. Ortells y J. Contreras. 1990. An overview of evolution, systematics, population biology, cytogenetics, molecular biology and speciation in *Ctenomys*. In Alan R. Liss. Inc. *Evolution of subterranean Mammals at the Organismal and Molecular Levels* Pp.71-96.
- Roig, V. y O. Reig. 1969. Precipitin test relationships among Argentinean species of the genus *Ctenomys* (Rodentia, Octodontidae). *Comp. Biochem. Physiol.* 30: 665 -672.
- Rossi M. I.; S. Puig; F. Videla; L. A. Madoery y V. G. Roig. 1992. Estudio ecológico del roedor subterráneo *Ctenomys mendocinus* en la precordillera de Mendoza. II Ciclo reproductivo y estructura etaria. *Rev. Chilena Hist. Nat.* 65: 221-233.
- Rosi, M. I.; M. I. Cona y V. G. Roig. 2002. Estado actual del conocimiento del roedor fosorial *Ctenomys mendocinus* Philippi 1869 (Rodentia: Ctenomyidae). *Mastozoología Neotropical* 9 (2): 277- 295.
- Sage, R. D.; J. R. Contreras; V. G. Roig y J. L. Patton. 1986. Genetic variation in the South American burrowing rodents of the genus *Ctenomys* (Rodentia: Ctenomyinae). *Z. Saugetierkunde* 51: 158-172.
- Sisson, S. B. y G. P. Grossman. 1978. *Anatomía de los animales domésticos*. 4º edición. Ed. Salvat. 952 pp.
- Suriano, D. M. y G. T. Navone. 1994. Three new species of the genus *Trichuris* roederer, 1761 (Nematoda: Trichuridae) from Cricetidae and Octodontidae rodents in Argentina. *Research and Reviews in Parasitology* 54 (1): 39-46.
- Talice, R. V.; E. Tedeschi; S. Laffite de Mosera y J. C. Lagomarsino. 1959. Investigaciones sobre *Ctenomys torquatus*: un roedor autóctono del Uruguay. *An. Fac. Med. Univ. Montevideo* 44: 452-462.
- Thomas, O. 1903a. New species of *Oxymycterus*, *Trichomys* and *Ctenomys* from South America. *Annals and Magazine of Natural History* 7 (11): 226-229.
- Thomas, O. 1903b. Notes on Neotropical mammals of the genera *Felis*, *Hapales*, *Oryzomys*, *Akodon* and *Ctenomys* with descriptions of new species. *Annals and Magazine of Natural History* 7 (12): 234-243.

- Verzi, D.H. 2002. Patrones de evolución morfológica en Ctenomyinae (Rodentia, Octodontidae). *Mastozoología Neotropical* 9 (2): 309-328.
- Zar, J. H. 1999. *Biostatistical analysis*. 4^o edition. Price-Low Edition, Inc. 663 pp.
- Zuleta, C. y A. Cortés. 1997. Análisis estereológico y morfológico del riñón en roedores chilenos de ambientes áridos. Res. XII Jornadas Argentinas de Mastozoología, Mendoza. Pp 131.