



# **UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR**

TESIS DE DOCTOR EN BIOLOGÍA

Ecología comportamental de los dasipódidos en el pastizal  
pampeano, con particular consideración de los hábitos  
alimenticios.

Enfoque eco-morfo-fisiológico.

**Mariano Ciuccio**

BAHIA BLANCA

ARGENTINA

**2014**

## PREFACIO

Esta Tesis se presenta como parte de los requisitos para optar al grado Académico de Doctor en Biología, de la Universidad Nacional del Sur y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta Universidad u otra. La misma contiene los resultados obtenidos en investigaciones llevadas a cabo en el ámbito del Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia durante el período comprendido entre el mes de Abril de 2004 y el mes de Diciembre de 2013, bajo la dirección de la Dra. Emma B. Casanave, Profesora Asociada de Fisiología Animal de la carrera de Licenciatura en Ciencias Biológicas de la UNS e Investigadora Independiente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), integrante del INBIOSUR (Instituto de Investigaciones Biológicas y Biomédicas del Sur) y la codirección de la Dra. Silvia Estecondo, Profesora Adjunta de Histología Animal de la carrera de Licenciatura en Ciencias Biológicas de la UNS.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

Secretaría General de Posgrado y Educación Continua

La presente tesis ha sido aprobada el .... / .... / ....., mercedo la calificación de .....  
(.....).

## Agradecimientos

A continuación mencionaré a un grupo de personas sin las cuales este trabajo no hubiese podido llevarse adelante. Su colaboración desde lo laboral y lo emocional fueron fundamentales, y no quiero dejar pasar la oportunidad de expresar por escrito el crédito que les corresponde y brindarles todo mi agradecimiento.

- A mi Directora la Dra. Emma Casanave y mi codirectora Dra. Silvia Estecondo por la confianza que me brindaron, el apoyo, la ayuda y los consejos que contribuyeron no sólo en el desarrollo de esta tesis, sino también en mi formación como investigador. Les agradezco también el facilitarme los medios y recursos necesarios para llevar adelante las actividades de este trabajo.
- A la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) por brindarme las becas que posibilitaron el desarrollo de este trabajo de investigación.
- Al Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia de la Universidad Nacional del Sur, en especial al Laboratorio de Fisiología Animal, por brindarme sus instalaciones.
- A SGCyT-UNS y ANPCyT PICTR 074/02 por el apoyo económico.
- Al GEEM, un pilar en mi desarrollo profesional como biólogo de campo, por todo lo que me enseñaron, por lo compartido en el laboratorio y en las campañas de campo y, por sobre todas las cosas, por la amistad de sus integrantes.
- Al Veterinario Guillermo Lemus y todo el equipo del bioterio de la UNS que colaboraron en todo el proceso de muestreo y me brindaron su calidez humana cada mañana que iba a trabajar a dicha dependencia.
- A las chicas del laboratorio de Histología Animal, que me ayudaron en la toma de muestras y proceso de preparación de preparados histológicos.
- A la Dra. Constanza Díaz Andrade por su ayuda en la toma de fotografías histológicas y armado de las láminas.
- Al personal del CCT que colaboró con el manejo de los instrumentales de alta complejidad y toma de fotografías en el microscopio electrónico de barrido.
- A la Dra. Susana Merani y la Dra. Alicia Faletti que me abrieron las puertas de sus laboratorios en la UBA y me enseñaron técnicas fundamentales para el desarrollo de la investigación.
- A Sandra y Gonzalo, que son el motor que lleva adelante mi vida. Sin su tiempo, paciencia, compañía y su inmenso amor, no hubiese podido llegar hasta este momento.

- A mis padres y hermanos, que siempre me apoyaron y sin los cuales no hubiese tenido la posibilidad de llegar a esta instancia de mi carrera profesional.
- A mis amigos personales Diego Castillo y Diego Birochio, por estar siempre cerca, ayudándome en lo profesional con su experiencia y en lo personal con sus consejos.
- A la familia Magneres que me abrió las puertas de su casa en forma completamente desinteresada, permitiéndome realizar este trabajo y facilitándome las comodidades que hicieron que el trabajo de campo sea mucho más sencillo.
- A Alberto, Verónica y Poli, tres personas que demostraron ser grandes compañeros y con los que compartí viajes al área de estudio, mates en las horas de descanso y alguna que otra cena cuando volvía de las caminatas.

## Resumen

Los armadillos (Orden Xenarthra), son mamíferos euterios, neotropicales, americanos. Más allá de su interés zoológico y biomédico, y sus particularidades morfológicas y fisiológicas, su ecología es casi desconocida a nivel regional y nacional. Desde Abril de 2004 hasta Septiembre de 2007 se relevó un área (600 ha.) a 17 km. al Norte de la ciudad de Bahía Blanca comprobándose la presencia de *Chaetophractus vellerosus* (pichi llorón), *C. villosus* (peludo), *Zaedyus pichiy* (pichi común) y *Dasyopus hybridus* (mulita). Se realizaron 169 avistajes y 79 capturas, registrándose diferencias en la cantidad a lo largo del año y durante los distintos horarios del día, lo cual indicaría una separación de nichos entre especies en el uso de los recursos. *C. vellerosus*, considerado extinto en gran parte de la Provincia de Buenos Aires, no estaba citado para el área de estudio. Su hallazgo resulta de interés ecológico y de conservación para la especie y el ecosistema del pastizal pampeano. Se midieron 109 cuevas (*D. hybridus*= 17; *C. villosus*= 60; *Z. pichiy*= 26) sin encontrar diferencias significativas entre especies. Se encontró una asociación de las cuevas a los senderos, las de *C. villosus* hacia a los arroyos y *Z. pichiy* hacia los montes.

Se identificaron seis componentes en los microhábitats de los registros: Estepa gramínea alta (EGA), Estepa gramínea baja (EGB), Arbusto, Suelo desnudo, Árbol, Roca y Agua. Se observó mayor cobertura de los ítems EGA y EGB para las cuatro especies. El ítem suelo desnudo presentó una baja cobertura en los sitios de registros de mulitas.

Se colectaron y analizaron 68 heces (*C. vellerosus*=0, *D. hybridus*=7, *Z. pichiy*=14 y *C. villosus*=47) identificándose los siguientes ítems: Coleópteros, Himenópteros, Ortópteros, Larvas, Plumas, Material vegetal, Otros restos. Analizado su frecuencia de ocurrencia absoluta y relativa se observó que los himenópteros aportaron en mayor medida a la composición de la dieta de la mulita, mientras que en peludos y pichis fue el material vegetal seguido por los coleópteros e himenópteros.

En las lenguas de *Z. pichiy* y *D. hybridus* se diferenciaron papilas filiformes simples (cónicas) y ramificadas, fungiformes y caliciformes. No se hallaron papilas foliadas. Las papilas filiformes cónicas se localizan en la punta de la lengua, bordes laterales y tercio posterior de la misma, y las ramificadas sobre toda la lengua. Las papilas fungiformes, escasas, están entre las filiformes ramificadas. En el tercio posterior de la lengua se observan dos papilas caliciformes. Las papilas filiformes cumplen un rol mecánico, siendo las demás papilas gustativas con poros gustativos visibles. La presencia y distribución de las diferentes papilas coincide básicamente con lo observado previamente en *C. villosus* y *C. vellerosus*.

La ultraestructura de la mucosa intestinal de *C. villosus* es la típica de mamíferos. Pudo reconocerse y caracterizarse el tipo de células que cubren la mucosa. Las diferencias

observadas entre las distintas porciones del intestino responderían a características funcionales de las mismas.

Los resultados expuestos aportan datos valiosos para futuros planes de conservación de las diferentes especies de armadillos presentes en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires.

## Abstract

Armadillos (Order Xenarthra) are eutherian mammals, neotropical, exclusively American. Beyond their zoological and biomedical interest and morphological and physiological particularities, their ecology is little known. Since April of 2004 to September of 2007 an area (600 ha) placed 17 km North from Bahia Blanca city was surveyed. The presence of *Chaetophractus vellerosus* (Screaming Hairy Armadillo), *C. villosus* (Large Hairy Armadillo), *Zaedyus pichiy* (Pichi) and *Dasyopus hybridus* (Southern Long-Nosed Armadillo) was established. In whole, 169 sightings and 79 captures were recorded. Differences of sightings along the year and during day/night time would mark a strong niche separation according to the schedule of resource use. *C. vellerosus*, listing as extinct in most of Buenos Aires province, was not previously recorded in the area. This finding is of great ecological and conservation importance for the species and the grasslands ecosystem.

A total of 109 shelters were identify and measured (*D. hybridus*= 17; *C. villosus*= 60; *Z. pichiy*= 26), but they didn't show significant differences in size. It was finding a significant association between the shelters of the three species and the trails of the area. *C. villosus* shows a significant association to the stream, while *Z. pichiy* was associated with patches of trees.

In the sites of sightings six items of habitat were identified: High grassland (HG), short grassland (SG), shrubbery, bare soil, trees, rocks and water. HG and SG predominantly covered the sites used for the four species of armadillos. Only bare soil showed a low coverage in sites of *D. hybridus*.

Sixty-eight feces of armadillos (*C. vellerosus*=0, *D. hybridus*=7, *Z. pichiy*=14 y *C. villosus*=47) were collected, identifying the following items: Coleoptera, Hymenoptera, Orthoptera, Larvae, Feathers, Plant material, Other debris. Analyzing absolute and relative frequency of occurrence of the different items was founded that in *D. hybridus*, hymenoptera are the most important contributors to the diet while in *C. villosus* and *Z. pichiy* plant material appears on first place, followed by coleoptera and hymenoptera.

The dorsum of the tongue of *Dasyopus hybridus* and *Z. pichiy* show conical and branched filiform, fungiform and vallate papillae. No foliate papillae were seen. Conical filiform papillae are placed in the apex, lateral edges and to the posterior third of the tongue. Branched papillae are distributed over the entire dorsal surface of the tongue. Fungiform papillae are distributed between filiform papillae. Only two vallate papillae were observed, placed in the posterior third of the tongue. The presence of taste buds on fungiform and vallate papillae indicate that both are involved in the sense of taste, while the filiform ones have a mechanical and protective role. The presence and distribution of papillae basically coincides with the previously observed in *C. villosus* and *C. vellerosus*.

The ultrastructure of the intestinal mucosa of *C. villosus* responded to the typical mammal model. The kind, shape and number of cells at the mucosa surface were described. Differences detected between the portions of the intestine would be related to functional characteristics.

The results of this thesis provide valuable data for future conservation projects.

## Índice general

<b>Portada</b> .....	i
<b>Prefacio</b> .....	ii
<b>Agradecimientos</b> .....	iii
<b>Resumen</b> .....	v
<b>Abstract</b> .....	vii
<b>Índice</b> .....	ix
<b>Estructura de la Tesis</b> .....	xi
<b>CAPÍTULO I: Introducción general</b> .....	1
Superorden Xenarthra.....	3
Filogenia.....	4
Familia Dasypodidae (Gray, 1821).....	5
Biología de los Dasipódidos.....	10
Objetivo general.....	13
Objetivos específicos.....	13
Hipótesis general de trabajo.....	13
Referencias.....	14
<b>CAPÍTULO II: Área de estudio</b> .....	23
Descripción.....	24
Referencias.....	29
<b>CAPÍTULO III: Comportamiento</b> .....	30
Introducción.....	31
Metodología.....	33
Avistajes.....	33
Capturas.....	34
Resultados.....	36
Avistajes.....	36
Capturas.....	41
Discusión.....	45
Referencias.....	48
<b>CAPÍTULO IV: Utilización de cuevas y refugios</b> .....	51
Introducción.....	52

Metodología.....	54
Resultados.....	56
Discusión.....	65
Referencias.....	69
<b>CAPÍTULO V: Ecología trófica.....</b>	<b>72</b>
Introducción.....	73
Metodología.....	75
Recolección y almacenamiento de las muestras de materia fecal.....	75
Análisis de las muestras de materia fecal.....	76
Resultados .....	79
Discusión.....	83
Referencias.....	85
<b>CAPITULO VI: Microscopía electrónica de barrido de la lengua de armadillos.....</b>	<b>88</b>
Introducción.....	89
Metodología.....	92
Resultados .....	93
Lengua de <i>Z. pichiy</i> .....	93
Lengua de <i>D. hybridus</i> .....	94
Discusión.....	97
Referencias.....	100
<b>CAPITULO VII: Tracto digestivo.....</b>	<b>105</b>
Introducción.....	106
Metodología.....	108
Resultados.....	110
Morfometría.....	110
Microscopía óptica.....	114
Microscopía electrónica.....	116
Discusión.....	124
Anexo.....	126
Referencias.....	129
<b>CAPITULO VIII: Discusión general y conclusiones.....</b>	<b>132</b>

## **Estructura de la Tesis**

La Tesis intentará describir aspectos de la biología de las especies de armadillos, presentes en un área particular del sudoeste de la provincia de Buenos Aires, desde un enfoque eco-morfo-fisiológico. Con este fin el estudio se propone comparar aspectos básicos de la ecología de cuatro especies y se aportarán datos de escaso conocimiento de la morfología del tracto digestivo de algunas de ellas.

### **• Capítulo I: Introducción**

A partir de una revisión bibliográfica general, se describen las características generales y la situación taxonómica de las especies estudiadas, su distribución geográfica y estatus poblacional.

### **• Capítulo II: Área de estudio**

Se realiza una descripción de la ubicación y las características fitogeográficas del área de estudio.

### **• Capítulo III: Comportamiento**

Se propone una descripción comparativa de los períodos de actividad de los armadillos presentes en el área de estudio en relación a distintos parámetros ambientales. Se explican las metodologías de avistaje y captura, y se describen los parámetros básicos relativos a la biometría (peso, longitud corporal, etc.) de las especies. A su vez, se incorporan datos del uso que realizan de los distintos recursos ambientales.

### **• Capítulo IV: Utilización de cuevas y refugios**

Se analizan las características físicas de las cuevas, su uso y su distribución dentro del área de estudio. Se describe, además, la asociación de cada madriguera con las características de hábitat para cada una de las especies.

### **• Capítulo V: Ecología trófica**

A partir del análisis de las heces, se caracteriza la importancia de las diferentes categorías de presas consumidas por las distintas especies de armadillos a lo largo del año en el área de estudio.

### **• Capítulo VI: Microscopía electrónica de barrido de la lengua de armadillos**

A partir de la técnica de microscopía electrónica de barrido se describe la estructura lingual de *Z. pichiy* y *D. hybridus*. Con los resultados se compara el tipo, características y patrón de

distribución de las papilas linguales de estas dos especies entre sí y con otras especies de armadillos de la zona ya estudiadas.

• **Capítulo VII: Tracto digestivo**

Se realiza una descripción macro y microscópica del tracto digestivo de *C. villosus*. Comparativamente se realizaron estudios histológicos con microscopía óptica y análisis ultraestructurales con la técnica de microscopía electrónica de barrido.

• **Capítulo VIII: Discusión general y conclusiones**

Se integran y discuten las principales conclusiones obtenidas en cada uno de los capítulos anteriores.

# Capítulo I

---

Introducción general

## Introducción

Los dasipódidos constituyen una familia de mamíferos placentarios pertenecientes al Superorden Xenarthra, conocidos comúnmente como armadillos, con características morfofisiológicas peculiares, que hoy en día siguen siendo de particular interés para la ciencia.

Los primeros estudios ecológicos sobre armadillos se basaron fundamentalmente en trabajos realizados sobre la única especie presente en Estados Unidos, *Dasypus novemcinctus* (Carter, 1983). Si bien esta especie comparte características morfofisiológicas, con el resto de los armadillos distribuidos en todo el continente americano, existen diferencias ecológicas con cada especie, que pueden estar relacionadas tanto con el clima como con las características del ambiente en que se mueven, entre otras causas.

Para realizar estudios sobre estas especies deben tenerse en cuenta ciertas consideraciones que van a condicionar la obtención de resultados. El comportamiento de las distintas especies frente al ser humano incide sobre las técnicas a emplear; el tamaño de los individuos, las características de la vegetación en los ambientes donde se lleva adelante la investigación, la época de estudio, y los horarios de relevamiento, afectan directamente la investigación y condicionan al investigador a planear el estudio para evitar el derroche de esfuerzo y materiales (Zielinski y Kucera, 1995). Los trabajos que se realizan con el objetivo de relevar las especies presentes en un área, determinar los horarios de actividad y los *home ranges* de los individuos, requieren recorridas frecuentes y capturas para el marcado de los mismos, para poder identificarlos nuevamente en posteriores avistajes (McDonough y Loughry, 1997a; Loughry y McDonough, 1998b). Existen otras metodologías de relevamiento menos invasivas, pero que demandan mucho cuidado a la hora de interpretar los resultados, porque pueden inducir a consideraciones erróneas (Loughry y McDonough, 1996).

Si bien pocas especies de armadillos se encuentran clasificadas en peligro de extinción (Superina y col., 2013), la persecución y caza sin control está afectando seriamente a las poblaciones. Así también, la pérdida del hábitat condiciona la distribución y lleva a conflictos directos con el ser humano, principalmente en los campos cultivados y en las rutas con gran circulación de vehículos (Loughry y McDonough, 1996). Las causas naturales de mortalidad, como lo es la caza por predadores, son factores que podrían afectar en mayor medida a determinadas clases de edad, como se ha descrito para *D. novemcinctus*: principalmente los juveniles son presa habitual, debido a sus características anatómicas (por ejemplo, presentan un caparazón más blando que los adultos) y a su comportamiento (diferentes horarios de actividad) (McDonough y Loughry, 1997b).

Los escasos conocimientos sobre la ecología de la mayoría de las especies de armadillos comparados con los que se tiene de la única especie presente en Estados Unidos, *D.*

*novemcinctus*, marcan nuevamente la necesidad de continuar con los estudios sobre las especies nativas de América del Sur, no sólo para obtener información básica sobre la biología de algunas especies, sino también para ayudar a establecer prioridades de conservación y manejo en áreas que están siendo alteradas sin medir sus consecuencias (McDonough y Loughry, 2008).

### Superorden Xenarthra

Los xenartros constituyen un grupo de mamíferos euterios endémico del continente americano, formado por un buen número de especies, cuyas extremidades son robustas y provistas de uñas muy desarrolladas, adaptadas a los hábitos cavícolas o arborícolas. Este Superorden está constituido por un conjunto de 31 especies vivientes, agrupadas en 14 géneros, los cuales incluyen a los armadillos o dasipódidos -los únicos mamíferos con armadura-, los osos hormiguero o vermilinguas, y los lentos perezosos o folívoros -quienes pasan la mayor parte de su vida suspendidos cabeza abajo, alimentándose de hojas- (Gardner, 2007). A su vez, también incluye más de 150 géneros fósiles. Esta mezcla diversa de mamíferos actuales y extintos ha sido unida en base a su distribución biogeográfica restringida y a una serie de características morfológicas inusuales. El Superorden es originario de Sudamérica y todas, excepto una de las especies vivientes, están confinadas a los neotrópicos (Emmos y col., 1999). Actualmente se distribuyen desde el sur de los Estados Unidos hasta Tierra del Fuego (Poljak y col., 2007). Se considera que se originaron en Sud América posiblemente durante el Paleoceno, y que experimentaron una extraordinaria radiación adaptativa mientras el continente permanecía aislado de los demás continentes. Los diferentes géneros que lo integran resultan relictos de esa temprana diversificación y representan uno de los cuatro clados más numerosos de mamíferos placentarios (Delsuc y col., 2002).

El nombre del grupo se debe a la posesión de una serie de articulaciones intervertebrales accesorias llamadas “xenarthrales”, exclusivas del grupo, aunque también se caracterizan por presentar dentición homodonta reducida (dientes sin diferenciación, con disposición en serie, de contornos muy sencillos, sin distinción de corona, de poca altura sobre el nivel del alvéolo, que tienen raíz abierta y están desprovistos de esmalte,), fusión del isquion con el sacro posterior y/o la vértebra caudal anterior y por presentar aspectos particulares del sistema circulatorio y del tracto digestivo (Emmos y col., 1999).

## Filogenia

El carácter monofilético del Superorden (Cope, 1889) encuentra soporte en numerosas sinapomorfías morfológicas (Engelmann, 1985; Patterson y col., 1989; Patterson y col., 1992; Rose y Emry, 1993; Gaudin 1999) y moleculares (de Jong y col., 1985; van Dijk y col., 1999; Delsuc y col., 2001). Particularmente Delsuc y Douzery (2009), afirman fuertemente el carácter monofilético de los taxos vivos y extintos agrupados tradicionalmente en Xenarthra. Junto con los tres caracteres óseos previamente mencionados (articulaciones xenarthrales, dentición reducida y fusión isquio-sacral), se reconocen siete sinapomorfías más: la presencia de osificación dermal, una espina escapular secundaria, la posición del canal infraorbital lateral al cuerpo del maxilar, la presencia de un músculo lateral torácico recto y un músculo pterygo-timpánico, extenso desarrollo de *retia mirabile* en los labios y la presencia de venas cavas post renales pares (Gaudin, 2003).

Más allá de las características morfológicas particulares del grupo, éste conserva un número importante de características primitivas entre las cuales se destacan la presencia de rebordes externos osificados, un septo maxilar, testículos intra abdominales y una temperatura corporal relativamente baja. Todo esto apoya la teoría de que los Xenarthra representan un grupo hermano al resto de los mamíferos placentarios (Gaudin y McDonald, 2008). El hallazgo de fósiles muy antiguos llevó al resurgimiento de la teoría de Thomas, que en 1887 proponía que los xenarthros podían representar una tercera radiación de los mamíferos, los Paraterios, independiente de los Euterios y Metaterios, aunque esta idea fue abandonada. Por otro lado, no se han encontrado evidencias convincentes que relacionen a los Xenarthra con los Palaeanodonta extintos, un grupo de mamíferos con dentición reducida tradicionalmente relacionado con los Xenarthros (Loughry y McDonough, 2013).

Los análisis morfológicos (Engelmann 1985; Patterson y col., 1992) y moleculares (Delsuc y col., 2001; Madsen y col., 2001; Murphy y col., 2001) de la filogenia de los Xenarthros, apoyan la existencia de dos órdenes dentro del Superorden: *Pilosa* y *Cingulata*. El primero incluye los osos hormigueros y los perezosos extintos y vivos. El segundo consiste en un clado de xenarthros con armadura, que abarca a los armadillos, los gliptodontes y sus descendientes. Son diez caracteres los que sostienen a los *Pilosa* como un grupo monofilético, y nueve sinapomorfías para el grupo *Cingulata* (Gaudin, 2003).

Dentro del Orden *Cingulata* se reconocen dos familias: la primera, *Dasypodidae*, fue diagnosticada por un solo carácter (dentadura con una sección cruzada oval) y contiene la mayor parte de los armadillos extintos y vivos. Esta familia fue dividida, a su vez, en tres subfamilias: *Dasypodinae*, *Euphractinae* y *Tolypeutinae*. El segundo clado o familia es *Glyptodontidae*, que incluye a los gliptodontes extintos, los armadillos eutatinos y los pampatherinos (Engelmann, 1985).

Dentro del Orden Pilosa, se reconoció el carácter monofilético de dos subórdenes: *Vermilingua* y *Phyllophaga* (Folivora), para los osos hormigueros y los perezosos, respectivamente. Los *Vermilingua* se dividen en dos familias o clados: *Cyclopedidae* (Gn *Cyclopes*) y *Myrmecophagidae* (Gns *Myrmecophaga* y *Tamandua*), mientras que, dentro de los *Phyllophaga*, se reconocen dos familias: *Bradypodidae* (Gn *Bradypus*) y *Megalonychidae* (Gn *Choloepus*) (Delsuc y Douzery, 2009).

Los estudios moleculares sobre la relación entre los grupos tradicionalmente reconocidos de los xenarthros, Orden *Cingulata* y Orden *Pilosa* con los subórdenes, *Vermilingua* y *Folivora*, revelan que su historia evolutiva y diversificación estarían influenciadas por los cambios ambientales ocurridos en Sud América en los últimos 65 millones de años (Delsuc y Douzery 2009).

#### Familia Dasypodidae (Gray, 1821)

Los miembros de esta familia poseen un rostro largo y afinado (Wetzel y col., 2007). Son llamados “armadillos” debido a que poseen la superficie dorsal del cuerpo revestida por placas óseas que cubren como un escudo la cabeza, la espalda y los lados, y algunas veces las piernas y la cola. Cerca del centro del cuerpo la armadura está dispuesta en filas o bandas móviles (entre 3 y 30) de placas separadas por piel blanda, que permiten a los animales doblar su cuerpo (Wetzel y col., 2007). La espalda es suavemente redondeada, con patas cortas y fuertes y garras robustas en los dedos. Las especies pueden variar en la cantidad de pelos que presentan en su vientre y caparazón (Emmos y col., 1999). Dorsalmente, en el caparazón pélvico, se hallan aberturas (2, 3 ó 4) por medio de las cuales sale la secreción de las glándulas pélvicas, exclusivas de algunas especies, que actuaría como feromona o en el marcado territorial (Estecondo y col., 1996, 1997, 1998).

En general, las especies poseen pelo hirsuto y bastante ralo aunque siempre largo, tanto en el cuerpo como en el caparazón, excepto algunas especies del género *Dasypus* y en los piches de la Patagonia (*Zaedyus*). Los escudos escapular y pelviano están bien desarrollados aún en los tatúes de rabo molle (*Cabassous*) que son las especies donde se encuentran más reducidos, por razón de las numerosas bandas móviles interpuestas entre ambos escudos (Cabrera y Yepes, 1960).

- Género *Tolypeutes*:

Poseen escudos escapular y pelviano muy globosos, formados por placas poligonales y de pequeño tamaño. Presentan dos o tres bandas móviles, que les permite arrollarse en forma de bola casi perfecta e invulnerable (Cabrera y Yepes, 1960).

- Género *Cabassous*:

Poseen mayor número de bandas dorsales y por lo tanto presentan un caparazón más articulado y flexible. No presentan placas en la cola, la cual es de consistencia blanda y corta. El tamaño alcanzado por las distintas especies es variable, pero el cuerpo nunca sobrepasa los 50 cm en los ejemplares de mayores proporciones (Cabrera y Yepes, 1960).

- Géneros *Chaetophractus*, *Zaedyus* y *Euphractus*:

De aspecto y tamaño muy variable, poseen un caparazón con numerosas bandas que no se presentan en número menor de 6 y pueden llegar hasta 8. Esto les permite una gran flexión, aunque no pueden arrollarse completamente como *Tolypeutes*, pues son de cuerpo más voluminoso y los escudos pelviano y escapular no son tan convexos (Cabrera y Yepes, 1960).

- Género *Dasyus*

Poseen un rostro alargado y una fórmula dental 7-9/7-9. El caparazón presenta un escudo escapular y uno pélvico separados por 6 ó 7 bandas móviles. Muestran orejas largas y una cola que normalmente excede el 55% de la longitud de la cabeza y el cuerpo; las patas delanteras presentan cuatro poderosas garras, siendo las de los dedos 2 y 3 las más largas.

- Género *Chlamyphorus*

Son armadillos de pequeño tamaño, con una longitud desde la cabeza a la cola de aproximadamente 15 cm. Poseen garras largas, oídos reducidos y ojos diminutos. Las placas dorsales se encuentran casi libres del cuerpo, adhiriéndose en la cabeza y perdiéndose hacia la pelvis. Presentan una cola corta (Redford y Eisenberg, 1992).

- Género *Calyptophractus*

Tiene un tamaño aproximado de unos 17 cm. Es de color pardo amarillento, aunque tiene pelo blanco en las partes laterales y en el vientre. Como todos los armadillos, tiene un caparazón óseo en la región dorsal (Redford y Eisenberg, 1992).

- Género *Priodontes*

Es el armadillo de mayor tamaño, con un caparazón oscuro de bordes laterales dentados y una cola protegida por placas. Presenta un hocico redondeado, romo, un caparazón con numerosas bandas estrechas y grandes garras delanteras (Redford y Eisenberg, 1992).

La distribución geográfica de los armadillos se limita al continente americano, abarcando desde el sur de Estados Unidos hasta Tierra del Fuego, en el sur de Argentina (Redford y Eisenberg, 1992; Poljak y col., 2007) y para algunas especies estaría limitada por su baja tasa metabólica y alta conductividad térmica (McNab, 1980); en la Tabla I-1 se resume el rango de distribución y la categorización nacional e internacional del estado de conservación de las distintas especies de armadillos.

Especie	Estado de conservación	Distribución	Autor
<i>Cabassous centralis</i> Miller, 1899	CITES – Apéndice III (Costa Rica), IUCN – Datos insuficientes	Sur de México, sur a norte de Colombia, Venezuela y Ecuador, al este de los Andes.	Eisemberg (1989), Wetzel (1985), Gardner (2005).
<i>Cabassous chacoensis</i> Wetzel, 1980	IUCN 2011– Casi amenazado, Categoría Nacional 2012– Casi amenazado	Sudeste de Bolivia y Paraguay hasta el norte de Argentina.	McNab (1980), Wetzel (1985), Gardner (2005). Ojeda y col. (2012).
<i>Cabassous unicinctus</i> Linnaeus, 1758.	IUCN – Bajo riesgo	Este de los Andes hasta Colombia, Venezuela, Guyanas, sur a norte de Argentina.	Eisemberg (1989), McNab (1980), Wetzel (1985), Gardner (2005).
<i>Cabassous tatouay</i> Desmarest, 1804	CITES – Apéndice III (Uruguay), IUCN 2011 – Preocupación menor, Categoría Nacional 2012 – Vulnerable (B1abiii)	Sur de Brasil, este de Paraguay, sur a norte de Uruguay.	Wetzel (1985), Gardner (2005). Ojeda y col. (2012).
<i>Chaetophractus nationi</i> Thomas, 1894	CITES – Apéndice II, IUCN 2011 – Vulnerable (A2acd), Categoría Nacional 2012 – Datos insuficientes.	Andes de Bolivia y Chile.	McNab (1980), Wetzel (1985), Gardner (2005). Ojeda y col. (2012).
<i>Chaetophractus vellerosus</i> Gray, 1865	IUCN 2011 – Preocupación menor, Categoría Nacional 2012 – Preocupación menor.	Centro de Bolivia hasta centro de Argentina.	McNab (1980), Wetzel (1985), Gardner (2005). Ojeda y col. (2012).
<i>Chaetophractus villosus</i> Desmarest, 1804	IUCN 2011 – Preocupación menor, Categoría Nacional 2012 – Preocupación menor.	Sur de Bolivia y Paraguay hasta sur de Argentina.	Wetzel (1985), Gardner (2005). Poljak y col. (2007). Ojeda y col. (2012).
<i>Calyptophractus retusus</i>	IUCN 2011 – Datos	Sur de Bolivia hasta	McNab (1980), Wetzel

Burmeister, 1963	insuficientes, Categoría Nacional 2012 – Datos insuficientes.	norte de Argentina.	(1985). Ojeda y col. (2012).
<i>Chlamyphorus truncatus</i> Harlan, 1825	U.S. ESA – En peligro, IUCN 2011 – Datos insuficientes, Categoría Nacional 2012 – Datos insuficientes.	Centro de Argentina.	Wetzel (1985), Gardner (2005). Ojeda y col. (2012).
<i>Dasypus hybridus</i> Desmarest, 1804	IUCN 2011– Casi amenazado, Categoría Nacional 2012– Casi amenazado	Norte y centro de Argentina hasta Uruguay y Paraguay.	Wetzel (1985), Gardner (2005). Ojeda y col. (2012).
<i>Dasypus kappleri</i> Krauss, 1862	IUCN – Bajo riesgo	Noroeste de Brasil y base del Orinoco en Venezuela hasta Guyanas, y al oeste hasta Perú.	Eisemberg (1989), Wetzel (1985), Gardner (2005).
<i>Dasypus novemcinctus</i> Linnaeus, 1758	IUCN 2011 – Preocupación menor, Categoría Nacional 2012 – Preocupación menor.	Sudeste de Estados Unidos hasta el oeste de Texas, hacia el sur a través de América Central y Sudamérica hasta centro de Argentina, y sudeste de Brasil.	McNab (1980), Wetzel (1985), Gardner (2005). Ojeda y col. (2012).
<i>Dasypus yepesi</i> Vizcaíno, 1995	IUCN 2011 – Datos insuficientes, Categoría Nacional 2012 – Datos insuficientes.	Salta y Jujuy en Argentina. Su rango puede extenderse a Bolivia y Paraguay	Lista roja de especies amenazadas de la IUCN. Ojeda y col. (2012).
<i>Dasypus pilosus</i> Fitzinger, 1856	IUCN – Vulnerable	Andes peruanos.	McNab (1980), Wetzel (1985), Gardner (2005).
<i>Dasypus sabanicola</i> Mondolfi, 1968	IUCN – Datos insuficientes	Llanuras del centro de Colombia y Venezuela.	Eisemberg (1989), Wetzel (1985), Gardner (2005).
<i>Dasypus septemcinctus</i>	IUCN 2011 –	Base del Amazonas	McNab (1980),

Linnaeus, 1758.	Preocupación menor, Categoría Nacional 2012 – Datos insuficientes.	hasta el sur de Brasil y norte de Argentina.	Gardner (2005). Ojeda y col. (2012).
<i>Euphractus sexcinctus</i> Linnaeus, 1758	IUCN 2011 – Preocupación menor, Categoría Nacional 2012 – Preocupación menor.	Sur de Brasil hasta norte de Argentina y Uruguay.	Eisemberg (1989), Wetzel (1985), Gardner (2005). Ojeda y col. (2012).
<i>Priodontes maximus</i> Kerr, 1792	CITES – Apéndice I, U.S. ESA – En peligro, IUCN 2011 – Vulnerable A2cd, Categoría Nacional 2012 – En peligro A2cd+3cd.	Bosques tropicales del este de los andes, desde Venezuela hasta norte de Argentina.	Eisemberg (1989), McNab (1980), Wetzel (1985), Gardner (2005). Ojeda y col. (2012).
<i>Tolypeutes matacus</i> Desmarest, 1804	IUCN 2011 – Casi amenazado, Categoría Nacional 2012 – Casi amenazado.	Bolivia y sur de Brasil hasta centro de Argentina.	McNab (1980), Wetzel (1985), Gardner (2005). Ojeda y col. (2012).
<i>Tolypeutes tricinctus</i> Linnaeus, 1758	IUCN – Vulnerable, Extremadamente raro	Noreste de Brasil.	Wetzel (1985), Gardner (2005).
<i>Zaedyus pichiy</i> Desmarest, 1804	IUCN 2011 – Casi amenazado, Categoría Nacional 2012 – Casi amenazado.	Desde el centro al sur de Argentina y Chile.	McNab (1980), Wetzel (1985), Gardner (2005). Ojeda y col. (2012).

**Tabla I-1:** Rango de distribución y categorización del estado de conservación de las distintas especies de armadillos.

Los seres humanos alteran inevitablemente el ambiente, y así sea en forma intencional o no, esto provoca importantes consecuencias en la fauna silvestre asociada al área y, en particular, en las poblaciones de armadillos (McDonough y Loughry, 2005).

En cuanto a la situación de conservación, existen diferencias a lo largo de su rango de distribución y esto es debido a los distintos factores que afectan el comportamiento natural de las especies. Para algunas poblaciones la clasificación es indeterminada, otras son vulnerables o raras y otras han sido consideradas no amenazadas (**Tabla I-1**). De todas

formas, todas se encuentran potencialmente sometidas al riesgo de extinción debido a las intensas modificaciones del medio ambiente afectando sus recursos principales, como es el caso de *C. vellerosus* en la provincia de Buenos Aires (Abba y col., 2011). Otro factor a tener en cuenta es la predación; en este aspecto, numerosos estudios han sugerido que la reducciones en la cobertura o complejidad de la comunidad vegetal de un ambiente debido al pastoreo, puede incrementar la exposición de pequeños y medianos mamíferos (como son los armadillos) a los predadores (Tabeni y col., 2003; Torre y col., 2007). Por último debe mencionarse también la caza no regulada (Loughry y McDonough, 1997). Los armadillos son frecuentemente consumidos en las poblaciones rurales, cuyos habitantes los cazan para su sustento.

A esto debe agregarse que muchas especies son consideradas plaga para la actividad agrícola en zonas específicas de su distribución, por lo que son perseguidos por los productores rurales. En el sureste de Estados Unidos *D. novemcinctus* es considerada una de las plagas mas molestas, ocupando una gran proporción de las denuncias contra la fauna silvestre (Ober y col., 2011).

### Biología de los Dasipódidos

Son mamíferos relativamente asociales, crepusculares y cavadores, macrosmáticos y con un sentido de la vista y comunicación vocal poco desarrollados, por lo que el olfato aparece como su sentido primario de comunicación.

*Dasypus novemcinctus* es la especie que ha sido blanco de la mayor parte de los estudios realizados hasta el momento. Se efectuaron relevamientos poblacionales en áreas específicas, se trató de establecer el área utilizada por la especie, la biología reproductiva, el ciclo hormonal y las interacciones intraespecíficas. Debido a su aparición relativamente reciente en Estados Unidos, los datos obtenidos en los estudios de esas poblaciones pueden no ser representativos de poblaciones que habitan porciones ancestrales de su rango y bajo condiciones que dieron forma a su historia evolutiva (Loughry y McDonough, 1998a). Esta resulta la razón principal por la que existe la necesidad actual de realizar estudios sobre otras especies dentro de diferentes áreas de su rango de distribución, que permitan elaborar conclusiones más generales sobre las especies del orden (McDonough y Loughry; 2005).

Se han realizado estudios sobre *Dasypus hybridus*, *Chaetophractus vellerosus* y *C. villosus* en el centro de nuestro país, particularmente en la zona norte de la provincia de Buenos Aires, donde se analizaron diversos aspectos de la historia natural y la ecología de estas

especies, su relación con la actividad agrícola ganadera y el impacto del hombre en su comportamiento (Abba y col., 2005, 2007, 2011). Asimismo, especies como *C. villosus*, *C. vellerosus*, *Dasyurus hybridus*, *Zaedyus pichiy*, han sido estudiadas desde un punto de vista morfofisiológico debido a su interés zoológico, zoonótico y biomédico (McNab, 1979, 1980; Barreto y col., 1985; Affanni y col., 1987; Casanave, 1989; Squarcia y col., 1993, 1994; 2006, 2007, 2009; Bermúdez y col. 2004; Casanave y col. 2005, 2006; Galíndez y col. 2006; Tentoni y col. 2007, 2008; Codón y Casanave 2009; Sidorkewicj y Casanave 2012, 2013; Kin y col., 2014, entre otros). Además, sus particulares características fisiológicas con respecto a la regulación de la temperatura, representan un caso de especial interés para la ciencia (Casanave y Affanni, 1994, 1995). *Z. pichiy* es capaz de entrar en hibernación durante los meses de invierno y presenta episodios de torpor diario fuera de la temporada de hibernación (Superina y Boily, 2007). Sumado a esto, después del hombre, los armadillos son los únicos hospedadores naturales de la lepra; estudios recientes sugieren que la lepra tiene un impacto mínimo en individuos de *D. novemcinctus*, resultado que es sorprendente e inesperado dado el alto costo fisiológico de esta infección documentada en laboratorios (Morgan y Loughry, 2009). Por otra parte, su infección en estado silvestre puede ser explotada como modelo y la exposición del hombre a los armadillos ha sido tomado como un importante factor de riesgo (Truman y col., 1991). Los animales de Colombia, Venezuela y Paraguay fueron reportados como libres de infección, pero se sabe que está presente en armadillos de Argentina (Martínez y col., 1984).

En cuanto al uso del hábitat, se conoce que al norte de la provincia de Buenos Aires *C. vellerosus* presenta un comportamiento especialista usando primariamente los montes nativos y áreas con suelo calcáreo. *D. hybridus* se encontró asociado a los pastizales naturales y *C. villosus* resultó la especie más abundante, asociada a distintos tipos de hábitat dependiendo de la intensidad de caza registrada en cada establecimiento agropecuario (Abba y col., 2007). *C. villosus* prefiere los suelos calcáreos arenosos, presenta individuos asociales, con comportamiento diferente entre las estaciones y seleccionan los montes de tala para refugiarse (Abba y col., 2011).

En un estudio realizado en Brasil, *E. sexcinctus* no mostró preferencia hacia ningún tipo de hábitat mientras que *C. unicinctus* utilizó lugares con una estructura de vegetación más compleja; *C. unicinctus* fue diurna, mientras que *E. sexcinctus* fue preferentemente nocturna, y ninguna de las dos especies cambió su actividad con la estación del año (Bonato y col., 2008).

El área de acción de las distintas especies no ha sido establecida. El marcado de los individuos para su seguimiento e identificación es un tema aún en estudio, debido a que los

resultados exitosos no son generalizados. Tanto las marcas de pintura para su reconocimiento a distancia como los sensores remotos implantados, poseen una duración demasiado corta para emprender estudios a largo plazo que reflejen fehacientemente el comportamiento de los individuos (Loughry y McDonough, 1997, 1998a). En estudios recientes con radio transmisores implantados, la mayor parte de los individuos se perdieron por diferentes razones, tales como la dispersión de los animales, falla en los transmisores y destrucción de los mismos por cazadores, predadores o animales atropellados (Hernández y col., 2010). Sólo se conocen algunos estudios realizados con *D. novemcinctus* en los que se establecieron las diferencias en el tamaño de los *home ranges* (áreas de acción) entre adultos y jóvenes. Dichas diferencias están correlacionadas positivamente con los requerimientos de las distintas clases de edad, siendo menores para los jóvenes; ello podría deberse a las diferencias de tamaño entre los grupos, suponiendo que los juveniles, al ser más pequeños, poseen menores requerimientos y, por lo tanto, utilizan un área menor (McDonough, 2000).

Son escasos los conocimientos sobre el comportamiento reproductivo de los armadillos. Los principales estudios se realizaron sobre *D. novemcinctus*, donde pudieron observarse las grandes dificultades que implica el estudio comportamental de estas especies debido a su tamaño, comportamiento y ambiente en el que se mueven (Loughry y col., 1998; Superina y col., 2013). Una aproximación al tema ha surgido recientemente de estudios de laboratorio sobre el contenido de hormonas esteroideas en la materia fecal para establecer el estado reproductivo de las especies de mamíferos. Dicha técnica resulta no invasiva, ha presentado exitosos resultados en numerosas especies (Schwarzenberger y col., 1996, 2000; Ishikawa y col., 2002; Rabiee y col., 2002), y ha sido puesta a punto para el género *Zaedyus* (Superina y Jahn, 2009) y *Chaetophractus* (Luaces y col., 2011). Todos estos datos, obtenidos con técnicas de laboratorio, deben complementarse con información obtenida de animales en estado silvestre, para establecer una correlación entre los niveles hormonales y el comportamiento reproductivo, debido a que la supervivencia de las especies, en general, se encuentra ligada a sus estrategias reproductivas.

Considerando que se requieren datos básicos de la biología, ecología y amenazas sobre las especies de xenarthros para cualquier conclusión sobre el estatus de conservación de las especies y el desarrollo de programas de conservación reales y efectivos, en esta tesis nos propusimos estudiar las poblaciones de xenarthros presentes en un área particular del sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

**Objetivo general.**

Conocer aspectos morfológicos, fisiológicos y ecológicos de los dasipódidos del pastizal pampeano, con consideración particular de los hábitos alimenticios.

**Objetivos específicos**

- Analizar el comportamiento espacial y temporal de los armadillos presentes en el área de estudio, comparando su preferencia hacia distintos recursos del ambiente.
- Estudiar comparativamente las características de sus cuevas y caracterizar el macro y microambiente en el que se encuentran.
- Determinar y analizar comparativamente la dieta de los armadillos y sus variaciones estacionales en el área de estudio.
- Estudiar comparativamente la histología y ultraestructura del epitelio lingual de las distintas especies presentes en el área de estudio y relacionarlas con la dieta.
- Estudiar comparativamente la histología y ultraestructura del epitelio absortivo intestinal de *C. villosus* y su relación con los hábitos alimenticios.
- Comparar la morfología y ultraestructura del epitelio absortivo intestinal de individuos silvestres y adaptados a bioterio (con dieta controlada).

**Hipótesis general de trabajo**

Las especies de armadillos presentes en el pastizal pampeano presentan diferencias ecológicas y morfofisiológicas que posibilitan su coexistencia en simpatria.

## Referencias

- Abba A.M., Udrizar Sauthier D.E., Vizcaíno S.F. 2005. "Distribution and use of burrows and tunnels of *Chaetophractus villosus* (Mammalia, Xenarthra) in the eastern Argentinean pampas". *Acta Theriologica* 50 (1): 115–124.
- Abba A.M., Cassini M.H., Vizcaíno S.F. 2007. "Effects of land use on the distribution of three species of armadillos (Mammalia, Dasypodidae) in the pampas, Argentina". *Journal of Mammalogy* 88: 502-507.
- Abba A.M., Cassini G.H., Cassini M.H., Vizcaíno S.F. 2011. "Historia natural del piche llorón *Chaetophractus vellerosus* (Mammalia: Xenarthra: Dasypodidae)". *Revista Chilena de Historia Natural* 84: 51-64.
- Affanni, Casanave E., García Samartino L., Dezi R. 1987. "Absence of Apnea in Armadillos Covered with Soil". *Respirat. Physiol.*, 67(2): 239-242.
- Barreto M., Barreto P., D'alessandto A. 1985. "Colombian Armadillos: Stomach Contents and infection with *Trypanosoma cruzi*". *J. Mamm.* 66(1):188-193.
- Bermúdez P., Polini N.N., Casanave E.B. 2004. "A study of platelets in the armadillo *Chaetophractus villosus* (Xenarthra, Dasypodidae)". *Platelets*, 15 (5): 279-285
- Bonato E.G.M., Machado G., Da-Silva C.Q., Dos Reis S.F. 2008. "Ecology of the armadillos *Cabassous unicinctus* and *Euphractus sexcinctus* (Cingulata: Dasypodidae) in a brazilian cerrado". *Journal of Mammalogy*, 89(1):168–174.
- Cabrera A., Yepes J. 1960. "Mamíferos sudamericanos". Vol II. Pp. 51-70.
- Carter T.S., Encarnação C.D. 1983. "Characteristic and use of burrows by four species of armadillos in Brazil". *Journal of Mammalogy*, 64(1): 103-108.
- Casanave E., Affanni J. 1994. "Body Temperature of Armadillo *C. villosus* (Mammalia, Dasypodidae)". *Arch. Internat. Physiology, Biochimie et. Biophysique.* 102: 243-246.
- Casanave E., Affanni J. 1995. "Decrease of Body Temperature of Armadillo Experimentally Covered with Soil". *Archives of Physiology and Biochemistry*, 103 (1): 29-32.

- 
- Casanave E.B. 1989. “Estudio sobre las reacciones fisiológicas de *Chaetophractus villosus* sometido a enterramiento experimental”. Tesis Doctoral, UBA (FCEyN) 2 vol.
  - Casanave E.B., Bermúdez P.M., Polini N.N. 2005. “Haemostatic mechanisms of the armadillo *Chaetophractus villosus* (Xenarthra, Dasypodidae)”. *Comparative Clinical Pathology*, 13(4): 171-175.
  - Casanave E.B., Bermúdez P.M., Polini N.N. 2006. “Principal coagulation factors and natural anticoagulants in the armadillo *Chaetophractus villosus* (Mammalia, Xenarthra, Dasypodidae)”. *Comparative Clinical Pathology* 14(4):210-216.
  - Codón S.M., Casanave E.B. 2009. “Morphology and histological annual changes of the oviduct of *Chaetophractus villosus* (Mammalia, Xenarthra, Dasypodidae)”. *International Journal of Morphology* 27(2):355-360
  - De Jong W.W., Zweers A., Joysey K.A., Gleaves J.T., Boulter D. 1985. “Protein sequence analysis applied to Xenarthran and Pholidote phylogeny”. Pp. 65–76 in Montgomery G.G., ed. *The evolution and ecology of armadillos, sloths and vermilinguas*. Smithsonian Institution, Washington, DC.
  - Delsuc F., Douzery E.J.P. 2009. “Armadillos, anteaters and sloths (Xenarthra)”. En *The Timetree of Life* Editado por S. Blair Hedges, Sudhir Kumar. Oxford Univ. Press.
  - Delsuc F., Catzefflis F.M., Stanhope M.J., Douzery E.J. 2001. “The evolution of armadillos, anteaters and sloths depicted by nuclear and mitochondrial phylogenies: implications for the status of the enigmatic fossil Eurotamandua”. *Proc. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* 268:1605–1615.
  - Delsuc F., Scally M., Madsen O., Stanhope M.I.J., de Jong W.W., Catzefflis F.M., Springer M.S., Douzery E.J.P. 2002. “Molecular Phylogeny of Living Xenarthrans and the Impact of Character and Taxon Sampling on the Placental Tree Rooting”. *Mol. Biol. Evol.* 19(10):1656–1671.
  - Eisenberg J.F. 1989. “Mammals of the neotropics, Volume 1: The northern neotropics. The Northern Neotropics: Panamá, Colombia, Venezuela, Guyana, Suriname, French Guyana”. University of Chicago Press, Chicago.

- 
- Emmos L.H., Feer F., Halloy M.L.H. 1999. "Osos Hormigueros, perezosos y armadillos (Xenarthra)" en Mamíferos de los Bosques Húmedos de América Tropical: una guía de campo. Pp. 37-56. Edit. F.A.N., Sta. Cruz de la Sierra, Bolivia.
  - Engelmann G.F. 1985. "The phylogeny of the Xenarthra". Pp. 51–63 in G. G. Montgomery, ed. The evolution and ecology of armadillos, sloths and vermilinguas. Smithsonian Institution, Washington, DC.
  - Estecondo S., Casanave E.B. 1998. "Morfología de las glándulas pelvianas de *E. sexcinctus* (Linné, 1758) (Mammalia, Dasypodidae)". *Physis*, Secc. C, 55 (128-129):33-37.
  - Estecondo S., Codón S., Casanave E.B. 1996. "Histological Study of the Digestive tract of *Dasypus hybridus* (Desmarest, 1804) y *Zaedyus pichiy* (Desmarest, 1804)". *Iheringia*, Ser. Zool; 81: 7-12.
  - Estecondo S., Casanave E.B., Codón S. 1997. "Histología de las Glándulas Pelvianas de *C. vellerosus* (Mammalia Dasypodidae)". *Iheringia*, Ser. Zool., 87:85-90.
  - Galíndez E.J.; Estecondo S., Casanave E.B. 2006. "The spleen of a specially adapted mammal, the little hairy armadillo *Chaetophractus vellerosus* (Xenarthra, Dasypodidae). A light and electron microscopic study". *Internat. Journal of Morphology*, 24(3):339-348.
  - Gardner A.L. 2005. Order Cingulata En *Mammals species of the world: a taxonomic and geographic reference*. Ed. Wilson D.E. & Reeder D.A. Vol. 1, 3<sup>rd</sup> ed. The Johns Hopkins University Press. pp. 94-99.
  - Gardner A.L. 2007. "Cohort Placentalia Owen, 1837, Magnorder Xenarthra Cope, 1889". En *Mammals of South America, Volumen I* (Ed. por Alfred L. Gardner). Pp. 127. The University of Chicago Press, Ltd., London.
  - Gaudin T.J. 1999. "The morphology of xenarthrous vertebrae (Mammalia: Xenarthra)". *Fieldiana: Geology*, New Ser. 41:1–38.
  - Gaudin T.J. 2003. "Phylogeny of the Xenarthra". *Senckenbergiana biologica*, 83(1):27-40.

- Gaudin T.J., McDonald H.G. 2008. "Morphology-based investigations of the phylogenetic relationships among extant and fossil xenarthrans". In: Vizcaíno SF, Loughry WJ (eds) *The Biology of the Xenarthra*. University Press of Florida, Gainesville, pp 24–36
- Hernández S.M., Gammons D. J., Gottdenker N., Mengak M.T., Conner L. M., Divers S.J. 2010. "Technique, Safety, and Efficacy of Intra-Abdominal Transmitters in Nine-Banded Armadillos". *Journal of Wildlife Management* 74(1):174–180.
- Ishikawa A., Kikuchi S., Katagiri S., Sakamoto H., Takahashi Y. 2002. "Efficiency of fecal steroid hormone measurement for assessing reproductive function in the Hokkaido brown bear (*Ursus arctos yesoensis*)". *Jpn J Vet Res*, 50: 17-27.
- Kin M.S., Fort M., de Echaide S.T., Casanave EB. 2014. *Brucella suis* in armadillos (*Chaetophractus villosus*) from La Pampa, Argentina *Veterinary Microbiology* en prensa. <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetmic.2014.01.039>.
- Loughry W.J., McDonough C.M. 1996. "Are road kills valid indicators of armadillo population structure?". *American Midland Naturalist*, 135(1):53-59.
- Loughry W.J., McDonough C.M. 1997. "Survey of Xenarthrans inhabiting Poço das Antas Biological Reserve". *Edentata* 3(1):5-7.
- Loughry W.J., McDonough C.M. 1998.
  - a ----- "Comparisons between nine banded armadillo (*Dasypus novemcinctus*) populations in Brazil and the United States". *Revista de Biología Tropical* 46(4):1173-1183.
  - b ----- "Spatial patterns in a population of nine banded armadillos (*Dasypus novemcinctus*)". *The American Midland Naturalist* 140(1):161-169.
- Loughry W.J., McDonough C.M. 2013. "The Nine Banded Armadillo: A natural History". University of Oklahoma Press, Norman, Oklahoma, 323 pp.
- Loughry W.J., Prodöhl P.A., McDonough C.M., Nelson W.S., Avise J.C. 1998. "Correlates of reproductive success in a population of nine banded armadillos". *Canadian Journal of Zoology* 76:1815-1821.

- Luaces J.P., Ciuccio M., Rossi L.F., Faletti A.G., Cetica P., Casanave E.B., Merani M.S. 2011. "Seasonal changes in ovarian steroid hormone concentrations in the large hairy armadillo (*Chaetophractus villosus*) and the crying armadillo (*Chaetophractus vellerosus*)". *Theriogenology* 75:796-802.
- Madsen O., Scally M., Douady C.J., Kao D.J., Debry R.W., Adkins R., Amrine H.M., Stanhope M.J., De Jong W.W., Springer M.S. 2001. "Parallel adaptative radiations in two major clades of placental mammals". *Nature* 409:610–614.
- Martínez AR, Resoagli E.H., De Millan S.G. 1984. "Lepra salvaje en *Dasyus novemcinctus* (Linneo 1758)". *Arch. Argent. Dermatol.* 34:21-30.
- McDonough C.M., Loughry W.J. 1997.
  - a ----- "Influences on activity patterns in a population of nine banded armadillos". *Journal of Mammalogy* 78(3):932-941.
  - b ----- "Patterns of mortality in a population of nine-banded armadillos, *Dasyus novemcinctus*". *The American Midland Naturalist* 138(2):299-307.
- McDonough C.M. 2000. "Social Organization of Nine-banded Armadillos (*Dasyus novemcinctus*) in a Riparian Habitat". *The American Midland Naturalist* 144(1):139-151.
- McDonough C.M., Loughry W.J. 2005. "Impacts of land management practices on a population of nine-banded armadillos in northern Florida". *Wildlife Society Bulletin* 33(4):1198–1209.
- McDonough C.M., Loughry WJ. 2008. "Behavioral ecology of armadillos". En: Vizcaíno SF & WJ Loughry (eds) *Biology of the Xenarthra*, pp: 281- 293. University of Florida Press, Gainesville.
- McNab K.B. 1979. "The Influence of Body Size on the Energetics and Distribution of Fossorial and Borrowing Mammals". *Ecology* 60(5):1010-1021.
- McNab K.B. 1980. "Energetics and the limits to a temperate distribution in Armadillos". *J. Mamm.* 61(4):606-627.
- Morgan R.E., Loughry W.J. 2009. "Consequences of exposure to leprosy in a population of wild nine-banded armadillos". *Journal of Mammalogy* 90(6):1363–1369.

- 
- Murphy W.J., Eizirik E., Johnson W.E., Zhang P., Ryder O.A., O'Brien S.J. 2001. "Molecular phylogenetics and the origins of placental mammals". *Nature* 409:614–618.
  - Ober H.K., Degroote L.W., McDonough C.M., Mizell R.F., Mankin R.W. 2011. "Identification of an Attractant for the Nine-Banded Armadillo, *Dasyus novemcinctus*". *Wildlife Society Bulletin* 35(4):421–429.
  - Ojeda R.A., Chillo V., Diaz Isenrath G.B. (Edits.) 2012. "Libro rojo de los mamíferos amenazados de Argentina". SAREM.
  - Patterson B., Segall W., Turnbull W.D. 1989. "The ear region in xenarthrans (5 Edentata, Mammalia)". Part I. Cingulates. *Fieldiana: Geology, New Ser.* 18:1–46.
  - Patterson B., Segall W., Turnbull W.D., Gaudin T.J. 1992. "The ear region in xenarthrans (Edentata, Mammalia)". Part II. Sloths, Anteaters, Palaeonodons, and a Miscellany. *Fieldiana: Geology, New Ser.* 24:1–79.
  - Poljak S., Escobar J., Deferrari G., Lizarralde M. 2007. "Un nuevo mamífero introducido en la Tierra del Fuego: el "peludo" *Chaetophractus villosus* (Mammalia, Dasypodidae) en Isla Grande". *Revista Chilena de Historia Natural* 80:285 – 294.
  - Rabiee R.A., Macmillan K.L., Schwarzenberger F. 2001. "The effect of level of feed intake on progesterone clearance rate by measuring faecal progesterone metabolites in grazing dairy cows". *Animal Reproduction Science*, 67:205-211.
  - Redford K., Eisenberg J. 1992. "Order Xenarthra" En *Mammals of the Neotropics, The Southern cone. Vol II. Chile, Argentina, Uruguay, Paraguay*. University of Chicago Press, Chicago. Pp. 46-68.
  - Rose K.D., Emry R.J. 1993. "Relationships of Xenarthra, Pholidota, and Fossil "Edentates": the morphological evidence". Pp. 81–102 in Sazlay F.S., Novacek M.J., and McKenna M.C., eds. *Mammal phylogeny (placentals)*. Springer-Verlag, New York.
  - Schwarzenberger F., Möstl E., Palme R., Bamberg E. 1996. "Fecal steroid analysis for noninvasive monitoring of reproductive status in farm, wild and zoo animals". *Animal Reproduction Science* 42:515-526.

- Schwarzenberger F., Rietschel W., Vahala J., Holeckova D., Thomas P., Maltzan J., Baumgartner K., Schaftenaar W. 2000. "Fecal progesterone, estrogen, and androgen metabolites for noninvasive monitoring of reproductive function in the female Indian Rhinoceros, *Rhinoceros unicornis*". *General and Comparative Endocrinology* 119:300-307.
- Sidorkewicj N., Casanave E.B. 2012. "Morphology of the middle ear in three species of Armadillos (*Dasypodidae*, *Xenarthra*) from Argentina". *International Journal of Morphology* 30(4):1500-1507.
- Sidorkewicj N., Casanave E.B. 2013. "Morphological characterization of the mandible of the armadillos *Chaetophractus vellerosus* and *Zaedyus pichiy* (*Xenarthra*: *Dasypodidae*)". *Iheringia. Serie Zoologia* 103(2):153-162.
- Squarcia S., Casanave E., Cirone G. 1993. "Morfología Craneana de *Chaetophractus villosus* (Desmarest, 1804 (Mammalia, *Dasypodidae*)). *Iheringia, Sér. Zool.* (75):55-61
- Squarcia S., Casanave E., Cirone G. 1994. "Morfometría Craneana de *Chaetophractus villosus* (Desmarest, 1804) (Mammalia, *Dasypodidae*)". *An. Mus. Hist. Nat. Valparaiso* 22:103-110.
- Squarcia S.M, Sidorkewicj N.S., Casanave E.B. 2006. "Cranial Osteology of the Armadillo *Chaetophractus villosus* (Mammalia, *Xenarthra*, *Dasypodidae*)". *International Journal of Morphology* 24(4):541-547.
- Squarcia S.M, Sidorkewicj N.S., Casanave E.B. 2007. "The Hypertrophy of the Tympanic Bulla in three Species of *Dasypodids* (Mammalia, *Xenarthra*) from Argentina". *International Journal of Morphology* 25(3):597-602.
- Squarcia S.M., Sidorkewicj N., Camina R., Casanave E.B. 2009. "Sexual dimorphism in the mandible of the larger hairy armadillo *Chaetophractus villosus* (*Dasypodidae*) from northern Patagonia, Argentina". *Brazilian Journal of Biology* 69(2):347-352.
- Superina M., Boily P. 2007. "Hibernation and daily torpor in an armadillo, the pichi (*Zaedyus pichiy*)". *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A* 148:893–898.
- Superina M., Jahn G.A. 2009. "Seasonal reproduction in male pichi *Zaedyus pichiy* (*Xenarthra*: *Dasypodidae*) estimated by fecal androgen metabolites and testicular histology". *Animal Reproduction Science* 112:283-292.

- Superina M., Pagnutti N., Abba A.M. 2013. “What do we know about armadillos? An analysis of four centuries of knowledge about a group of South American mammals, with emphasis on their conservation”. *Mammal Review* 44:69–80.
- Tabeni S., Mastrantonio L., Ojeda R.A. 2007. “Linking small desert mammal distribution to habitat structure in a protected and grazed landscape of the Monte, Argentina”. *Acta Oecológica* 31:259–269.
- Tentoni J., Polini N.N., Casanave E.B. 2007. “Citoquímica Hematológica en el Mamífero Autóctono *Chaetophractus villosus*”. *Hematología* 11(3):216-219.
- Tentoni J., Polini N.N., Casanave E.B. 2008. “Fibrinolytic system of the armadillo *Chaetophractus villosus* (Xenarthra, Dasypodidae)”. *Comparative Clinical Pathology* 17(3):193-196.
- Torre I., Díaz M., Martínez-Padilla J., Bonal R., Viñuela J., Fargallo J.A. 2007. “Cattle grazing, raptor abundance and small mammal communities in Mediterranean grasslands”. *Basic and Applied Ecology* 8: 565—575.
- Truman R.W, Kumaresan J.A., McDonough C.M., Job C.K., Hastings R.C. 1991. “Seasonal and spatial trends in the detectability of leprosy in wild armadillos”. *Epidemiol. Infect.* 106:549-560.
- Van Dijk M.A.M., Paradis E., Catzefflis F., De Jong W.W. 1999. “The virtues of gaps: Xenarthran (Edentate) monophyly supported by a unique deletion in alphaA-crystallin”. *Syst. Biol.* 48:94–106.
- Wetzel R.M. 1983. “*Dasypus novemcinctus* (Cusuco, armadillo)”. En: *Costa Rica Natural History*. Ed. por D.H. Janzen. Chicago Univ. Press. Pp. 465-467.
- Wetzel R.M. 1985. “Taxonomy and distribution of armadillos, Dasypodidae”. En *The evolution and ecology of armadillos, sloths and vermilinguas* (ed. por G.G. Montgomery), pp. 23-46. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Wetzel R.M., Gardner A.L., Redford K.H., Eisenberg J.F. 2007. “Order Cingulata Illiger, 1811” En *Mammals of South America, Volumen I* (Ed. por Alfred L. Gardner). Pp. 128. The University of Chicago Press, Ltd., London.

- Zielinski W.J., Kucera T.E. 1995. “American Marten, Fisher, Lynx, and Wolverine: Survey Methods for Their Detection”. General Technical Report PSW GTR-157. 163 pp. United States Department of Agriculture. Forest Service.

## Capítulo II

---

Área de estudio

## Descripción

El área de estudio para realizar el muestreo de la presente tesis fue seleccionada por sus características típicas de un ambiente natural del pastizal pampeano. Un relevamiento preliminar al estudio permitió establecer la presencia de armadillos e identificar características propias de un área con escaso disturbio antrópico.

En sí, el área consiste en una estancia privada, “La Tapita”, ubicada al Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires (38°35'30" S / 62°19'00" O), a 17 Km. al NO de la ciudad de Bahía Blanca, siguiendo la ruta provincial N° 33 (Fig. II- 1, II- 2 y II- 3).

Su superficie aproximada es de 650 ha., y en ella se realiza cría de ganado bovino (Fig. II-4) y siembra de pasturas para forrajeo desde el año 2003, por sus propios dueños.

Geomorfológicamente constituye una microcuenca hídrica del arroyo Saladillo de García (Fig. II-5). Se halla sobre depósitos sedimentarios limo-arenosos que culminan con un nivel de tosca. El manto de tosca o caliche que aflora en el sector es un rasgo típico del suroeste bonaerense (Gentili y col., 2012).

En cuanto a la cobertura vegetal, en el partido de Bahía Blanca convergen comunidades pertenecientes a tres provincias fitogeográficas: la pampeana, el espinal y en menor proporción, el monte (Cabrera, 1976). No obstante lo señalado, en el sector objeto de análisis, se observa la supremacía de la provincia del monte que cuenta con diferentes grados de representación de especies herbáceas y gramíneas de los géneros *Stipa*, *Poa* y *Festuca* (Fig. II- 6); arbustivas, tales como: manca caballo (*Prosopidastrum globosum*), barba de chivo (*Caesalpinia gilliesii*) y piquillín (*Condalia microphylla*), entre otras. Mientras que, entre los ejemplares arbóreos (Fig. II- 7) se destacan chañares (*Geoffroea decorticans*) y sombra de toro (*Jodina rhombifolia*) de porte pequeño; además de cactáceas con vistosa floración y presencia de especies introducidas como la flor amarilla (*Diplotaxis tenuifolia*), con amplia representación, que compiten con las nativas (Fig. II- 8).

En base a las características y la cobertura de los diferentes componentes del hábitat en un radio de 20 mts. a la redonda, se reconocieron tres macrohábitats claramente diferentes: Pastizal, caracterizado por una cobertura predominante de gramíneas; Monte, con mayor presencia de árboles frente a otros componentes; y Senderos, donde predomina el suelo desnudo.

Por otra parte, las características climáticas responden a estaciones térmicas bien diferenciadas y a una gran variabilidad en las condiciones de tiempo, hecho que se pone de manifiesto en todos los meses del año. Los valores anuales medios de temperatura están comprendidos entre los 14 °C y los 20 °C. Durante la estación cálida son frecuentes registros que superan los 40 °C en tanto que los inviernos suelen presentar marcadas olas

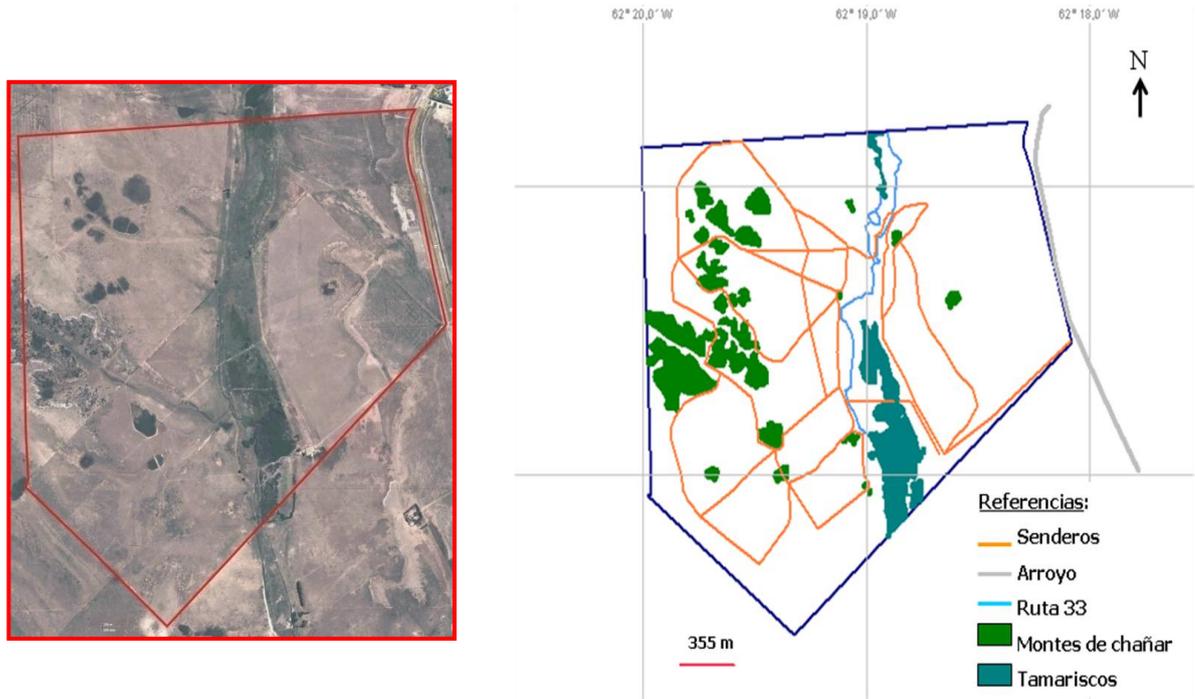
de frío. Las lluvias se dan principalmente en otoño y primavera y los montos medios anuales rondan los 600 mm con una significativa variación interanual. En la ciudad predominan los vientos de procedencia Norte y Noroeste y velocidades medias entre los 18 y 30 km/h (Capelli de Steffens y Campo de Ferreras, 1994; Campo de Ferreras y col., 2004; Campo de Ferreras y Gil, 2004).



**Figura II- 1.** Imagen satelital de la provincia de Buenos Aires, Argentina (fuente Google maps). El recuadro amarillo indica la zona donde se ubica el área de estudio.



**Figura II- 2.** Imagen satelital de la ciudad de Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires, Argentina y de la Ruta Provincial N° 33 (fuente Google maps). El recuadro rojo indica la ubicación del área de estudio.



**Figura II- 3.** Izq. Imagen satelital de la ubicación de la estancia La Tapita, en el partido de Bahía Blanca, al sudoeste de la provincia de Buenos Aires (fuente Google maps). Der. Esquema digitalizado y georreferenciado de la estancia La Tapita (Ozi explorer® v3.95.4i, ArcGis 9.2 ® (ESRI 2005)).



**Figura II- 4.** Ganado bovino pastando dentro de un cuadro cercado con alambre eléctrico en la Estancia La Tapita.



**Figura II- 5.** Cauce del arroyo Saladillo en la estancia La Tapita.



**Figura II- 6.** Pastizal típico con especies nativas como *Stipa spp.*, *Poa spp.* y *Festuca spp.*



**Figura II- 7.** Parches de monte de tamariscos (izq.) y de chañares (der.) entre pastizales naturales.



**Figura II- 8.** Especies exóticas (flor amarilla) entre las especies nativas en el área de estudio

## Referencias

- Cabrera A. 1976. "Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería". Fascículo 1. Acme. Buenos Aires. 85 pp.
- Campo de Ferreras A., Gil V. 2004. "Estados de tiempo típicos del Sur de la provincia de Buenos Aires, Argentina". Sociedad Chilena de Ciencias Chilenas Chile. p. 15-26.
- Campo de Ferreras A.M., Capelli de Steffens A.M., Diez P.G. 2004. "El clima del Suroeste Bonaerense". Palazzani Impresiones. Bahía Blanca. 99 pp.
- Capelli de Steffens A., Campo de Ferreras A.M. 1994. "La transición climática en el sudoeste bonaerense". SIGEO, Nº 5. Serie Monografías. Dpto. de Geografía, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca.
- Gentili Jorge O., Gil V., Campo A.M., Rosell P. 2012. "Calidad ambiental en "Cueva de los Leones", periurbano de Bahía Blanca, Argentina". Luján, Año 4, Número 4, Sección I: Artículos. pp. 265-278.

## Capítulo III

---

Comportamiento

## Introducción

El estudio de las características comportamentales de distintas especies involucra aspectos temporales y espaciales que, en la mayoría de las oportunidades, determinan los patrones de actividad e interacciones entre los individuos que coexisten en un área. Más aún, en aquellas especies que poseen estructura morfológica y hábitos similares, donde puede existir una importante superposición en los recursos necesarios para su subsistencia.

El conjunto y disposición de los lugares o ubicaciones que ocupa un individuo en relación con otros organismos de la misma o distinta especie, en un determinado espacio y tiempo, con ciertas características del ambiente, se conoce en ecología como organización espacial (Maher y Lott, 1995; Cahan y col., 2002). Este aspecto resulta un tópico central de la ecología animal (Millspaugh y Marzluff, 2001), al igual que el conocimiento de la evolución de los comportamientos sociales de las especies (Ancona y Loughry, 2009). Conocer la organización espacial de una especie permite comprender las necesidades críticas de hábitat (Mace y Waller, 1997), la segregación sexual (Wielgus y Bunnell, 1994) y la territorialidad (Hornocker, 1969; Bailey, 1974), informaciones que, a su vez, pueden orientar estrategias de conservación y manejo.

Dentro de su hábitat los animales presentan lugares para alimentarse, descansar, refugiarse de predadores, o cuidar sus crías. Además, el ambiente muestra a otras especies que están en busca de recursos, que pueden resultar comunes (Krebs y Davies, 1997) y que, a veces, pueden ser limitados (Macdonald, 1995). Como resultado se puede dar la competencia (intra e interespecífica) entre individuos que buscan un mismo recurso. En el caso de los armadillos, dichas interacciones estarían limitadas en tiempo y espacio debido a ciertas características fisiológicas de los mismos, como su baja tasa metabólica (la menor reportada para mamíferos placentarios) (McNab, 1980), su corto período de actividad (4-6 hs) y, en contraposición, gran período de descanso (puede alcanzar las 20 hs por día) (McNab, 1980), y su tipo de alimentación, basada en general en invertebrados que se encuentran dispersos y resultan de baja calidad nutritiva, individualmente hablando (revisión en McDonough y Loughry, 2008). Esto hace suponer que los armadillos pasan la mayor parte del tiempo en que se encuentran en actividad buscando alimento antes de regresar a sus cuevas (Ancona y Loughry, 2009).

Las características climáticas que presenta el ambiente en el que se encuentran las especies producen un fuerte impacto sobre sus hábitos comportamentales (Kerr y Packer, 1998; Peterson y col., 2002; Erasmus y col., 2002; Meynecke, 2004). Particularmente en el caso de los armadillos, su baja tasa metabólica permite inferir que la temperatura ambiental actúa como un factor crítico, determinando sus hábitos de vida. De hecho, la mayoría de las

especies de armadillos se encuentran activas de noche, lo cual puede variar con la edad o la época del año, mostrando mayor actividad diurna cuando el clima es más frío (McDonough y Loughry, 2006).

Otro factor que puede afectar la distribución espacial de los armadillos es su fuerte interacción con los humanos en aquellas zonas utilizadas para cultivos y cría de ganado. En la provincia de Buenos Aires en particular, toda la fauna se ve afectada por la alta presión antrópica y la invasión de su hábitat (Casanave y col., 2003). La degradación de los ambientes naturales afecta indirectamente ya que actúa sobre los recursos disponibles, principalmente para alimentación y refugio. A esto se le suma la caza, que impacta directamente sobre las poblaciones de armadillos (Abba y col., 2007).

La observación directa es un modo privilegiado para entender el uso del espacio y los movimientos que realiza un animal (Powell, 2000). Aunque este método permite obtener informaciones precisas, implica un trabajo intensivo y que potencialmente puede influenciar el comportamiento de la especie bajo estudio (White y Garrott, 1990). En el caso de los estudios con armadillos, su observación presenta varias complicaciones: comportamiento en general solitario, hábitos mayoritariamente nocturnos, ambientes que dificultan su observación debido a la vegetación, un desarrollado sentido del olfato y audición que permiten detectar la presencia a gran distancia y la dificultad en la utilización de métodos de marcado que permitan la identificación de individuos (Loughry y col., 2005).

En este capítulo se caracterizará morfológicamente a las especies de armadillos presentes en el área de estudio y se analizará el comportamiento espacial y temporal de los armadillos coexistentes, comparando su preferencia hacia distintos recursos del ambiente. Se pondrá especial atención al impacto de los factores climáticos en el comportamiento específico.

## **Metodología**

La toma de muestras a campo se realizó desde el 1 de abril de 2004 hasta el 30 de septiembre de 2007. Se efectuaron campañas mensuales en las que el área de estudio se recorrió a pie, a lo largo de transectas fijas seleccionadas al azar. Las recorridas se efectuaron abarcando los distintos períodos horarios del día.

Durante las recorridas se observaba la actividad de las distintas especies del área y se tomaba registro de diferentes parámetros según correspondiera.

Para los análisis, se estableció una división arbitraria entre día (de 6hs a 18hs) y noche (de 18hs a 6hs), para establecer los momentos de mayor y menor actividad. Durante la noche se utilizaba una linterna McLite de tres elementos, para aumentar la visibilidad.

Los eventos considerados fueron: Avistajes y capturas.

### **Avistajes**

En cada oportunidad en que se observaba un individuo (dasipódido) en su ambiente natural, se completaba una planilla, previamente elaborada, con la siguiente información:

- Especie y número de individuos observados.
- Distancia desde el observador hasta el individuo avistado.
- Fecha, Hora y Posición exacta del avistaje mediante el empleo de una unidad manual de GPS (E-TREX H Garmin).
- Características climáticas al momento del avistaje: Temperatura ambiental (empleando un termómetro digital), cobertura de nubes y dirección del viento.
- Características y composición del hábitat en un radio aproximado de 20 m. alrededor del avistaje (microhábitat): se asignaba un porcentaje aproximado de cobertura a cada componente del hábitat en el sitio de avistaje. Los ítems reconocidos fueron los siguientes: Estepa gramínea baja (EGB) (<30 cm), Estepa gramínea alta (EGA) (>30 cm), Suelo desnudo (SD), Arbusto (Arb), Otros (árboles, rocas, etc).

Se estudió comparativamente la cantidad de avistajes de las diferentes especies en los distintos horarios del día y entre estaciones. Esta comparación se realizó teniendo en cuenta el esfuerzo de muestreo (horas muestreadas por persona) realizado en cada horario y estación. Así, se dividió el número de avistajes por el esfuerzo de muestreo para cada horario del día en las distintas estaciones del año. Esto se relacionó, además, con las condiciones climáticas imperantes al momento de ser avistados los individuos, teniendo en cuenta principalmente la temperatura y la dirección del viento.

**Capturas:**

Luego de avistar los individuos se los perseguía a pie para intentar capturarlos. Las capturas se realizaban en forma manual, empleando una red adosada a una vara de 1,50 m. de longitud.

Una vez capturados se los sexaba, se procedía al reconocimiento del estado sanitario del individuo, toma de muestras de pelos y parásitos para otros estudios, muestras de materia fecal para el posterior análisis de la dieta y el registro de las medidas morfométricas de los ejemplares según un protocolo preestablecido para caracterizar a cada uno de los individuos de las distintas especies (ver Fig. III- 1):

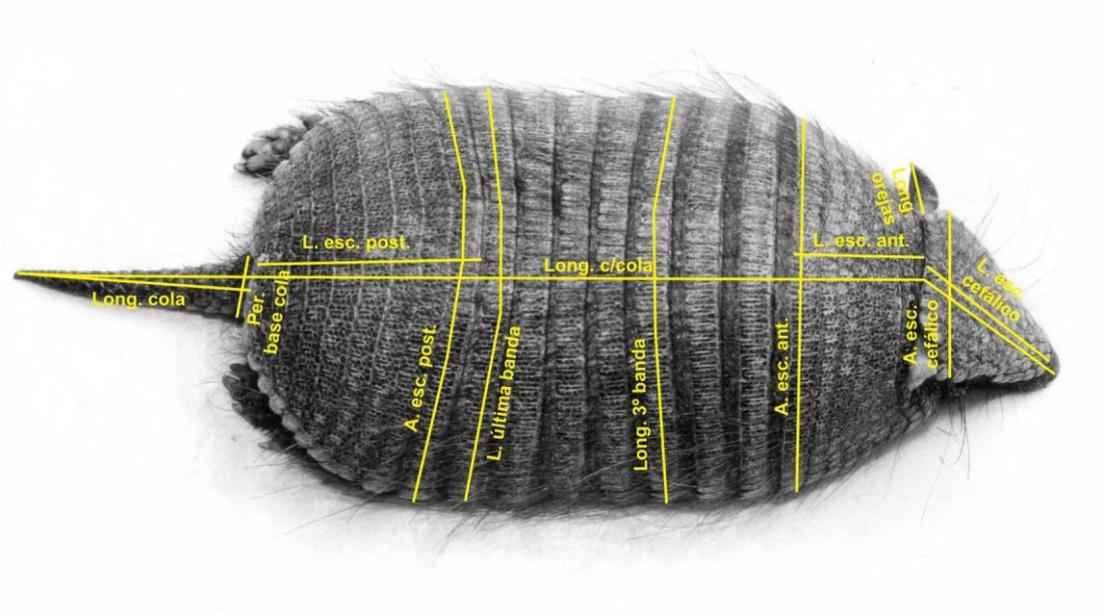
- Especie
- Sexo
- Peso, empleando una balanza portátil de resorte (25 g de precisión, máx. 5 kg) (Fig. III - 2)
- Longitud total del cuerpo incluyendo la cola (*Long. c/cola*)
- Ancho del cuerpo (longitud de la 3º banda móvil) (*Long. 3º banda*)
- Longitud del escudo cefálico (*L. esc. cefálico*)
- Ancho del escudo cefálico (*A. esc. cefálico*)
- Longitud de la cola (*Long. cola*)
- Perímetro de la base de la cola (*Per. base cola*)
- Longitud de la última banda móvil (*L. última banda*)
- Largo del escudo anterior (*L. esc. ant.*)
- Ancho del escudo anterior (*A. esc. ant.*)
- Largo del escudo posterior (*L. esc. post.*)
- Ancho del escudo posterior (*A. esc. post.*)
- Longitud de las orejas (*Long. orejas*)

El dimorfismo sexual entre los ejemplares adultos se calculó mediante el índice porcentual (ID) de Rossolino y Pavlinov (1974).

$$ID = [ (Xm - Xh) / Xh ] * 100$$

donde *Xm* es la media de una medida determinada para machos y *Xh* es la media de la misma medida para las hembras.

A los individuos capturados se les colocó en el pabellón auricular una caravana metálica numerada para su posterior reconocimiento en caso de ser avistado o capturado nuevamente. Luego los individuos eran liberados y observados.



**Fig. III- 1** - Ejemplar de armadillo en el que se detallan las medidas morfométricas registradas en cada captura de un ejemplar.



**Fig. III- 2** - Ejemplar de *Z. pichiy* al cual se le registra el peso durante una captura.

## Resultados

### Avistajes:

En total se realizaron 169 avistajes correspondientes a las especies *C. villosus*, *Z. pichiy*, *D. hybridus* y *C. vellerosus* (Tabla III-1, Fig. III- 3), con un esfuerzo de muestreo de 441,25 hs/persona durante el día, y 250,25 hs/persona durante la noche. La cantidad de avistajes de *C. villosus* realizados durante todo el período de estudio fue muy superior al de las otras especies presentes (Tabla III-1). Los avistajes de *C. vellerosus*, si bien escasos (Tabla III-1), resultaron un gran hallazgo, debido a que se creía extinto en la mayor parte de la Provincia de Buenos Aires y no había sido citado para el área de estudio.

Especie		Peludo ( <i>C. villosus</i> )	Mulita ( <i>D. hybridus</i> )	Pichi común ( <i>Z. pichiy</i> )	Pichi llorón ( <i>C. vellerosus</i> )
Total de avistajes		108	26	32	3
Primavera	Día	4	10	8	0
	Noche	24	0	1	0
Verano	Día	6	2	4	0
	Noche	33	0	1	1
Otoño	Día	9	6	2	1
	Noche	12	0	0	0
Invierno	Día	8	8	14	1
	Noche	12	0	2	0

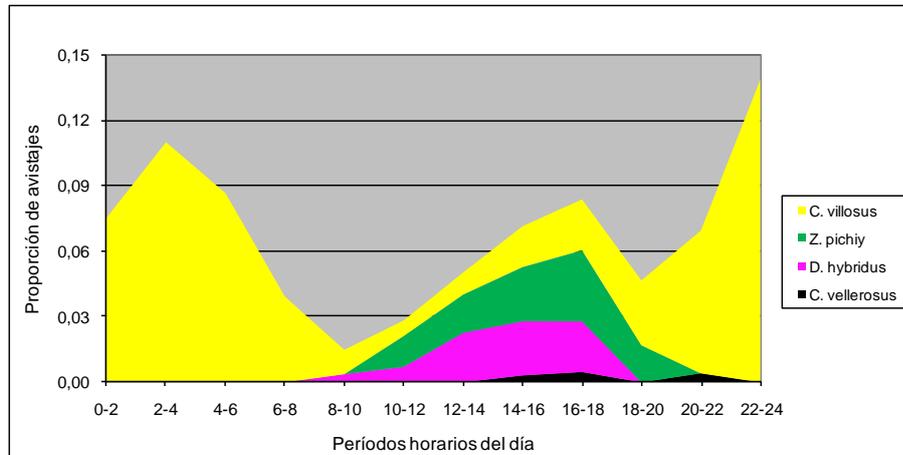
**Tabla III-1.** Número de avistajes para cada especie, por estación y momento del día, durante el período de estudio.



**Figura III- 3.** Avistaje de un ejemplar de mulita (*D. hybridus*) (Izq.) y de un peludo (*C. villosus*) (Der.) en el área de estudio

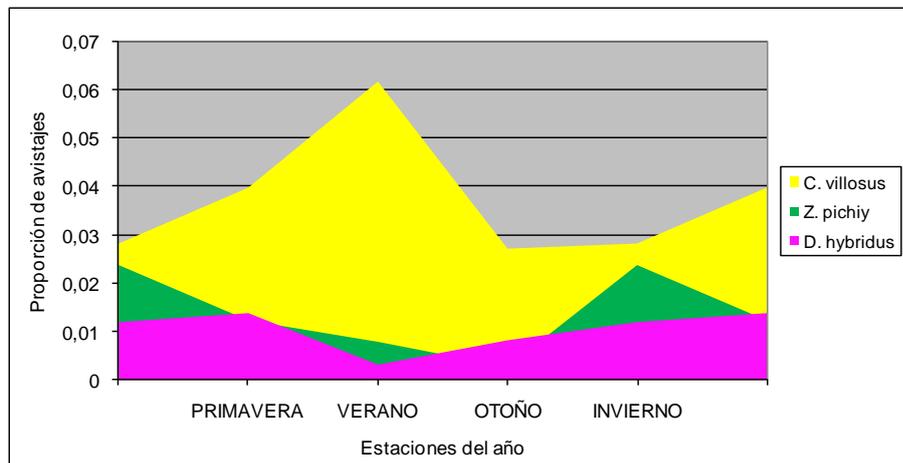
Realizando una comparación de los avistajes en relación a los diferentes horarios del día para todo el año (Fig. III- 4), pudo observarse una mayor presencia de peludos tanto de día

como de noche, en comparación al resto de las especies. El pichi común se observó en mayor medida luego de las 14 hs., mientras que las mulitas fueron avistadas entre las 12 hs. y las 18 hs., mostrando una marcada tendencia a utilizar horarios diurnos para su actividad.



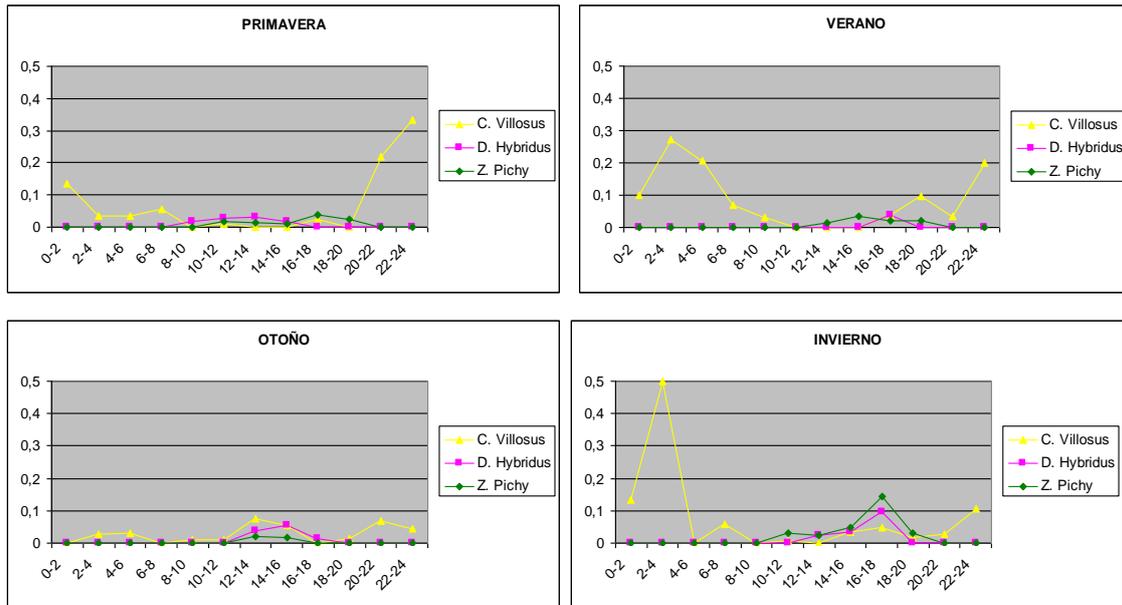
**Figura III-4.** Total de avistajes de cada especie de armadillo en los distintos horarios del día en función al tiempo de muestreo.

En los análisis comparativos entre especies no fueron utilizados los datos recolectados de *C. vellerosus* por su bajo número. Analizando por estación (Fig. III- 5), pudo observarse una mayor frecuencia de avistajes de peludos en todas las estaciones, principalmente en verano, aunque para el invierno no existieron diferencias significativas en la frecuencia de avistajes entre peludos y pichis ( $p < 0,05$ ).



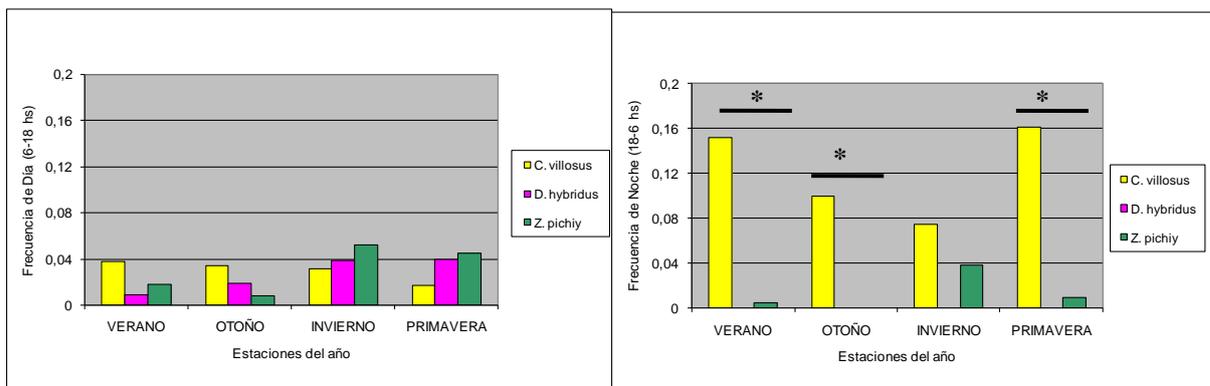
**Figura III-5.** Total de avistajes de cada especie de armadillo en las diferentes estaciones climáticas en función al tiempo de muestreo.

Teniendo en cuenta los horarios de los avistajes en las diferentes estaciones del año (Fig. III- 6), pudo observarse que los avistajes de pichi y mulita tuvieron una frecuencia estable mientras que los peludos fueron avistados con mayor frecuencia durante la noche en cada estación del año, salvo en otoño.



**Figura III-6.** Total de avistajes de cada especie de armadillo en los distintos horarios del día, para cada una de las estaciones climáticas, en función al tiempo de muestreo para cada horario. Eje y: proporción de avistajes, Eje x: período horario del día.

Discriminando los avistajes entre día y noche (Fig. III- 7), se compararon los avistajes en las diferentes estaciones para las distintas especies utilizando un *test t* de diferencia de medias.



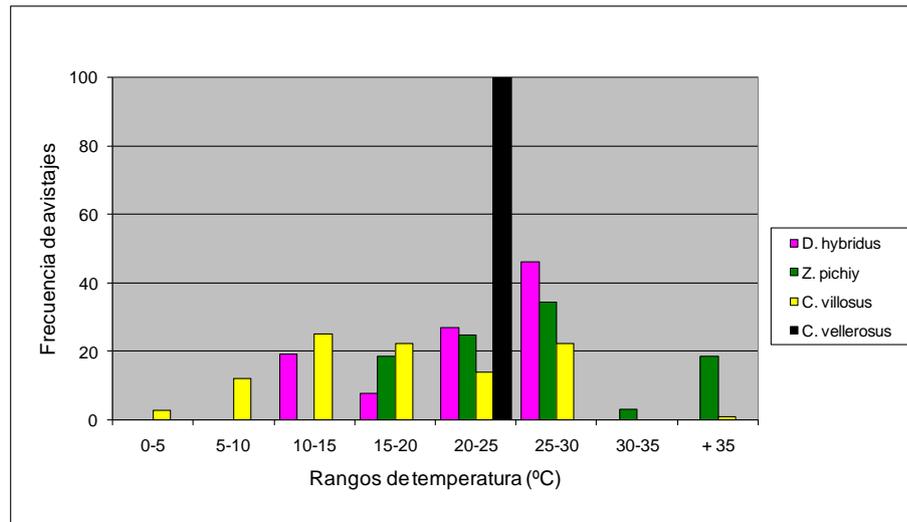
**Figura III-7.** Frecuencia de avistajes de cada especie de armadillo durante el día (izq.) y durante la noche (der.) en las distintas estaciones climáticas.

En los horarios de día no se encontraron diferencias significativas entre los avistajes por estación para cada especie ( $p=0,05$ ). Para los horarios de noche, en los que sólo fueron avistados ejemplares de peludo y pichi común, existen diferencias significativas en la frecuencia de avistajes entre especies para verano, otoño y primavera ( $p<0,05$ ), no encontrándose diferencias significativas en invierno.

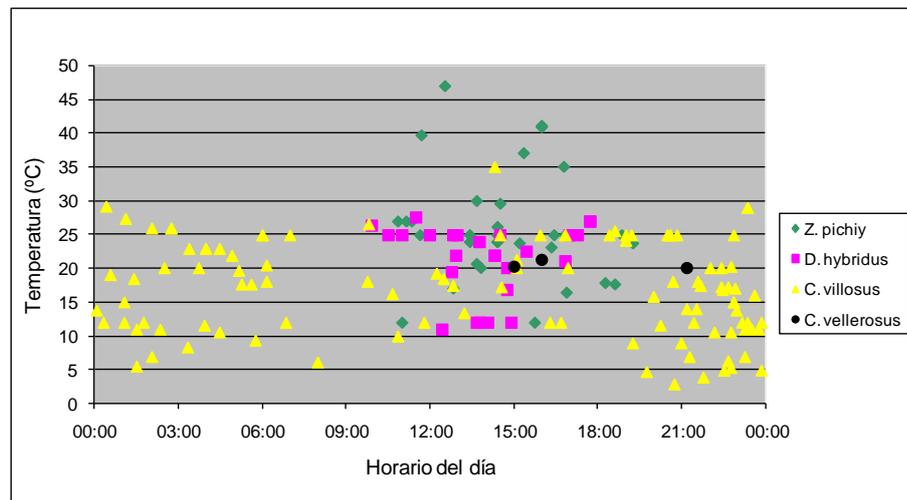
En el análisis de los avistajes se tuvieron en cuenta factores ambientales al momento de realizarse los registros. Uno de los factores analizados fue la temperatura ambiental, debido a que las especies estudiadas se caracterizan por poseer un sistema primitivo de regulación de la temperatura corporal. Los registros de la temperatura en relación a los avistajes

realizados (Fig. III-8) muestran que el 66% de los avistajes se realizaron dentro de un rango de temperaturas entre los 15° y 30°C. Por debajo de este rango de temperaturas, el peludo fue la especie avistada con mayor frecuencia, mientras que por encima de los 30°C el pichi común mostró mayores registros. La mulita fue la especie que se avistó dentro de un rango de temperaturas menor (entre los 10° y 30°C).

Si se relaciona el horario del avistaje con los valores de temperatura evaluados en el mismo momento del registro, se observa una clara separación entre las especies (Fig. III- 9).

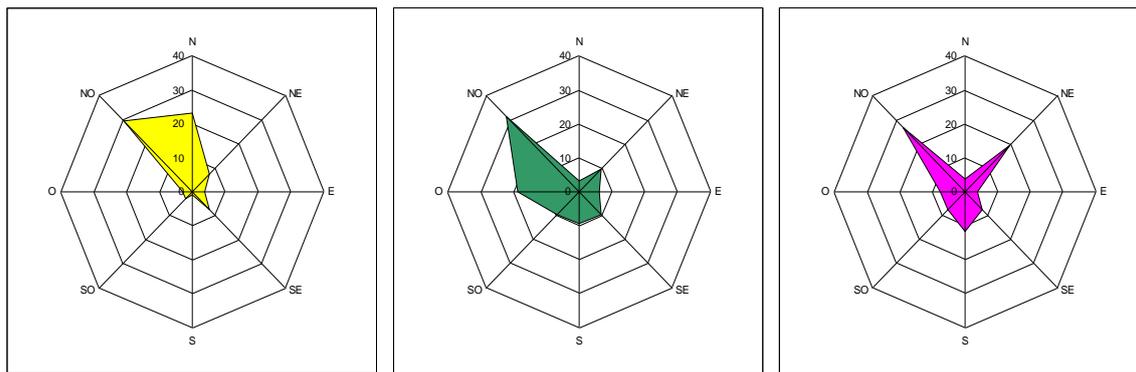


**Figura III-8.** Porcentaje de avistajes de cada especie de armadillo en función de la temperatura ambiental.



**Figura III-9.** Distribución de los avistajes de cada especie de armadillo en función de la temperatura ambiental y el horario de avistaje.

Otro factor ambiental tenido en cuenta fue la dirección de los vientos predominantes al momento de los avistajes (Fig. III- 10).

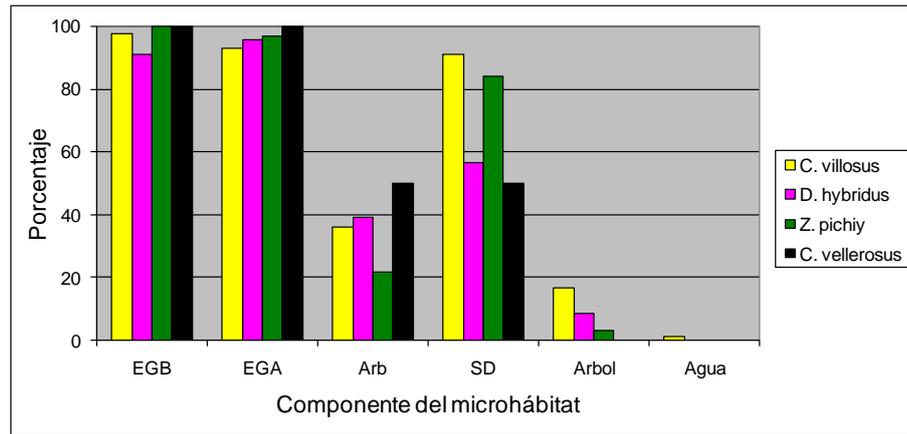


**Figura III-10.** Proporción de avistajes de cada especie de armadillo (*C. villosus*, *D. hybridus* y *Z. pichiy* respectivamente, de izquierda a derecha) en relación a la dirección predominante de los vientos al momento del avistaje.

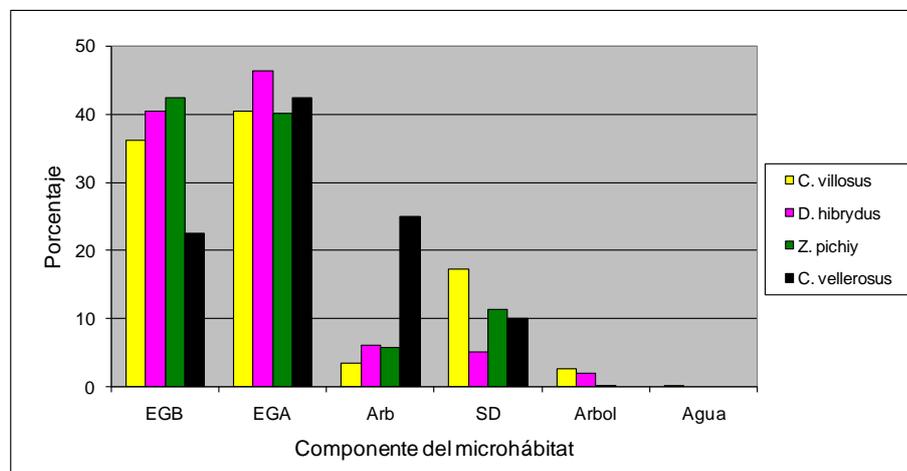
Puede observarse claramente una predominancia de los avistajes en días con vientos de dirección Noroeste. Cabe destacar que la zona del área de estudio se caracteriza por vientos provenientes de esa dirección. En el caso de los peludos, gran parte de los avistajes se realizaron con viento Norte mientras que para *D. hybridus* y *Z. pichiy* los avistajes fueron escasos con vientos provenientes de esa dirección. Aproximadamente un 20% de los avistajes de mulitas se realizaron con viento Noreste mientras que los pichis se avistaron en una proporción similar con viento del Oeste.

En cuanto a las características del hábitat a 20 mts. alrededor de los avistajes (microhábitat), pudieron establecerse los distintos ítems registrados durante la etapa de reconocimiento del área de estudio (EGB, EGA, SD, Arb, Otros -Árbol, agua-). Más del 90% de los avistajes de todas las especies presentaron el ítem EGB y EGA, los cuales son los predominantes en el área de estudio, debido a la fisonomía del lugar. La mayor parte de los sitios (más del 80%) donde fueron avistados los peludos y pichis comunes presentaron el ítem suelo desnudo. Sólo los peludos fueron avistados en zonas cercanas al ítem agua (Fig. III-11).

La cobertura de los diferentes sitios de avistaje estaba dominada por EGB y EGA (Fig. III-12). En los sitios de avistaje de peludos puede verse una mayor cobertura de suelo desnudo. Este fue el único componente del microhábitat para el cual se encontraron diferencias altamente significativas entre las especies ( $p=6,18 \times 10^{-5}$ ).



**Figura III-11.** Porcentaje de ocurrencia absoluta (presencia) de los distintos ítems del hábitat en los sitios de avistaje.



**Figura III-12.** Porcentaje de ocurrencia relativa (cobertura) de los distintos ítems del hábitat en los sitios de avistaje.

### Capturas:

En cada avistaje de algún individuo de las distintas especies, se procedía a la captura manual del mismo (Tabla 2).

	Peludo ( <i>C. villosus</i> )	Mulita ( <i>D. hybridus</i> )	Pichi común ( <i>Z. pichiy</i> )	Pichi llorón ( <i>C. vellerosus</i> )
Avistajes	108	26	32	3
Capturas	50 28 M -22 H	12 4 M – 8 H	16 13 M – 3 H	1 M
% de Efectividad	46,30	46,15	50	33,33

**Tabla III-2.** Número de avistajes, número de capturas por sexo (M: machos, H: hembras) y porcentaje de efectividad de capturas para cada una de las especies de armadillos estudiadas.

La técnica utilizada para la captura de los individuos no mostró diferencias en el éxito de captura (efectividad) entre las especies estudiadas.

Las medidas registradas entre sexos de cada especie fueron similares entre sí, no hallándose diferencias significativas (Tablas III-3, III-4 y III-5). De todas formas, observando los ID, se encuentra que *D. hybridus* presenta valores negativos para cada una de las medidas, por lo que, en promedio, las hembras tienden a presentar un mayor tamaño relativo a los machos.

Los individuos capturados fueron marcados con una caravana metálica numerada en su oreja derecha. No pudo registrarse ningún reavistaje de un animal, salvo una mulita que fue hallada muerta (Fig. III-13).

Especie	<i>C. villosus</i>				
Sexo	General	Machos	Hembras	ID	F test
<i>Cuerpo completo</i>					
Peso	2,89±0,69	3,01±0,77	2,75±0,55	9,45	p=0,15
Long. c/cola	52,09±3,38	52,32±3,81	51,81±2,84	0,98	p= 0,20
Long. Orejas	2,67±0,20	2,68±0,20	2,65±0,21	1,18	p= 0,93
Long. 3ª banda	27,16±2,22	27,42±2,37	26,82±2,01	2,22	p= 0,47
<i>Tronco</i>					
L. última banda	26,73±2,11	26,86±2,42	26,55±1,67	1,17	p= 0,10
L. esc. ant.	6,40±0,75	6,45±0,66	6,34±0,87	1,78	p= 0,20
A. esc. ant.	25,36±2,27	25,82±2,21	24,74±2,24	4,36	p= 0,93
L. esc. post.	10,81±1,08	10,85±1,20	10,76±0,93	0,82	p= 0,27
A. esc. post.	25,78±2,02	25,96±2,30	25,56±1,60	1,59	p= 0,10
<i>Cabeza</i>					
L. esc. Cefálico	8,74±0,52	8,76±0,55	8,72±0,48	0,47	p= 0,56
A. esc. Cefálico	8,91±0,64	8,92±0,69	8,89±0,58	0,42	p= 0,47
<i>Cola</i>					
Long. Cola	13,93±1,27	13,94±1,24	13,93±1,33	0,11	p= 0,73
Per. Base cola	9,43±0,99	9,27±1,19	9,66±0,63	-4,01	p= 0,13

**Tabla III-3.** Medidas morfométricas promedio ( $\pm$ DE) e índice de dimorfismo sexual (ID) registrados en las capturas de *C. villosus*. Prueba ANOVA,  $p \leq 0,05$  se consideran significativos.

Especie	<i>D. hybridus</i>				
Sexo	General	Machos	Hembras	ID	F test
<i>Cuerpo completo</i>					
Peso	1,76±0,36	1,59±0,34	1,88±0,34	-15,43	p= 0,93
Long. c/cola	51,07±2,76	49,08±2,69	52,66±1,63	-6,81	p= 0,36
Long. orejas	2,53±0,25	2,53±0,19	2,53±0,34	0,00	p= 0,36
Long. 3º banda	27±1,73	26,03±1,69	27,65±1,55	-5,88	p= 0,80
<i>Tronco</i>					
L. última banda	26,30±1,77	25,33±1,77	26,95±1,58	-6,03	p= 0,77
L. esc. ant.	7,49±0,75	7,20±0,81	7,68±0,71	-6,29	p= 0,73
A. esc. ant.	25,89±1,74	24,88±1,54	26,57±1,62	-6,37	p= 0,99
L. esc. post.	8,86±1,06	8,08±0,78	9,48±0,84	-14,82	p= 0,94
A. esc. post.	25,44±1,90	24,00±1,68	26,40±1,43	-9,09	p= 0,70
<i>Cabeza</i>					
L. esc. cefálico	7,49±0,50	7,20±0,35	7,68±0,52	-6,29	p= 0,53
A. esc. cefálico	4,41±0,46	4,43±0,67	4,40±0,33	0,57	p= 0,16
<i>Cola</i>					
Long. Cola	16,61±1,70	15,58±1,95	17,30±1,21	-9,97	p= 0,33
Per. Base cola	10,30±0,88	9,97±1,25	10,63±0,15	-6,27	p= 0,03 *

**Tabla III-4.** Medidas morfométricas promedio ( $\pm$ DE) e índice de dimorfismo sexual (ID) registrados en las capturas de *D. hybridus*. Prueba ANOVA,  $p \leq 0,05$  se consideran significativos.

Especie	<i>Z. pichiy</i>				
Sexo	General	Machos	Hembras	ID	F test
<i>Cuerpo completo</i>					
Peso	1,14±0,21	1,14±0,20	1,17±0,40	-2,5974026	p= 0,14
Long. c/cola	38,95±3,64	39,45±3,55	36,63±3,76	7,68880801	p= 0,71
Long. orejas	1,50±0,22	1,49±0,22	1,53±0,31	-2,7173913	p= 0,36
Long. 3º banda	22,09±1,82	22,36±1,68	20,83±2,25	7,31428571	p= 0,41
<i>Tronco</i>					
L. última banda	20,66±1,43	20,64±1,52	20,77±1,16	-0,59619353	p= 0,86
L. esc. ant.	5,01±0,61	5,11±0,61	4,53±0,42	12,657563	p= 0,73
A. esc. ant.	20,15±1,48	20,31±1,51	19,40±1,22	4,71281296	p= 0,92
L. esc. post.	7,54±0,77	7,46±0,77	7,90±0,79	-5,60578662	p= 0,74
A. esc. post.	19,32±1,50	19,24±1,46	19,70±1,95	-2,35678028	p= 0,41
<i>Cabeza</i>					
L. esc. cefálico	6,04±1,23	6,07±1,36	5,87±0,32	3,49025974	p= 0,11
A. esc. cefálico	5,35±0,19	5,36±0,19	5,30±0,26	1,21293801	p= 0,35
<i>Cola</i>					
Long. Cola	11,47±1,13	11,49±1,25	11,37±0,32	1,11018014	p= 0,13
Per. Base cola	5,52±1,12	6,07±1,01	4,70±0,85	29,0780142	p= 0,98

**Tabla III-5.** Medidas morfométricas promedio ( $\pm$ DE) e índice de dimorfismo sexual (ID) registrados en las capturas de *Z. pichiy*. Prueba ANOVA,  $p \leq 0,05$  se consideran significativos.



Figura III-13. Restos de mulita con una caravana auricular numerada (○).

## Discusión

En este estudio se demostró la coexistencia de cuatro especies de armadillos en el área de estudio, a través de las diferentes técnicas de muestreo directas e indirectas aplicadas, lo que constituye un aporte valioso al conocimiento de la distribución de dichas especies en nuestro país.

Es bien sabido que el estudio de la ecología comportamental de una determinada especie es un proceso difícil que requiere mucho tiempo de muestreo. Más aún, cuando se requiere investigar especies que resultan esquivas frente al ser humano, como es el caso de los armadillos. A esto se suma la intención de no interferir con sus actividades naturales, para obtener una imagen que refleje de la mejor manera los distintos aspectos ecológicos. Por ello, en esta tesis, teniendo en cuenta la dificultad en la localización de los individuos y la captura de los mismos, se decidió el uso de recorridas a pie por el área de estudio, que cubrieran los distintos horarios del día, para analizar las variaciones que pudieran existir en función de los distintos parámetros ambientales, metodología altamente recomendada en casos similares.

Debido a sus características físicas, la presencia de un caparazón, sus hábitos solitarios, y a que muchos presentan actividad nocturna y ocupan hábitats con densa vegetación, resulta difícil el marcado permanente de los individuos para su seguimiento (Loughry y McDonough, 2001). Si bien los implantes de radiotransmisores han sido testeados con éxito para el estudio de comportamiento en *D. novemcinctus* (Hernández y col., 2010), la técnica presenta las dificultades y complicaciones típicas relacionadas con las actividades quirúrgicas en campo, por lo que en nuestro caso no podían aplicarse. Asimismo, el uso de indicadores directos de la presencia de armadillos en una determinada área ha sido testado por distintos investigadores, como Loughry y McDonough (1996), quienes utilizaron a los individuos atropellados por automóviles como indicadores poblacionales de *D. novemcinctus*. En el caso del presente trabajo, no existían elementos que permitan realizar este tipo de análisis, debido a que el área de estudio era un campo privado, con escaso tránsito de vehículos.

Es sabido que las diferencias en los desplazamientos temporales y espaciales entre especies simpátricas facilitan su coexistencia (Levin, 1999, 2003; Levin y Pacala, 1997), más aún en especies similares que resultan potenciales competidores (Carothers y Jaksic, 1984).

En este estudio en particular, las características del microhábitat utilizado por cada especie no resultó un parámetro que permita realizar una diferenciación de nicho entre las distintas especies de armadillos, sugiriendo un gran solapamiento espacial dentro del área de

estudio. Por ello, al no encontrarse diferencias en el uso de los distintos componentes del hábitat por las diferentes especies de armadillos coexistentes (salvo el ítem suelo desnudo en el caso de los peludos), se propone que el solapamiento entre ellas y la separación de nichos pueden estar solucionados a partir de otros parámetros ambientales o comportamentales.

El mayor número de avistajes de *C. villosus* en comparación a los de las otras tres especies presentes en el área de estudio, concuerda con los resultados obtenidos en otros estudios de armadillos en la provincia de Buenos Aires (Abba y col., 2007), donde el peludo resultó la especie más abundante. Esta especie se registra en todos los hábitats presentes en la provincia, tanto naturales como modificados, incluyendo áreas periurbanas (Abba y Vizcaíno, 2011). Su amplia distribución y abundancia combinadas con sus hábitos comportamentales han originado diversos conflictos con las actividades humanas, por lo cual es considerado una plaga para la actividad agrícola-ganadera. En relación con las otras especies de armadillos coexistentes, al presentar una mayor actividad durante los horarios nocturnos, evidencia una clara diferenciación de nicho. Esta diferenciación horaria podría ser importante para el mayor éxito de la especie, evitando la competencia con especies de comportamiento similar.

*D. hybridus*, categorizada como casi amenazada (Ojeda y col., 2012), ha sido poco estudiada en su hábitat natural (Abba y col., 2011), pero existen datos que aportan valiosa información sobre sus períodos de actividad en el sur de la provincia de Buenos Aires (Casanave y col., 2003) y un análisis de las distintas dimensiones del nicho y la segregación que ocurre con *Chaetophraactus vellerosus* en áreas de simpatria (Abba y Cassini, 2010). En nuestro trabajo sus avistajes fueron menores a los de *Z. pichiy*, con una actividad claramente diurna, ya que no se avistaron ejemplares en horarios de oscuridad. Esto concuerda con los datos obtenidos por Casanave y col. (2003) y Abba y col. (2011) para distintas áreas de la provincia de Buenos Aires. Sin embargo, la proporción de avistajes de esta especie a lo largo del año no mostró una baja durante las estaciones frías, lo cual pondría en duda el uso o desarrollo de una estrategia comportamental como el torpor para soportar las bajas temperaturas. Por otra parte, el relativamente pequeño rango de temperaturas en el que fueron realizados los avistajes de la especie, sugiere una probable relación entre la actividad y la termorregulación, como plantean Abba y col. (2011), en tanto que la proporción homogénea de avistajes de esta especie a lo largo del año no apoya la relación con la variación de los ítems alimenticios durante las estaciones del año, como plantean Abba y Cassini (2010).

*Z. pichiy* resultó menos frecuente que *C. villosus*, concordando con los datos obtenidos por Abba y col. (2010) para la parte central de la Patagonia, pero más frecuente que *D. hybridus*. Si bien el solapamiento en el horario de actividad con esta última resultó muy alto,

los resultados evidenciaron que *Z. pichiy* presentó una mayor amplitud en el rango de temperatura ambiental en el cual se registró actividad, lo cual sugiere que esta especie resistiría temperaturas más elevadas que *D. hybridus* y que las demás especies de armadillos.

Por todo lo expuesto, proponemos que los diferentes horarios de actividad y la temperatura ambiental actuarían como factores determinantes en la coexistencia de las cuatro especies de armadillos registradas en el área de estudio, permitiendo una diferenciación de nicho y disminución de la competencia directa por los recursos.

Los avistajes de *C. vellerosus*, del cual no se tenían reportes para el área de estudio, si bien fueron escasos, demostraron su presencia en la misma. Al respecto se menciona que esta especie ocupa en Argentina mayormente zonas áridas y semiáridas con poca humedad y suelos arenosos (Gregor, 1985; Abba y col., 2011), y que su distribución en la provincia de Buenos Aires no es abundante, resulta disjunta y está muy restringida, probablemente debido a la intensa actividad agrícola, alcanzando densidades altas (del orden de dos individuos por hectárea) solamente en la región costera del noreste de la provincia (Abba y Cassini, 2008; Abba y col., 2009; Abba y col., 2011).

Más allá de la abundancia de cada una de las especies en el área de estudio, las características fitogeográficas de la misma contribuyeron sin duda a que se dificultaran los avistajes de individuos de cada una de las especies. La predominancia de los componentes EGA y EGB no obstaculizó el avistaje de los ejemplares de armadillos a gran distancia y su posterior captura.

El mayor número de capturas de *C. villosus* puede estar relacionado con varios de los resultados obtenidos en el trabajo, en particular con su posible mayor abundancia en el área de estudio, su mayor tamaño comparado con las otras especies estudiadas o su alta afinidad por áreas con suelo desnudo.

Las medidas morfométricas registradas para las distintas especies durante las capturas claramente reflejan que se trataba de ejemplares adultos. La ausencia de diferencias significativas que permitan diferenciar entre sexos se relacionaría, tal vez, al relativamente bajo número de capturas para cada de ellas.

## Referencias

- Abba A.M., Vizcaíno S.F., Cassini M.H. 2007. "Effects of land use on the distribution of three species of armadillos in the Argentinean pampas". *Journal of Mammalogy*, 88(2):502–507.
- Abba A.M., Cassini M.H. 2008. "Ecology and conservation of three species of armadillos in the Pampas region, Argentina". En: Vizcaíno SF & WJ Loughry (eds) *Biology of the Xenarthra*: 300-305. University of Florida Press, Gainesville.
- Abba A.M., Cassini M.H. 2010. "Ecological differences between two sympatric species of armadillos (*Xenarthra*, *Mammalia*) in a temperate region of Argentina". *Acta Theriologica* 55(1):35-44.
- Abba A.M., Vizcaíno S.F. 2011. "Distribución de los armadillos (*Xenarthra*: *Dasypodidae*) en la Provincia de Buenos Aires, Argentina." *Mastozoología Neotropical*, 18(2):185-206, Mendoza.
- Abba A.M., Cassini G.H., Galliari F.C. 2011. "Nuevos aportes a la historia natural de la mulita pampeana *Dasypus hybridus* (*Mammalia*, *Dasypodidae*)". *Iheringia, Série Zoologia*, Porto Alegre, 101(4):325-335.
- Abba A.M., Cassini G.H., Cassini M.H., Vizcaíno S.F. 2011. "Historia natural del piche llorón *Chaetophractus vellerosus* (*Mammalia*: *Xenarthra*: *Dasypodidae*)". *Revista Chilena de Historia Natural* 84: 51-64.
- Abba A.M., Nabte M.J., Udrizar Sauthier D.E. 2010. "New Data on Armadillos (*Xenarthra*: *Dasypodidae*) for Central Patagonia, Argentina". *Edentata* no. 11(1).
- Abba A.M., Vizcaíno S.F., Cassini M.H. 2009. "Eto-Ecología y Conservación de Tres Especies de Armadillos (*Dasypus hybridus*, *Chaetophractus villosus* y *C. vellerosus*) en el Noreste de la Provincia de Buenos Aires, Argentina". *Edentata* no. 8–10.
- Abba A.M., Vizcaíno S.F., Cassini M.H. 2007. "Effects of land use on the distribution of three species of armadillos in the Argentinean pampas". *Journal of Mammalogy*, 88(2):502–507.
- Ancona K.A., Loughry W.J. 2009. "Time Budgets of Wild Nine-banded Armadillos". *Southeastern Naturalist*, 8(4):587–598.
- Bailey T.N. 1974. "Social organization in a bobcat population". *The Journal of Wildlife Management* 38:435-446.
- Cahan S.H., Blumstein D.T., Sundström L., Liebig J., Griffin A. 2002. "Social trajectories and the evolution of social behavior". *Oikos* 96:206-216.
- Carothers J.H., Jaksic F.M. 1984. "Time as a niche difference: the role of interference competition". *Oikos* 42:403–406.

- Casanave E.B., Manfredi M.C., Luengos Vidal E.M. 2003. "Ecología comportamental de los armadillos en un pastizal serrano". EDIUNS, Actas de las II Jornadas del SO Bonaerense 3:1-8.
- Erasmus B.F.N., van Jaarsveld A.S., Chown S.L., Kshatriya M., Wessels K.J. 2002. "Vulnerability of South African animal taxa to climate change". *Glob Change Biol* 8:679–693.
- Greegor D.H. 1985. "Ecology of the little hairy armadillo *Chaetophractus vellerosus*". En: Montgomery GG (ed) *The evolution and ecology of armadillos, sloths and vermilinguas*: 397-405. Smithsonian Institution Press, Washington & London.
- Hernández S.M., Gammons D.J., Gottdenker N., Mengak M.T., Conner L. M., Divers S.J. 2010. "Technique, Safety, and Efficacy of Intra-Abdominal Transmitters in Nine-Banded Armadillos". *Journal of Wildlife Management* 74(1):174–180.
- Hornocker M.G. 1969. "Winter territoriality in mountain lions". *The Journal of Wildlife Management* 33:457-464.
- Kerr J., Packer L. 1998. "The impact of climate change on mammal diversity in Canada". *Environ Monitor Assess* 49:263–270.
- Krebs J.R., Davies N.B. 1997. "The Evolution and Behavioural ecology". pp. 3-12 en J.R. Krebs, N.B. Davies, editores. *The Behavioural Ecology: An Evolutionary Approach*. Blackwell.
- Levin S.A., Pacala S.W. 1997. "Theories of simplification and scaling of spatially distributed processes". Pp. 271–295 in *Spatial ecology: the role of space in population dynamics and interspecific interactions* (D. Tilman and P. Kareiva, eds.). Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Levin S.A. 1999. "Fragile dominion: complexity and the commons". Perseus Books Group, Reading, Massachusetts.
- Levin S.A. 2003. "Complex adaptive systems: exploring the known, the unknown and the unknowable". *Bulletin of the American Mathematical Society* 40:3–19.
- Loughry W.J., Prodohl P.A., McDonough C.M. 2005. "The inadequacy of observation: Understanding armadillo biology with molecular markers". *Recent Res. Devel. Ecol.*, 3:55-73.
- Loughry, W.J., McDonough C.M. 1996. "Are road kills valid indicators of armadillo population structure?". *American Midland Naturalist* 135:53–59.
- Loughry, W.J., McDonough C.M. 2001. "Natal recruitment and adult retention in a population of Nine-banded Armadillos". *Acta Theriologica* 46:393–406.
- Macdonald D. 1995. *Collins European Mammals: Evolution and Behaviour*. Harper Collins Publishers Ltd, London.

- Mace R.D., Waller J.S. 1997. "Grizzly bear ecology in the Swan Mountains, Montana". Federal Aid in Wildlife Restoration Project W-101-R Final Report.
- Maher C.R., Lott D.F. 1995. "Definitions of territoriality used in the study of variation in vertebrate spacing systems". *Animal Behaviour* 49:1581-1597.
- McDonough C.M., Loughry W.J. 2006. "Armadillos". In the *New Encyclopedia of Mammals*, 2<sup>o</sup> ed.
- McDonough C.M., Loughry W.J. 2008. "Behavioral ecology of armadillos". Pp. 281–293, In S.F. Vizcaíno and W.J. Loughry (Eds.). *The Biology of the Xenartha*. University Press of Florida, Gainesville, FL. 370 pp.
- McNab B.K. 1980. "Energetics and the limits to a temperate distribution in armadillos". *Journal of Mammalogy* 61:606–627.
- Meynecke J.O. 2004. "Effects of global climate change on geographic distributions of vertebrates in North Queensland". *Ecol. Model* 174:347–357.
- Millsaugh J.J., Marzluff J.M. 2001. "Radio tracking and animal populations". Academic Press Inc., San Diego, United States.
- Ojeda R.A., Chillo V., Diaz Isenrath G.B. 2012. "Libro rojo de los mamíferos amenazados de Argentina". SAREM.
- Peterson A.T., Ortega Huerta M.A., Bartley J. 2002. "Future projections for Mexican faunas under global climate change scenarios". *Nature* 416:626–629.
- Powell R.A. 2000. "Animal home ranges and territories and home range estimators". pp. 65-110 en L. Boitani, T. Fuller, editores. *Research techniques in animal ecology: controversies and consequences*. Columbia University Press, New York, USA. Publishing, Oxford.
- Rossolino O.L., I.J. Pavlinov. 1974. "Sexual dimorphism in the development, size, and proportions of the skull in the pine marten". *Byull. Mosk. o-va-Ispyt. Prir Otd. Biol.* 79:23-35.
- White G.C., Garrott R.A. 1990. "Analysis of wildlife radiotracking data". Academic Press, New York.
- Wielgus R.B., Bunnell F.L. 1994. "Sexual segregation and female grizzly bear avoidance of males". *The Journal of Wildlife Management* 58:405-413.

## Capítulo IV

---

Utilización de cuevas y refugios

## Introducción

El comportamiento de excavación en vertebrados y, en particular, su uso para la construcción de refugios, ha sido responsable, desde el carbonífero, del éxito de muchas de las formas de vida actuales del reino animal. Las cuevas resultantes de este comportamiento varían en diámetro, profundidad y complejidad, e impactan sobre la geomorfología, hidrología, dinámica del suelo, patrones de vegetación y diversidad de la comunidad de animales a escalas que van desde micrositios hasta ecosistemas (Kinlaw, 1999).

El uso de cuevas en los mamíferos se encuentra ampliamente estudiado; la selección de las madrigueras puede estar influenciada tanto por la disponibilidad de las mismas (Bakker y Hastings, 2002; Bulova 2002), el microclima y los requerimientos comportamentales (Arnold y col., 1991; Wilbert y col., 2000; Bulova, 2002), como por la parición y las estrategias antipredatorias (Larivière y Messier, 1998; Spencer, 2002; Zabala y col., 2003). De hecho los mamíferos son los principales excavadores de cuevas, con diseños de construcción muy elaborados, con muchas bifurcaciones y recámaras (Kinlaw, 1999).

En el caso de los armadillos, las cuevas juegan un rol muy importante en su ecología funcional; generalmente las utilizan como sitios de anidación (Clark, 1951) como también para su termorregulación (Gause, 1980; McNab, 1980), escape de predadores (Breece y Dusi, 1985) y trampas para alimentos (Taber, 1945); asimismo, cavan en busca de ítems alimenticios invertebrados (Abba y col., 2005). Los Xenartros son homeotermos imperfectos lo cual hace que su temperatura varíe con el ambiente (Grassé, 1955; McNab, 1980, 1985; Boily, 2002). Por lo tanto la construcción de cuevas para ser utilizadas como sitios de descanso y cría puede ser consecuencia de la limitada capacidad termorreguladora de estas especies (MacNab, 1980, 1985). En la profundidad de las cuevas la temperatura es menos variable (Reichman y Smith, 1990). Por esta razón, es probable que las cuevas actúen como una forma de evitar el excesivo calor y frío ambiental, de minimizar la tasa de evaporación, la tasa metabólica y la pérdida de energía (Platt y col., 2004).

Se ha comprobado también que los armadillos pueden ahorrar el tiempo y energía usados para cavar sus cuevas utilizando ocasionalmente cuevas cavadas por otras especies (Kinlaw, 2006). Esto lleva a suponer que los armadillos además de tener su cueva principal o refugio, poseen cuevas accesorias que utilizan en determinados momentos de su vida. Es así que los estudios han demostrado que resulta típico observar, en los ambientes donde habitan los armadillos, un mayor número de cuevas que individuos (Kinlaw, 2006). Según McDonough y col. (2000) el número de cuevas en un determinado ambiente puede ser utilizado como una medida que refleja la preferencia de un armadillo por un hábitat en particular.

La topografía, que a su vez está vinculada con los factores edáficos, es el principal factor que explica la elección del lugar donde los armadillos cavan sus cuevas, ya que es a partir de allí donde se crean las condiciones de las cuales emergen las características de un determinado microhábitat (Arteaga y Venticinque, 2008).

En base a lo expuesto, se puede suponer que las características de los hábitats en los que se construyen las cuevas pueden afectar la supervivencia de las especies frente a predadores o disturbios (Grand, 2002; Mitchell y Lima, 2002; Spencer, 2002) o el acceso a recursos críticos (Rubin y col., 2002; Lyons y col., 2003). Por lo tanto, resulta fundamental analizar el hábitat circundante a las madrigueras ya que podría revelar importantes aspectos del comportamiento ecológico de las diferentes especies.

En este capítulo se analizan las características de las cuevas de los armadillos presentes en el área de estudio. Se caracterizan el macro y el microambiente en el que se encuentran y se investigan diferencias específicas en el uso de los mismos.

## Metodología

Para la identificación y caracterización de las cuevas de los distintos armadillos presentes en el área de estudio, se adaptó como metodología el reconocimiento de las mismas a partir de la presencia de individuos en las mismas (ver metodología en el Capítulo II - Comportamiento). Sólo se caracterizó el hábitat y se tomaron medidas de las cuevas en las que se avistaba algún individuo o de aquellas en las que se introducían los individuos luego de las capturas, ya que se los seguía a una distancia prudencial y se monitoreaban hasta que entraban en algún refugio. No se tuvieron en cuenta en las mediciones las entradas de cuevas presentes alrededor de aquellas identificadas con la presencia de individuos, debido a que no se tenía certeza de su utilización o comunicación interna, por lo que no se sabía si pertenecían al mismo sistema de cuevas o constituían refugios independientes. No se realizó el cavado o destrucción de las mismas para preservar el ambiente, evitando alteraciones en el comportamiento natural de las especies. En base a las posiciones de los avistajes y las de los refugios, se calculaba la distancia lineal recorrida por los individuos.

Para medir las cuevas se empleó una cinta métrica metálica graduada con la cual se registraba el alto y ancho de la entrada de la cueva, y la profundidad de la misma. Luego se compararon los valores medios las medidas entre especies a través de un test de DMS (diferencia medias significativas).

Con una brújula se registraba la dirección de la entrada con respecto al norte y su inclinación.

Con las medidas de las cuevas y los registros morfométricos de los ejemplares capturados se realizó un análisis de componentes principales y un biplot con el objetivo de encontrar un patrón que permita la identificación de la cueva a partir de sus características externas. Para ello se utilizaron el ancho total y el peso como medidas indicadoras del tamaño de los individuos para correlacionar con el ancho y alto de la entrada de las cuevas, para cada especie.

Además, se registraba la posición, fecha y hora exacta mediante el empleo de una unidad manual de GPS (E-TREX H Garmin) (error máximo aceptado 5 m), para luego volcar los datos a un mapa comparativo.

En el relevamiento preliminar del área de estudio, se reconocieron tres macrohábitats claramente diferentes por sus características composicionales: pastizal, monte y senderos. Además se tuvieron en cuenta las características y composición del microhábitat en un radio aproximado de 20 m. alrededor de la cueva: se asignaba un porcentaje aproximado de cobertura a cada componente del hábitat en el sitio de avistaje. Los ítems reconocidos fueron los siguientes: Estepa gramínea baja (EGB) (< 30 cm), Estepa gramínea alta (EGA) (> 30 cm), Suelo desnudo (SD), Arbusto (Arb), Otros (árboles, rocas, etc).

Para analizar la existencia de preferencias de hábitat en la selección o construcción de los refugios se utilizó el programa Arc View 9.3® (Castillo, 2010) para calcular la distancia mínima en metros desde cada cueva a caminos, arroyos y parches de monte. Asimismo, se determinaron las mismas distancias para puntos al azar uniformemente distribuidos (generados con el programa WPazar® en igual número que las madrigueras) y se buscaron diferencias entre las madrigueras y los puntos al azar con el método no paramétrico de Mann-Whitney (Castillo, 2010).

Adicionalmente, y para comparar el nivel de selectividad de ambientes para la ubicación de cuevas entre las distintas especies, se calculó el Índice S de selectividad de Duncan (1983):

$$S = \sum |U_i - A_i|$$

donde  $U_i$  representa el porcentaje de cuevas en un hábitat  $i$  y  $A_i$  el porcentaje de disponibilidad del hábitat  $i$  en el ambiente. Los valores de S varían entre 0 y 200, donde 0 indica selección nula y 200 máxima.

Para todos los procedimientos estadísticos se utilizó el programa SPSS® (SPSS Inc. 2008) y valores de  $p \leq 0,05$  se consideraron significativos (Castillo, 2010).

Se utilizaron imágenes satelitales de Google Earth® 1:25000 obtenidas para la estancia La Tapita. Estas imágenes fueron georeferenciadas con el programa Ozi explorer® v3.95.4i y posteriormente se definieron, identificaron y digitalizaron manualmente los distintos hábitats con el programa ArcGis 9.2 ® (ESRI 2005) (Castillo, 2010).

## Resultados

En base a las observaciones de individuos realizadas en el campo, se determinaron un total de 109 cuevas de armadillos habitadas (Fig. IV-1). Analizando sus características externas no se encontraron diferencias significativas (DMS  $p \leq 0,05$ ), en el tamaño de las cuevas de las distintas especies en estudio (tabla IV-1).

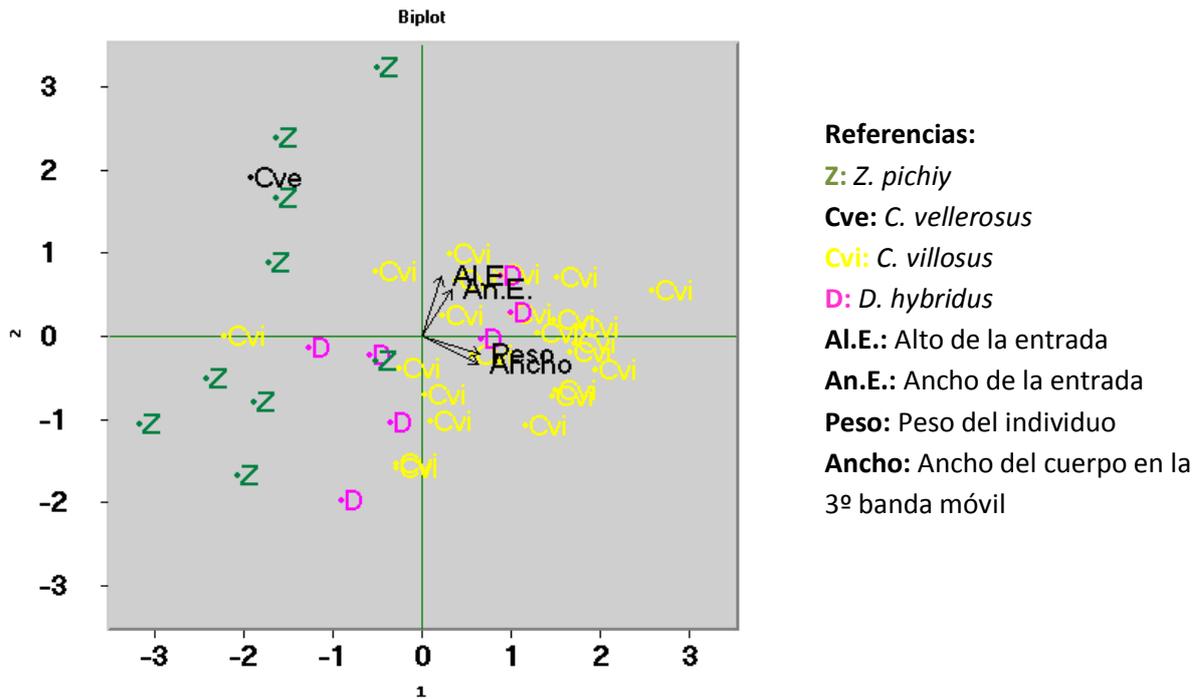


**Fig. IV-1.** Cueva de *C. villosus* identificada en el área de estudio.

	Nº Cuevas	Alto medio de la entrada (cm)	Error (cm)	Ancho medio de la entrada (cm)	Error (cm)
<i>C. vellerosus</i>	2	19,00	1,00	18,00	1,00
<i>C. villosus</i>	61	16,59	0,60	17,50	0,30
<i>D. hybridus</i>	19	17,74	1,28	18,21	0,59
<i>Z. pichiy</i>	27	15,70	0,77	17,33	0,67

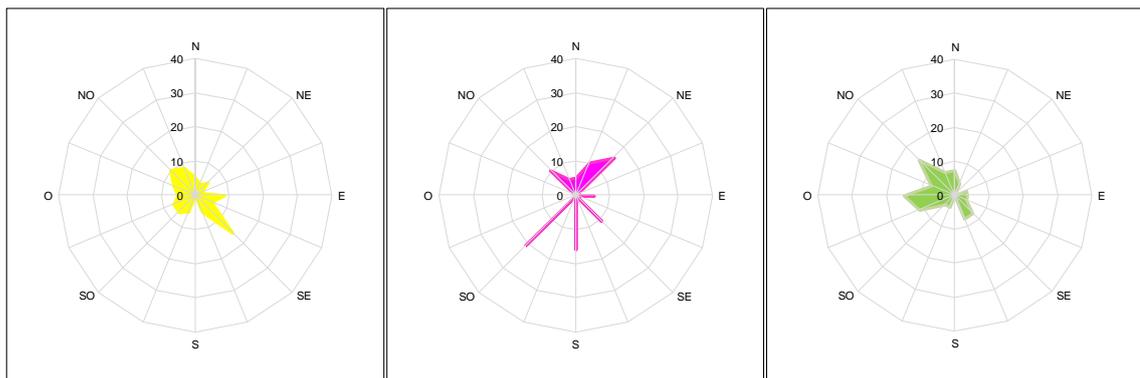
**Tabla IV-1.** Características externas de las cuevas registradas para cada una de las especies de armadillos.

Mediante el análisis de componentes principales para establecer si existía relación entre el tamaño de las cuevas y las medidas morfométricas de los individuos, se elaboró un biplot (Fig. IV-2). Este gráfico muestra que el primer componente principal se encuentra representado por las medidas de los individuos y permite separar a las distintas especies por tamaño. Por otra parte, el segundo componente del gráfico se asocia a las medidas de las cuevas y no muestra una separación clara entre las especies.



**Fig. IV- 2:** Biplot: 1º y 2º componente principal en relación a los diferentes parámetros comparados: Alto de la entrada, Ancho de la entrada, Peso del individuo, Ancho del cuerpo en la 3ª banda móvil y las cuatro especies estudiadas.

Analizando la orientación de la entrada de las cuevas pudo observarse una amplia variación para las cuevas asignadas a las distintas especies de armadillos. *D. hybridus* mostró un alto porcentaje de cuevas con orientación Noreste y Suroeste mientras que en *Z. pichiy* se observó una mayor orientación hacia el Oeste y Noroeste (Fig. IV- 3). *C. villosus* mostró porcentajes similares en todas las direcciones con mayor tendencia al Sureste.



**Fig. IV- 3:** Porcentaje de cuevas según la orientación de la entrada para *C. villosus*, *D. hybridus* y *Z. pichiy*.

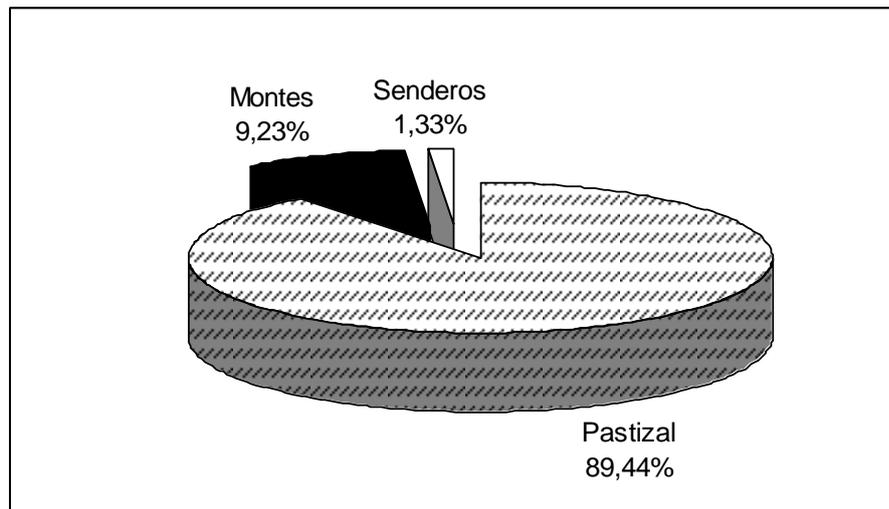
Posteriormente se analizaron las distancias entre los avistajes o capturas realizados y las cuevas identificadas para las distintas especies (aquellas en las que los ejemplares se encontraban o refugiaban), como una medida del desplazamiento que los individuos realizan durante los períodos de actividad desde su refugio (Tabla IV- 2).

ESPECIE	DISTANCIAS ENTRE AVISTAJE Y CUEVAS (mts.)				
	N	Media	Error	MAX	MIN
<i>C. vellerosus</i>	2	4,70	4,70	9,40	0
<i>C. villosus</i>	51	27,72	5,69	165,80	0
<i>D. hybridus</i>	18	28,78	11,81	142,50	0
<i>Z. pichiy</i>	23	14,68	6,87	140,30	0

**Tabla IV-2.** Distancia media, máxima y mínima entre el punto de avistaje del individuo y la cueva utilizada por el mismo.

Analizando los resultados se puede ver que *C. vellerosus* fue observado a poca distancia de sus cuevas, *Z. pichiy* mostró desplazamiento intermedio y *C. villosus* y *D. hybridus* fueron las especies que mostraron mayor desplazamiento desde sus cuevas hasta los sitios donde fueron observados los individuos.

Los tres macrohábitats identificados en el área de estudio presentaron diferente porcentaje de cobertura (Fig. IV- 4).



**Fig. IV- 4:** Cobertura de los diferentes hábitats reconocidos en el área de estudio.

Las zonas de pastizal constituyen áreas donde predominan los componentes EGA y EGB. Cubren una superficie aproximada de 582 ha. La mayor parte de estos sitios se encuentran cercados con alambre, formando cuadros que son utilizados para el pastoreo del ganado bovino.

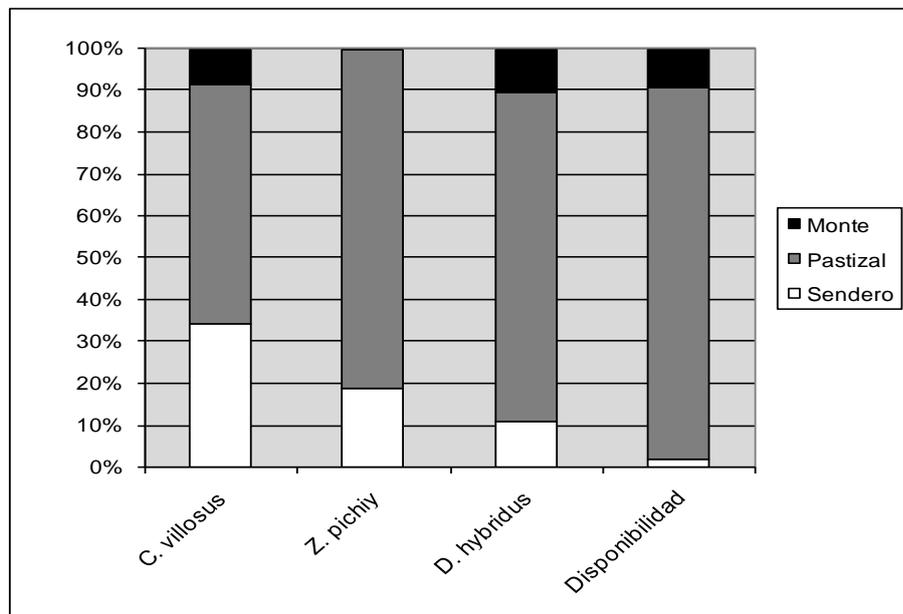
El monte está formado por parches aislados de caldén y chañar. Son lugares no utilizados para actividades de producción y por donde no circula el ganado. En total cubren una superficie de 60 ha.

Los senderos son los caminos marcados para la circulación de vehículos y maquinaria. Poseen un ancho promedio de 4 mts y se distribuyen en distintas porciones del área de estudio, cubriendo una superficie total aproximada de 8,66 ha. Además, estos senderos son

utilizados para el desplazamiento del ganado cuando se los moviliza de un cuadro de pastoreo a otro.

Debido al bajo número de cuevas de *C. vellerosus* registradas ( $n=2$ ) no se utilizaron para los análisis comparativos entre especies. Ambos sitios se encontraron en zona de pastizal, con alto porcentaje de cobertura de EGB y EGA.

En cuanto a los lugares precisos donde se encontraron las cuevas de *C. villosus*, *D. hybridus* y *Z. pichiy*, se analizaron en relación a los diferentes macrohábitats del área de estudio (Fig. IV- 5). El pastizal fue el macrohábitat más utilizado por las tres especies; asimismo, se encontró para *C. villosus* un alto número de cuevas sobre los senderos, en comparación a la baja disponibilidad de este hábitat en el área de estudio y también utilizó el monte; *Zaedyus* y *Dasyopus* utilizaron en forma similar el pastizal; pero *Zaedyus*, a diferencia de *Dasyopus*, no evidenció uso de cuevas en montes y, en cambio, usó en mayor proporción los senderos (Fig. IV- 5).

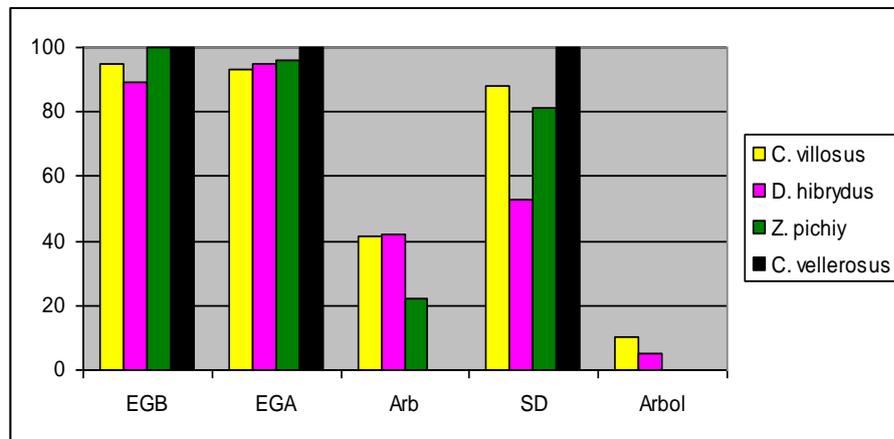


**Fig. IV-5:** Porcentaje de ocurrencia de las cuevas en los diferentes macrohábitats y su disponibilidad.

El índice de Duncan mostró una mayor selección de ambientes en el área de estudio para la ubicación de las cuevas de *C. villosus* ( $S=65,13$ ), mientras que para *Z. pichiy* y *D. hybridus* fue mucho menor ( $S=34,37$  y  $S=20,98$  respectivamente).

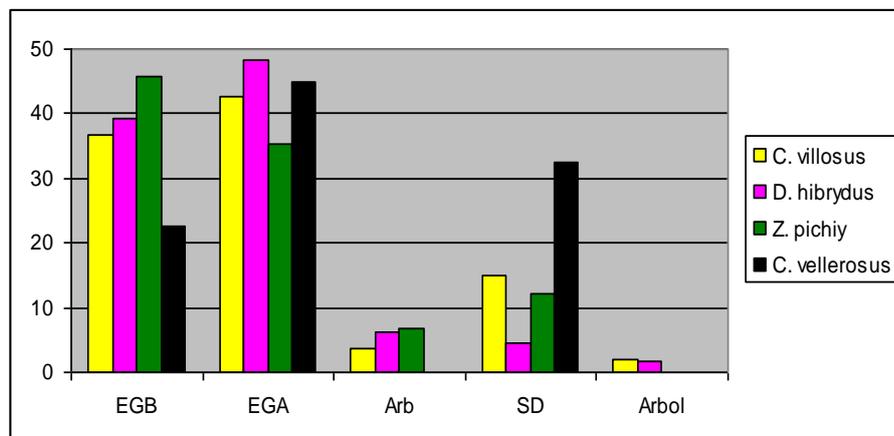
En cuanto a las características del microhábitat a 20 mts. alrededor de las cuevas, pudieron establecerse los distintos componentes observados durante la etapa de reconocimiento del área de estudio (Fig. IV- 6). Más del 90% de las cuevas de todas las especies presentaron los componentes EGB y EGA, predominantes en el área de estudio. La mayor parte de los sitios (más del 80%) donde fueron encontradas cuevas de peludos y pichis comunes

presentaron el ítem suelo desnudo. Ninguna cueva de armadillo analizada presentó el ítem agua dentro de la composición de su microhábitat.



**Fig. IV- 6:** Porcentaje de ocurrencia absoluta de los ítems del hábitat en los sitios con cuevas de armadillos

Teniendo en cuenta la frecuencia de ocurrencia relativa (cobertura) de los distintos ítems en los sitios donde se analizaron las cuevas de las diferentes especies, se elaboró el siguiente gráfico (Fig. IV- 7):



**Fig. IV- 7:** Porcentaje de ocurrencia relativa de los ítems del hábitat en los sitios con cuevas de armadillos

Aquí puede observarse que la cobertura de los diferentes sitios donde se analizaron las cuevas estaba dominada por EGB y EGA. En los sitios de cuevas de peludos puede verse una mayor cobertura de suelo desnudo, mientras que en los sitios con cuevas de pichi no se encontró el componente árbol. Nuevamente el ítem agua no está presente en los microhábitats con cuevas de armadillos.

Posteriormente se analizaron las distancias a los componentes más conspicuos del área: Arroyos, Montes y Senderos.

### Distancias a los arroyos

La mayor parte de las cuevas de las distintas especies se ubicaron a más de 300 mts de los arroyos. *C. villosus* fue la especie que mostró mayor proporción de cuevas más cercanas a este componente del hábitat (Fig. IV- 8, 9).

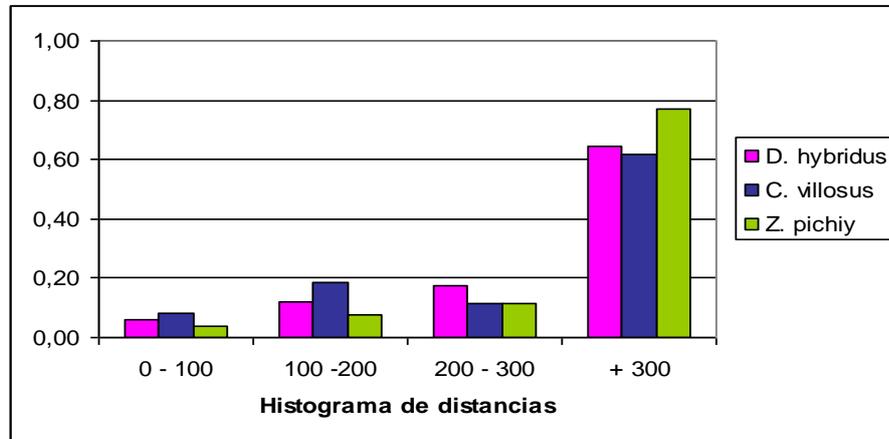


Fig. IV- 8. Distribución de las cuevas de cada especie según la distancia a los arroyos.

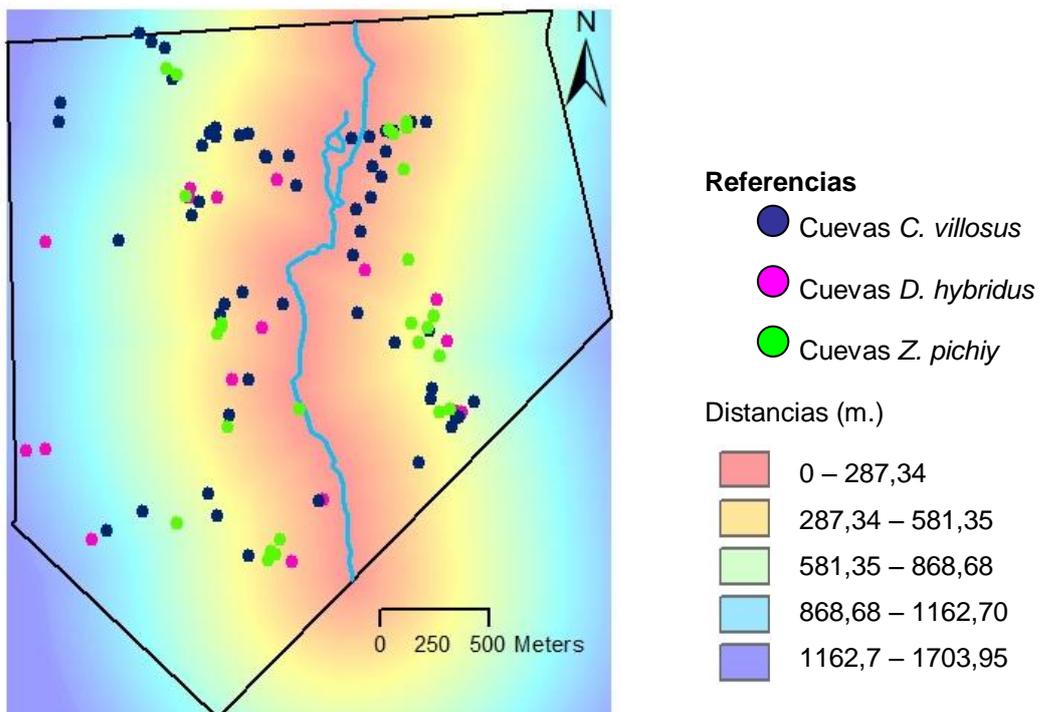


Fig. IV- 9. Ubicación de las cuevas de cada especie en relación a la distancia a los arroyos.

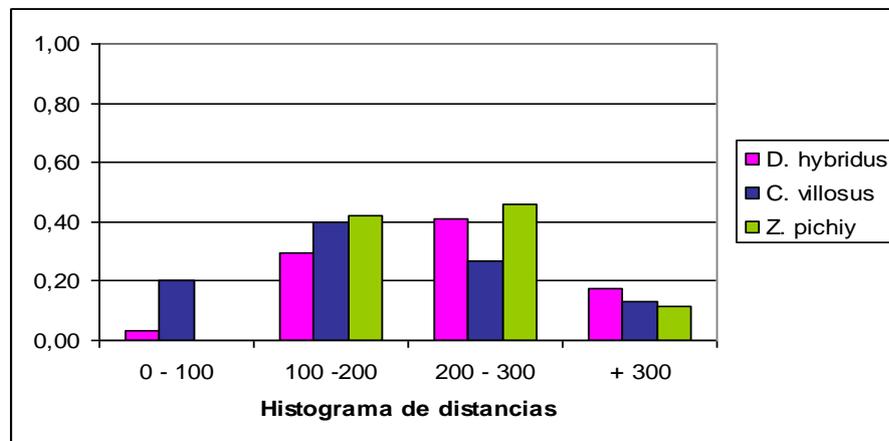
No se hallaron diferencias entre las madrigueras y los puntos al azar en las distancias al arroyo más cercano para *D. hybridus* ( $U = 136$ ,  $n1 = 17$ ,  $n2 = 17$ ,  $p = 0,77$ ) y *Z. pichiy* ( $U = 288$ ,  $n1 = 26$ ,  $n2 = 26$ ,  $p = 0,36$ ) (Tabla IV-3). Sin embargo, para *C. villosus* las cuevas estuvieron localizadas más cerca del arroyo ( $U = 1422,5$ ,  $n1=60$ ,  $n2=60$ ,  $p < 0,05$ ) que los puntos al azar.

Variable	Arroyo	
	Cuevas	Localizaciones al azar
<i>D. hybridus</i>	585,55 ± 379,24	626,75 ± 441,62
<i>Z. pichiyi</i>	418,05 ± 204,43	556,08 ± 389,81
<i>C. villosus</i>	429,12 ± 291,70	569,31 ± 374,53

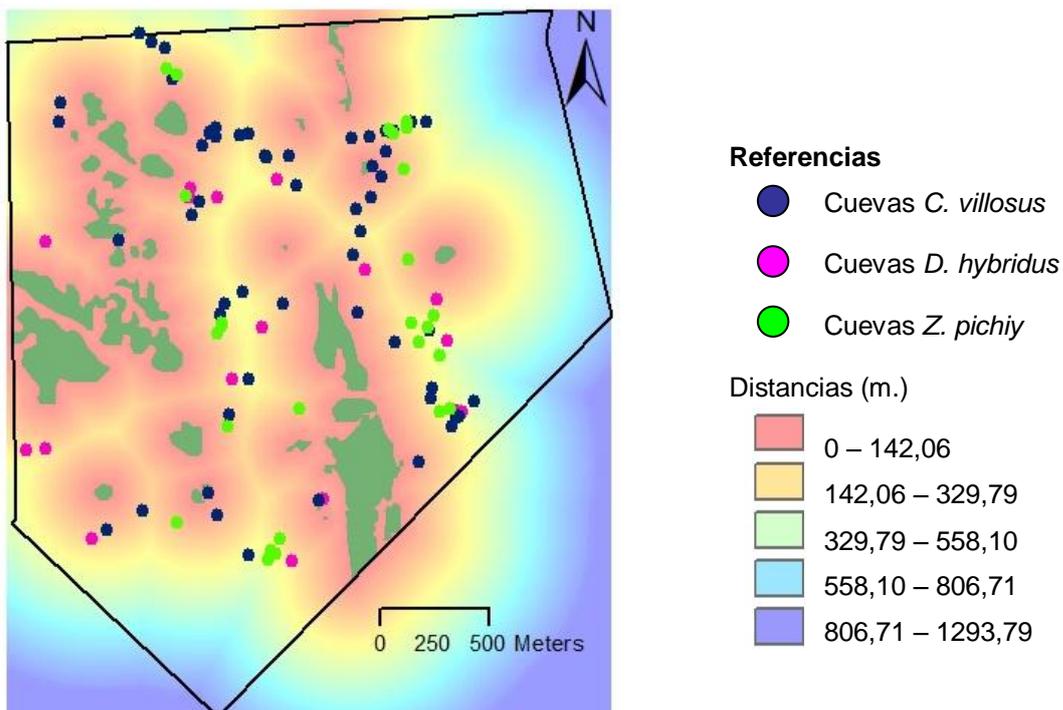
**Tabla IV-3.** Distancia media ± DE (m) desde los arroyos a las cuevas de 3 especies de armadillos y a localizaciones al azar en el área de estudio

#### Distancias a los montes

Para las tres especies se encontró que las cuevas se ubicaban en su mayoría a no más de 300 mts de distancia del parche de monte más cercano (Fig. IV- 10, 11). Las cuevas encontradas a menor distancia de los montes correspondieron a *Dasypus* y *Chaetophractus*.



**Fig. IV- 10.** Distribución de las cuevas de cada especie según la distancia a los montes.



**Fig. IV- 11.** Ubicación de las cuevas de cada especie en relación a la distancia a los montes.

Para *D. hybridus* ( $U = 130,5$ ,  $n1 = 17$ ,  $n2 = 17$ ,  $p = 0,63$ ) y *C. villosus* ( $U = 1654$ ,  $n1=60$ ,  $n2 =60$ ,  $p = 0,43$ ) no se encontraron diferencias en las distancias a los montes mas cercanos entre las cuevas y los puntos al azar (Tabla III-4). Por el contrario, las cuevas de *Z. pichiy* se localizaron más cercanas a los montes que los puntos al azar ( $U = 221$ ,  $n1 = 26$ ,  $n2 =26$ ,  $p < 0,05$ ).

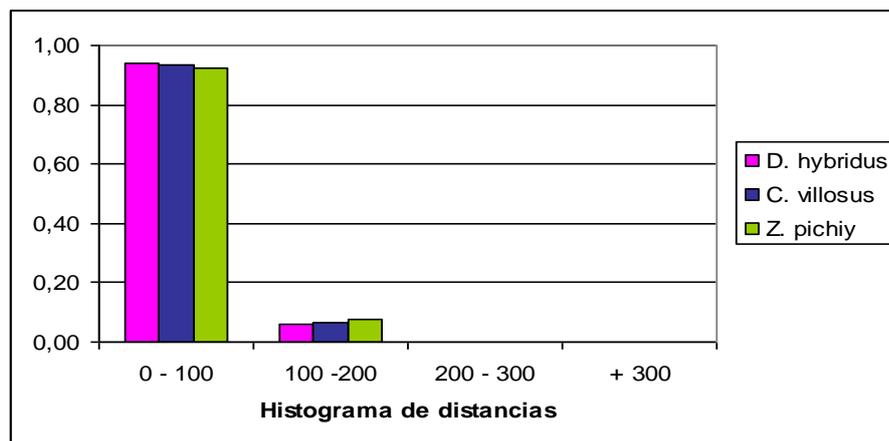
Variable	Montes	
	Cuevas	Localizaciones al azar
<i>D. hybridus</i>	209,38 ± 87,91	258,06 ± 191,93
<i>Z. pichiy</i>	213,57 ± 71,07	178,24 ± 177,65
<i>C. villosus</i>	176,80 ± 94,68	200,73 ± 195,13

**Tabla IV-4.** Distancia media ± DE (m) desde los montes a las cuevas de 3 especies de armadillos y a localizaciones al azar en el área de estudio

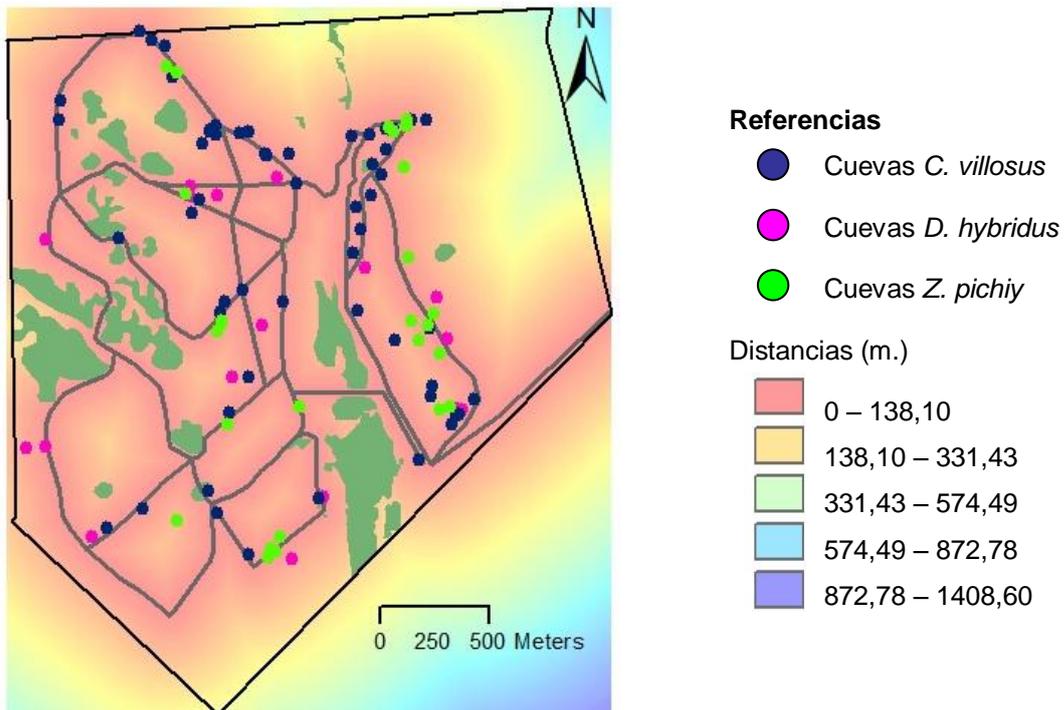
#### *Distancias a los senderos*

Las tres especies mostraron la mayor proporción de sus cuevas ubicadas a menos de 100 mts de los senderos y no más de 200 mts de los mismos (Fig. IV- 12, 13).

Analizando las distancias de las cuevas y los puntos al azar hacia los senderos, pudo observarse que tanto para *D. hybridus* ( $U = 56$ ,  $n1 = 17$ ,  $n2 = 17$ ,  $p = 0,005$ ) como *Z. pichiy* ( $U = 136,5$ ,  $n1 = 26$ ,  $n2 = 26$ ,  $p < 0,001$ ) y *C. villosus* ( $U = 943$ ,  $n1=60$ ,  $n2 =60$ ,  $p < 0,001$ ), los refugios se encontraron localizados más cerca de los senderos que los puntos tirados al azar (Tabla IV-5).



**Fig. IV- 12.** Distribución de las cuevas de cada especie según la distancia a los senderos.



**Fig. IV- 13.** Ubicación de las cuevas de cada especie en relación a la distancia a los senderos.

Variable	Senderos	
	Cuevas	Localizaciones al azar
<i>D. hybridus</i>	43,87 ± 36,42	135,70 ± 116,51
<i>Z. pichiy</i>	38,36 ± 30,42	119,02 ± 100,02
<i>C. villosus</i>	30,08 ± 23,29	117,87 ± 107,12

**Tabla IV-5.** Distancia media ± DE (m) desde los senderos a las cuevas de 3 especies de armadillos y a localizaciones al azar en el área de estudio

## Discusión

Los armadillos constituyen uno de los grupos de mamíferos que se caracteriza por la utilización de cuevas con diferentes objetivos, como ser sitios de refugio frente a predadores, del fuego y temperaturas extremas, reducen la pérdida de agua por evaporación, sirven como cámaras para nacimientos y, a menudo, proveen de una diversa fauna como recurso alimenticio (Platt y col., 2004).

El comportamiento cavador típico de los armadillos lleva a que las cuevas se conviertan en un indicador directo de la presencia y actividad de estas especies en una determinada área (Gregor, 1980). La identificación de individuos en la entrada de los refugios nos permite inferir su importancia como recurso ambiental. En la presente tesis, más allá del relativamente escaso número de cuevas registradas para cada especie, las distancias medias obtenidas entre los avistajes o capturas y las cuevas utilizadas en forma efectiva, apoyan la hipótesis de que las mismas pueden ser utilizadas como refugios o vías de escape rápido contra predadores.

Un factor a tener en cuenta en este trabajo es la coexistencia de diferentes especies de armadillos en el área de estudio. La presencia de armadillos simpátricos puede potencialmente afectar el tamaño de las poblaciones más allá de la presión de caza y la disponibilidad de recursos, como lo sugieren Loughry y Mcdonough (1998) y Mcdonough y col. (2000). Además, puede verse afectado el reconocimiento de las cuevas y llevar a confusiones. En el área de estudio no se encontraron evidencias que permitan identificar que el individuo que utilizaba un determinado refugio sea el responsable de su construcción o se encuentre utilizando la cueva de otra especie como lo observado en otros estudios (Machicote y col., 2004). Sin embargo, se observó que los individuos una vez liberados luego de las capturas, corrían hacia una cueva en particular, atravesando en su recorrido numerosas cuevas sin ingresar en ellas, o comenzaban a cavar una nueva. Si bien otros investigadores, como Abba en sus estudios en la provincia de Buenos Aires, pudieron identificar las cuevas de distintas especies en su área a través de restos en la entrada de las cuevas, huellas, profundidad y cantidad de recámaras en su interior (com. pers.) en este trabajo no fue posible. Al respecto, si bien se ha propuesto que las dimensiones de la entrada de las cuevas se encontrarían presumiblemente correlacionadas con el tamaño corporal (Mcdonough y col., 2000), existen variaciones en tamaño y forma debido a la edad de los individuos que las utilizan, y de ubicación, según las características del ambiente, lo que lleva a no existir un patrón que permita a simple vista determinar a qué especie corresponden. Autores como Arteaga y Venticinque (2010) expresaron que la dificultad de diferenciar las especies de armadillos a través de la morfometría de sus cuevas hizo imposible estudiar las respuestas diferenciales de las distintas especies a diferentes

variables topográficas estudiadas. En esta tesis no se pudieron identificar signos externos que revelen a cual de las especies de armadillos pertenecían las cuevas halladas y el análisis de componentes principales correlacionando las medidas de las entradas de las cuevas con el peso y el ancho del cuerpo de los individuos de cada especie, no permitieron reconocer un patrón que permita identificarlas. Sumado a esto, como una medida de protección de las especies y con el objetivo de preservar el ambiente sin alterar el comportamiento de las mismas, en este trabajo no se hicieron análisis que implicaran la destrucción de las cuevas para caracterizarlas por su estructura interna.

El conteo de las cuevas activas (con signos de presencia) en un área, puede ser utilizado para estimar el tamaño poblacional o la abundancia relativa de una especie. Sin embargo, hay que tener en cuenta que al menos algunos armadillos habitan múltiples cuevas (Mcdonough y col., 2000) o cuevas con múltiples entradas. Greigor (1985) estableció que las cuevas de *C. vellerosus* poseen numerosas entradas, mientras que las cuevas de *Dasypus* poseen además restos de pastos en su estructura (Zimmerman, 1990; Vizcaíno, 1990; González y col., 2001). Abba (2005), estudiando *C. villosus*, encontró que sus cuevas poseen una sola entrada y carecían de material de nidificación, similares resultados fueron encontrados para *E. sexcintus*, *P. maximus*, *C. unicintus*, y *C. tatouay* en Brasil (Carter y Encarnaçao, 1983). Sumado a esto, existen registros de que los armadillos cavan distintos números de cuevas, dependiendo del sustrato y condiciones del suelo (Taber, 1945), por lo que la densidad de cuevas puede no corresponde con el número de individuos. Por otra parte cavan diferentes tipos de cuevas, no sólo como refugio permanente (Breece y Dusi, 1985; Galbreath, 1982; Clark, 1951). La existencia de estas cuevas accesorias implica que, para emplear su conteo como un índice de la densidad de una población, deben hacerse ajustes que tengan en cuenta la relación entre la real densidad poblacional y la densidad de los rastros (Kinlaw, 2006). En esta tesis en particular, se observaron y capturaron individuos en la entrada de una cueva, y luego de liberados se desplazaron y refugiaron en cuevas diferentes, a varios metros del lugar inicial de captura, por lo que se descarta que sean entradas de un mismo sistema de cuevas y nos permite inferir que constituyen cuevas utilizadas con fines diferentes. Por estas razones, el conteo de cuevas registradas en el área de estudio no se utilizó como indicador de la densidad poblacional. Sin embargo, al identificarse las cuevas en base a los avistajes directos de los individuos en la entrada o cuando se los observaba ingresando a las mismas, se pudo establecer que el número de cuevas de *C. villosus* es mucho más abundante que el de las otras especies de armadillos presentes en el área.

Si bien no pudieron identificarse elementos que indiquen características propias de las cuevas de cada especie, analizando la orientación de la entrada de las cuevas asignadas a cada una, pudo observarse en *Z. pichiy* una preferencia hacia cuevas con su entrada orientadas en sentido oeste y noroeste, frente a *D. hybridus* que utilizó refugios con orientación suroeste y noreste, y en contraposición a *C. villosus* cuyos refugios presentaron una fuerte tendencia hacia el sureste. Al respecto, es importante destacar que en el área los vientos predominantes son del cuadrante noroeste, siendo la velocidad media anual del viento de 24 km/h (Fuente: Cátedra de meteorología - UNS). De todas formas, no pudo establecerse si la dirección del viento es determinante en la estructura de las cuevas debido a que no se intervino directamente sobre las mismas con el objetivo de alterar en la menor medida posible el comportamiento natural de las especies.

El índice de Duncan reveló en el área de estudio una mayor selectividad de ambientes para la especie *C. villosus*. Al respecto, McDonough y col. (2000), estudiando *D. novemcinctus*, consideran que existe una mayor predisposición a cavar las cuevas en sitios del área de actividad utilizados con mayor frecuencia, y Kinlaw (2006) propone que la observación de las cuevas refleja de una forma aproximada la preferencia de hábitat de cada especie en particular. Por esta razón el relevamiento de cuevas se realizó por transectas seleccionadas al azar, de forma tal de recorrer en forma similar y representativa todos los ambientes reconocidos en el área de estudio. Para *C. villosus* es destacable el alto número de cuevas sobre los senderos en relación a la baja disponibilidad de este recurso en el hábitat. El resto de las especies mostraron una mayor correlación entre el número de cuevas y la disponibilidad de ambientes, destacándose en general un alto número de refugios en las zonas de pastizal. Estas especies son típicamente fosoriales (Vizcaíno y Milne, 2002), por lo cual se espera que utilicen en forma más frecuente áreas con características físicas que reduzcan el esfuerzo de excavar (Arteaga y Venticinque, 2008). En relación a esto cabe destacar que en la zona Este del área de estudio, cercana a la ruta provincial 33, el suelo presenta afloramientos de roca caliza que hacen al suelo mucho más compacto y poco drenado, lo cual se correspondería con la falta de registros de cuevas de las distintas especies de armadillos.

Pudo observarse que la mayor parte de las cuevas se encontraron a más de 300 m del arroyo que atraviesa el área. Esto es curioso porque ciertos autores, como McDonough y col. (2000), proponen que los armadillos deberían cavar frecuentemente en sitios donde el suelo sea húmedo, porque facilitaría la excavación y proveería acceso a agua fresca. Estudiando las mismas especies en el este de la provincia de Buenos Aires, Abba y col. (2007) registró a *C. vellerosus* como la especie más especializada en la ubicación de las cuevas, utilizando los montes nativos de Tala, aunque, además, se desplazaba a zonas de pastizal para su alimentación. *Dasybus* fue registrada como una especie dependiente a

zonas de pastizal natural, evitando las áreas cultivadas, mientras que *C. villosus* fue encontrada en todos los tipos de hábitat identificados (pastizales naturales, pasturas, montes de Tala y de exóticas). En nuestra área de estudio, sólo se identificaron dos cuevas de *C. vellerosus*, las cuales se encontraron ubicadas en zonas de pastizal con predominio de EGA y EGB. Todas las especies utilizaron ambientes donde los componentes típicos del microhábitat fueron los más abundantes. No pudieron observarse diferencias significativas en cuanto a la cobertura de los diferentes componentes en los sitios con cuevas de las distintas especies, pero pudo observarse un mayor porcentaje de suelo desnudo en los sitios con cuevas de *C. villosus*. Esto podría ser un indicio de que los peludos prefieren las zonas de senderos para desplazarse más fácilmente mientras que el resto de las especies puede utilizar sitios más protegidos como una forma de defensa frente a los peligros, tanto de predadores naturales como la caza por parte de perros o el ser humano. A través de la interacción con los empleados de la estancia donde se realizó el trabajo, pudo establecerse que no existía persecución de los mismos hacia los armadillos, pero sí sabían que en los campos aledaños los cazaban para comer. Este es un factor que resultaría determinante en el comportamiento de estas especies en la provincia de Buenos Aires (Abba y col., 2007).

El predominio de EGA y EGB en los sitios donde se identificaron las cuevas, es una evidencia de la importancia fundamental del pastizal como recurso para las diferentes especies de armadillos. En esta área en particular, la presencia de las cuatro especies de armadillos podría indicar que el área aún conserva características ambientales adecuadas a pesar del creciente disturbio humano.

En función de los resultados creemos que el estudio de las cuevas y refugios de armadillos es fundamental a la hora de estudiar los parámetros ecológicos de las especies de armadillos y requiere aún mayor profundización para establecer parámetros que permitan la identificación y reconocimiento fehacientes de la presencia de determinadas especies en un área determinada.

## Referencias

- Abba A.M., Udrizar Sauthier D.E., Vizcaíno S.F. 2005. "Distribution and use of burrows and tunnels of *Chaetophractus villosus* (Mammalia, Xenarthra) in the eastern Argentinean pampas". *Acta Theriologica* 50 (1):115–124.
- Abba A.M., Vizcaíno S.F., Cassini M.H. 2007. "Effects of land use on the distribution of three species of armadillos in the argentinean pampas". *Journal of Mammalogy*, 88(2):502–507.
- Arnold W., Heldmaier G., Ortmann S., Pohl H., Ruf T., Steinlechner S. 1991. "Ambient temperatures in hibernacula and their energetic consequences for alpine marmots *Marmota marmota*". *Journal of Thermal Biology* 16:223-226.
- Arteaga M.C., Venticinqe E.M. 2008. "Influence of topography on the location and density of armadillo burrows (Dasypodidae: Xenarthra) in the central Amazon, Brazil". *Mamm. biol.* 73:262–266.
- Arteaga M.C., Venticinqe E.M. 2010. "Cuevas de Armadillos (Cingulata: Dasypodidae) en la Amazonía Central: Son Útiles para Identificar Especies?". *Edentata* Number 11:29-33. doi: <http://dx.doi.org/10.1896/020.011.0106>
- Bakker V.J., Hastings K. 2002. "Den trees used by northern flying squirrels (*Glaucomys sabrinus*) in southeastern Alaska". *Canadian Journal of Zoology* 80:1623-1633.
- Boily P. 2002. "Individual variation in metabolic traits of wild nine-banded armadillos (*Dasypus novemcinctus*), and the aerobic capacity model for the evolution of endothermy". *The Journal of Experimental Biology* 205 (20):3207–3214.
- Breece, G.A., Dusi J.L. 1985. "Food habits and home ranges of the common long-nosed armadillo *Dasypus novemcinctus* in Alabama". Pp. 419–427, *In* G.G. Montgomery (Ed.). *The Evolution and Ecology of Armadillos, Sloths, and Vermilinguas*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC. 451 pp.
- Bulova S.J. 2002. "How temperature, humidity, and burrow selection affect evaporative water loss in desert tortoises". *Journal of Thermal Biology* 27:175-189.
- Carter T.S., Encarnaçao C.D. 1983. "Characteristics and use of burrows by four species of armadillos in Brazil". *Journal of Mammalogy* 64:103–108.
- Castillo D.F. 2010. "Ecología espacial, temporal y trófica del zorrino (*Conepatus chinga*) en un área natural y un área de uso agrícola". Tesis de doctor en Biología, UNS. Pp. 1-277.
- Clark W.K. 1951. "Ecological life history of the armadillo in the eastern Edwards Plateau region". *Am. Midl. Nat.* 46, 337–358.

- 
- Duncan P. 1983. "Determinants of the use of habitat by horses in a Mediterranean wetland". *Journal of Animal Ecology* 52:93-109.
  - Galbreath G.J. 1982. "Armadillo, *Dasypus novemcinctus*". Pp. 71–79, In J.A. Chapman and G.A. Feldhamer (Eds.). *Wild Mammals of North America*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD. 1147 pp.
  - Gause G.E. 1980. "Physiological and morphometric responses of the nine-banded armadillo (*Dasypus novemcinctus*) to environmental factors". Tesis Doctoral. University of Florida.
  - González E.M., Soutullo A., Altuna C.A. 2001. "The burrow of *Dasypus hybridus* (Cingulata: Dasypodidae)". *Acta Theriologica* 46:53–59.
  - Grand T.C. 2002. "Foraging-predation risk trade-offs, habitat selection, and the coexistence of competitors". *American Naturalist* 159:106-112.
  - Grassé P.P. 1955. "Ordre des Edentés, Ordre des Pholidotes". In: *Traité de Zoologie: anatomie, systématique, biologie*. Masson Press, Paris:17(2):1182–1284.
  - Greigor D.H. Jr. 1980. "Preliminary study of movements and home range of the armadillo *Chaetophractus vellerosus*". *Journal of Mammalogy* 61:334–334.
  - Greigor D.H. Jr. 1985. "Ecology of the little hairy armadillo *Chaetophractus vellerosus*". In: *The evolution and ecology of armadillos, sloths and vermilinguas*. G.G. Montgomery, ed. Smithsonian Institution Press, Washington, DC:397–405.
  - Kinlaw A. 1999. "A review of burrowing by semi-fossorial vertebrates in arid environments". *Journal of Arid Environments* 41:127-145.
  - Kinlaw A.E. 2006. "Burrow Dispersion of Central Florida Armadillos". *Southeastern Naturalist* 5(3):523–534
  - Larivière S., Messier F. 1998. "Spatial organization of a prairie striped skunk population during the waterfowl nesting season". *The Journal of Wildlife Management* 62:199-204.
  - Loughry W.J., McDonough C.M. 1998. "Comparisons between nine banded armadillo (*Dasypus novemcinctus*) populations in Brazil and the United States". *Rev. Biol. Trop.* 46:1173-1183.
  - Lyons A.L., Gaines W.L., Servheen C. 2003. "Black bear resource selection the northeast Cascades, Washington". *Biological Conservation* 113:55-62.
  - Machicote M., Branch L.C., Villarreal D. 2004. "Burrowing owls and burrowing mammals: are ecosystem engineers interchangeable as facilitators?". *OIKOS* 106:527-535.
  - MacNab B.K. 1980. "Energetic and the limits to a temperate distribution in armadillos". *Journal of Mammalogy* 61:606–627.

- MacNab B.K. 1985. “Energetic, population biology, and distribution of xenarthrans, living and extinct”. In: The evolution and ecology of armadillos, sloths and vermilinguas. G. G. Montgomery, ed. Smithsonian Institution Press, Washington, DC: 219–232.
- McDonough C.M., DeLaney M.A., Le P.Q., Blackmore M.S., Loughry W.J. 2000. “Burrow characteristics and habitat associations of armadillos in Brazil and the United States of America”. *Rev. Biol. Trop.*, 48(1):109-120.
- Mitchell W.A., Lima S.L. 2002. “Predator-prey shell games: large-scale movement and its implications for decision-making by prey”. *Oikos* 99:249-259.
- Platt S.G., Rainwater T.R., Brewer A.W. 2004. “Aspects of the burrowing ecology of nine banded armadillos in Northern Belize”. *Mamm. Biol.* 69(4):217-224.
- Reichman O.J., Smith S. 1990. “Burrows and burrowing behavior by mammals”. In: *Current Mammalogy*. Ed. by H.H. Genoways. New York: Plenum Press. Pp 197-244.
- Rubin E.S., Boyce W.M., Stermer C.J., Torres S.G. 2002. “Bighorn sheep habitat use and selection near an urban environment”. *Biological Conservation* 104:251-263.
- Spencer R.J. 2002. “Experimentally testing nest site selection: fitness trade-offs and predation risk in turtles”. *Ecology* 83:2136-2144.
- Taber F.W. 1945. “Contribution on the life history and ecology of the nine-banded armadillo”. *Journal of Mammalogy* 26: 211–226.
- Vizcaíno S.F. 1990. “Sistemática y evolución de los Dasypodinae bonaparte, 1838 (Mammalia, Dasypodidae)”. PhD thesis. Resúmenes 1986–1990. Facultad de Ciencias Naturales y Museo Universidad Nacional de La Plata. Tesis 553: 327–331.
- Vizcaíno S., Milne N. 2002. “Structure and function in armadillo limbs (Mammalia: Xenarthra: Dasypodidae)”. *J. Zool. Soc. London* 257:117–127.
- Wilbert C.J., Buskirk S.W., Gerow K.G. 2000. “Effects of weather and snow on habitat selection by American martens (*Martes americana*)”. *Canadian Journal of Zoology* 78:1691-1696.
- Zabala J., Zuberogoitia I., Garin I., Aihartza J. 2003. “Landscape features in the habitat selection of European mink (*Mustela lutreola*) in south-western Europe”. *Journal of Zoology* 260:415-421.
- Zimmerman J.W. 1990. “Burrow characteristics of the nine-banded armadillo, *Dasypus novemcinctus*”. *The Southwestern Naturalist* 35:226–227.

# Capítulo V

---

Ecología trófica

## Introducción

Un aspecto fundamental de la ecología de los mamíferos es la relación entre estos y los recursos alimentarios (Mills, 1992). El conocimiento de la dieta y los hábitos alimenticios permite comprender las relaciones entre predador y presa (Milne y col. 1989), y entre especies coexistentes y posibles competidoras. Por otra parte, posibilita determinar un eventual impacto económico y ecológico, esto último en referencia al procesamiento y destino de la biomasa disponible en un ecosistema determinado (Crespo, 1971). Conocer la dieta y hábitos alimenticios de un animal posibilita además, mediante la adición de información acerca del uso de los recursos espaciales y la demografía, comprender las estrategias que el mismo ha desarrollado para sobrevivir y desenvolverse en el ambiente que habita (Cantú Salazar y col., 2002). Estudios sistemáticos y detallados de la dieta de armadillos en condiciones naturales son necesarios para un análisis fino de sus patrones de especialización trófica (Dalponte y Tavares-Filho, 2004).

Distintos autores predicen que los animales seleccionarán aquellas presas cuyo consumo resulte en una cantidad de energía igual o mayor que la invertida en localizar, capturar y consumir esas presas (Pyke y col., 1977) y que cambiarán a presas alternativas cuando los alimentos preferidos no estén disponibles (Taylor, 1984). En relación a esto, la probabilidad de que el animal consuma una presa abundante es mayor que la probabilidad de consumir una presa menos abundante. De esta forma la proporción de una presa particular en la dieta debe reflejar su abundancia. Según Jacksic (1989), un predador que consume las presas en una proporción similar a la abundancia de estas en el ambiente es un oportunista, mientras que si selecciona alguna presa en particular se lo considera selectivo. Asimismo, si la amplitud del nicho trófico es amplia se denomina generalista, si el nicho es estrecho, es un especialista.

En el caso de las 21 especies de armadillos (Dasypodidae, Xenarthra), presentan destacadas variaciones en el tamaño, distribución geográfica y patrones alimenticios, y pueden ser divididos, según los estudios realizados hasta el momento, en cuatro grupos, de acuerdo a sus especializaciones alimenticias (Dalponte y Tavares-Filho, 2004): Carnívoros/omnívoros (*Chaetophractus*, *Euphractus* y *Zaedyus*), insectívoros generalistas (subterráneos) (*Chlamyphorus*), insectívoros generalistas (terrestres) (*Dasypus*), e insectívoros especialistas (hormigas y termitas) (*Priodontes*, *Cabassous* y *Tolypeutes*) (Redford, 1985).

Para la determinación de la dieta de un gran número de mamíferos, se han empleado básicamente dos métodos: análisis del contenido estomacal y análisis de heces. Ambos métodos poseen ventajas y desventajas. Con respecto al primero, la principal desventaja es que implica el sacrificio del animal, con lo que se está introduciendo un impacto sobre la

población que se desea estudiar; además, es generalmente bajo el número de muestras que se puede obtener. Entre las ventajas, podemos mencionar que es un método que proporciona en forma rápida datos de buena calidad de la dieta que se está tratando de determinar, ya que los distintos ítems alimenticios que se encuentran en la cavidad estomacal han sufrido, generalmente, un escaso proceso de digestión. En el caso del análisis de las heces, los restos de cada animal o vegetal que ha sido ingerido son eliminados después de haber concluido el proceso de digestión. Este análisis presenta la desventaja de que algunas presas (aves e invertebrados muy pequeños o de cuerpo blando) generalmente se subestiman (Wroot, 1985; Reynolds y Aebischer, 1991). La principal ventaja del análisis de las heces radica en que es un método rápido y económico, muy poco intrusivo, que puede ser complementado con otros tipos de estudio (por ejemplo, acerca de las relaciones presa-predador), es útil para realizar comparaciones entre distintas áreas y, además, es adecuado para estudiar la dieta de animales esquivos (Hockman y Chapman, 1986; Reynolds y Aebischer, 1991; Cavallini y Volpi 1996).

En este capítulo nos proponemos describir la composición de la dieta de las especies de armadillos presentes en el área de estudio, a través del análisis de las muestras de materia fecal recolectadas en el campo.

## Metodología

### Recolección y almacenamiento de las muestras de materia fecal

El análisis de la dieta de los armadillos presentes en el área de estudio puede dividirse en dos etapas bien diferenciadas de trabajo.

En primer lugar debemos abordar el período de colecta de las muestras de materia fecal, que comprendió desde Junio de 2004 hasta Octubre de 2007. El muestreo se realizó en campañas mensuales por lo que se cubrieron todas las estaciones del año durante el período de estudio.

La colecta de materia fecal fue realizada durante las recorridas que se efectuaban dentro del área de estudio en búsqueda de evidencias, empleando transectas fijas previamente establecidas. Debido a que las condiciones de vegetación del ambiente muestreado no permitieron la identificación y colecta de muestras fecales aisladas, y para evitar cometer errores a la hora de colectar una muestra e identificar a que especie correspondía, en cada oportunidad en que se capturaba un individuo se esperaba a que defecaran y se colectaban las muestras de materia fecal. De esta forma se redujo el error en la identificación de la especie a la que pertenecía y pudo relacionarse cada muestra con el sexo (Fig. V- 1).

Una vez recolectada, la posición en que se colectó cada muestra de materia fecal fue registrada con precisión, con la ayuda de un GPS, para ser volcada posteriormente en un mapa de distribución. En el mismo momento de la colecta se realizó una descripción del ambiente en que se encontraba la muestra, tomando en consideración un radio de 20 mts. alrededor de la evidencia.



**Fig V-1.** Colecta de materia fecal de un individuo de *Z. pichiy*.

Todas las muestras fecales de campo fueron recolectadas y almacenadas en envases plásticos y se las mantuvo cerradas hasta su análisis en laboratorio. Cada evidencia fue debidamente rotulada indicando el lugar de recolección, la fecha y la especie a la cual correspondía la hez. Una vez en el laboratorio, para la preservación de todos sus componentes y evitar la proliferación de hongos debido a la humedad de la muestra, fueron secadas en estufa a 30°C hasta que su peso no mostrara variación (empleando una balanza de precisión Scout pro–400x0,01 g), y se almacenaron en bolsas de papel rotuladas dentro de un freezer (-20°C).

### **Análisis de las muestras de materia fecal**

La segunda etapa del estudio de la dieta de los armadillos consistió en el análisis propiamente dicho de las muestras de materia fecal recolectadas. Las mismas fueron analizadas en el laboratorio de Fisiología Animal del Dpto. de Biología, Bioquímica y Farmacia de la UNS para determinar los hábitos alimenticios de las especies de armadillos, siguiendo un protocolo previamente establecido, testado y puesto a punto por miembros del Grupo de Ecología Comportamental de Mamíferos, a través del análisis de muestras de heces de otras especies de mamíferos en estudio. Los pasos de la metodología empleada para el análisis fueron los siguientes:

- 1- Se registró el diámetro de la hez con un calibre metálico de 0,02 mm de precisión.
- 2- Se registró su peso seco en gramos con una balanza de precisión (Scout pro–400x0,01 g).
- 3- Luego se procedió a la medición de su volumen a través de su colocación dentro una probeta graduada con agua ( $\pm$  5 ml.) y se determinó el volumen de líquido desplazado.
- 4- Posteriormente las heces fueron volcadas en una bandeja y se procedió a la desintegración y disgregación cuidadosa de todos sus componentes bajo agua, empleando pinzas histológicas para no dañar el material.
- 5- Empleando un tamiz de tamaño de malla de 0,5 mm (Reynolds y Aebischer, 1991) el líquido conteniendo el material desintegrado se filtró para separar la materia orgánica del resto de los componentes, y se calculó su volumen.
- 6- Los componentes que quedaron atrapados en el tamiz se volcaron a una caja de petri, donde se separaron los fragmentos macro y microscópicos empleando pinzas y agujas de disección, y se clasificaron en categorías empleando una lupa.
- 7- Los distintos fragmentos encontrados se colocaron en cajas de petri y se realizó la separación, determinación y evaluación parcial de los restos hallados.

Los restos encontrados en las heces estudiadas fueron analizados teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

A- *Frecuencia de Ocurrencia Absoluta (FA)*: Se obtiene con el número de heces que contienen un determinado ítem presa, dividido por el número total de fecas analizadas (Bowland y Perrin, 1993; Cavallini y Volpi, 1996; Farias y Kittlein, 2007). Debido a que algunas heces contienen más de un ítem, la suma de las proporciones obtenidas puede exceder el valor 1. Esta expresión del resultado informa sobre la importancia de los diferentes tipos de presa o ítems alimenticios en la dieta del animal como fuente regular de alimento.

B- *Frecuencia de Ocurrencia Relativa (FR)*: Se calcula dividiendo la proporción de cada ítem presa sobre el total de ítems de la muestra. La frecuencia relativa de cada ítem depende del nivel taxonómico empleado y de la frecuencia de los otros ítems (Cavallini y Volpi, 1996). Este parámetro informa la importancia que posee un tipo de particular de ítem presa en relación a los otros ítems observados en las heces.

Con estos valores se calcularon el índice de solapamiento de Pianka (1973) entre las especies de armadillos y el índice de amplitud de nicho trófico de Levins (1968) para cada una de las especies:

*Índice de Pianka:*

$$\alpha = \frac{\sum p_i q_i}{(\sum p_i^2 \sum q_i^2)^{1/2}}$$

donde  $p_i$  es la frecuencia relativa del ítem  $i$  en la dieta de una especie y  $q_i$  es su frecuencia relativa en otra especie. Este índice genera valores entre cero y uno, representando completa disimilitud y completa similitud, respectivamente (Jaksic y Yáñez.,1983).

*Índice de Levins:*

$$B = 1/(\sum p_i^2)$$

donde  $p_i$  es la frecuencia relativa de un ítem  $i$  en la dieta. Este índice genera valores entre 1 y  $n$  ( $n$  = al número total de ítems).

C- *Estimación del porcentaje en volumen*: Empleando una grilla que se colocaba por debajo de las cajas de petri donde se encontraban los restos identificados en las heces, se estimaba el porcentaje de volumen de cada categoría o ítem observado, en el volumen total de los restos. Los datos fueron agrupados en seis clases de volumen: 0-5%, 6-25%, 26-50%, 51-75%, 76-95% y 96-100%. Posteriormente, para su análisis, a cada dato incluido en

cada clase se le atribuyó el valor medio de la misma. De esta manera se trata de reducir al mínimo la subjetividad del observador (Kruuk y Parish, 1981; Calisti y col., 1990). Con estos datos se calculó el aporte promedio relativo en volumen que brinda cada ítem en el total de las heces de una determinada especie.

D- *Estimación del Peso medio de los restos*: una vez secada, cada categoría alimenticia se pesaba en una balanza electrónica de precisión (Scout pro–400x0,01 g). Con este dato, se puede estimar el aporte promedio relativo en términos de biomasa que brinda un determinado ítem al total de la muestra para una especie dada (Corbett, 1989; Reynolds y Aebischer, 1991).

Para determinar la importancia de los diferentes ítems presa en la dieta, minimizando los sesgos individuales de los distintos parámetros, se calculó el índice de Importancia relativa (IIR) (Pianka y col., 1971; Paltridge, 2002; Home y Jhala, 2009). Dicho índice se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{IIR} = (\text{Frecuencia Relativa} + \text{Aporte en Volumen}) \times \text{Frecuencia Absoluta}$$

y puede asumir valores que varían entre 0 y 20000 (0 cuando no se encuentra ningún ítem en la dieta y 20000 cuando la dieta compuesta por una sola presa). Se calcularon los valores de IIR obtenidos para cada ítem presa y los mismos fueron re-muestreados llevando a cabo 1000 simulaciones por medio del programa R 2.7.1. Así se generaron medias e intervalos de confianza al 95%.

Los métodos utilizados en esta tesis se consideran adecuados para obtener una buena representación de los hábitos alimenticios (Ciucci y col., 1996), puesto que permiten observar la importancia relativa de los componentes y comparar con otros estudios. Debido a que el número de individuos presa consumidos no siempre se correlaciona con el número de individuos detectados después de la digestión (Floyd y col., 1978), el número de individuos presa por muestra no se usó en el análisis de los datos.

## Resultados

Las heces fueron recolectadas durante las capturas de los individuos de las distintas especies, debido a la dificultad de observación e identificación específica de muestras durante las recorridas. Esta metodología permitió, además, evitar confusiones en el reconocimiento e identificación de la especie a la cual correspondía la muestra de materia fecal.

Se colectaron en total 68 muestras de materia fecal correspondientes a tres especies de armadillos (*D. hybridus* n=7, *C. villosus* n=47, *Z. pichiy* n=14). La mayor cantidad de muestras de *C. villosus* en proporción al resto de las especies se relaciona con el mayor número de avistajes y capturas realizadas durante el período de estudio. En consecuencia, en este capítulo se presentarán los datos en forma comparativa de las tres especies estudiadas, aunque consideramos que el número de muestras analizadas para *Z. pichiy* y *D. hybridus* no resulta significativo para el análisis de los hábitos alimenticios de ambas especies.

Al analizar todas las muestras de materia fecal pudieron reconocerse un total de 7 ítems alimenticios:

- Coleópteros
- Himenópteros
- Ortópteros
- Plumas
- Material vegetal
- Larvas
- Otro (elementos no identificables)

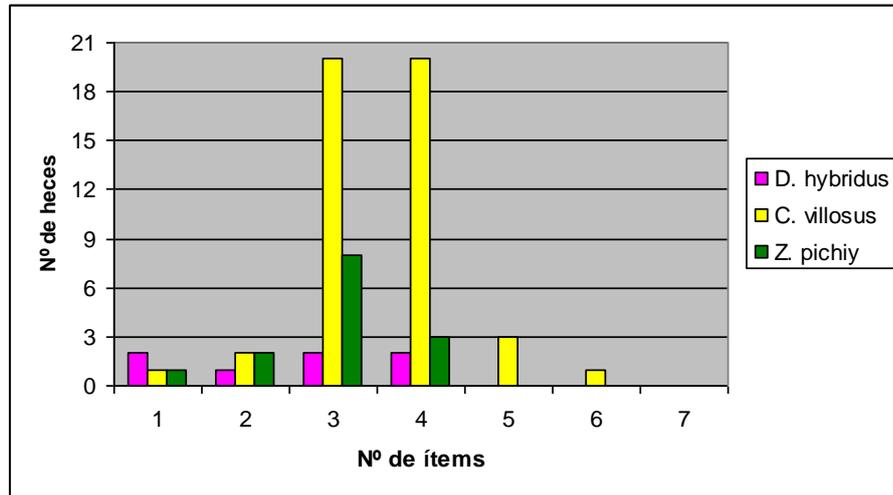
El número promedio de ítems en las heces resultó similar en las heces de las tres especies ( $p < 0,05$ ) (Tabla V-1).

Especie	Nº de heces	Nº promedio ítems $\pm$ DE
<i>Dasypus hybridus</i>	7	2,57 $\pm$ 1,27
<i>Chaetophractus villosus</i>	47	3,53 $\pm$ 0,86
<i>Zaedyus pichiy</i>	14	2,93 $\pm$ 0,83

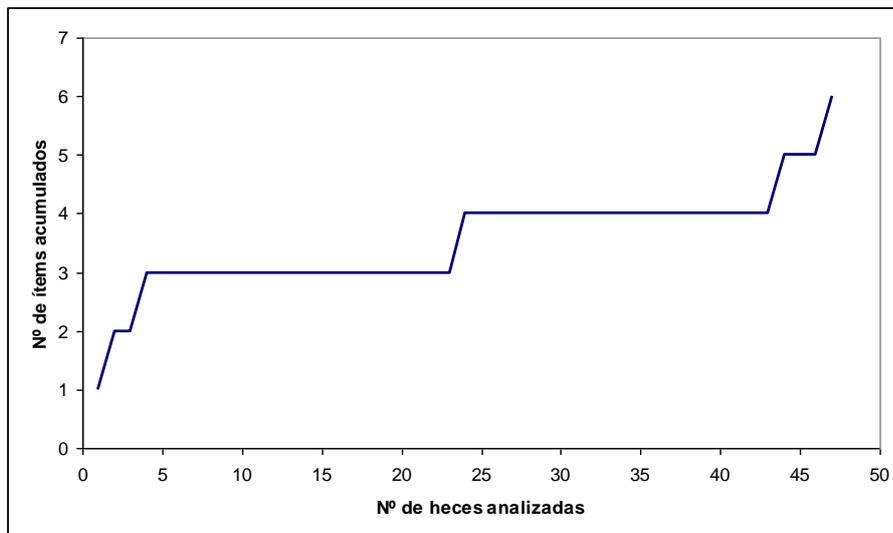
**Tabla V-1.** Número de heces analizadas por especie y número promedio de ítems alimenticios por hez con su desvío estándar.

La mayor parte de las heces de las tres especies contuvieron entre 3 y 4 ítems alimenticios, siendo 6 el número máximo de ítems encontrado en una hez (para *C. villosus*) (Fig. V- 2). Analizando el número de heces de *C. villosus* en relación al número de ítems encontrados

en las mismas, pudo determinarse que la cantidad de ítems hallados no alcanza una meseta (Fig. V- 3), por lo que puede suponerse que el tamaño muestral no resulta lo suficientemente elevado como para expresar valores determinantes de la dieta, aunque no le quita mérito como valor de referencia.

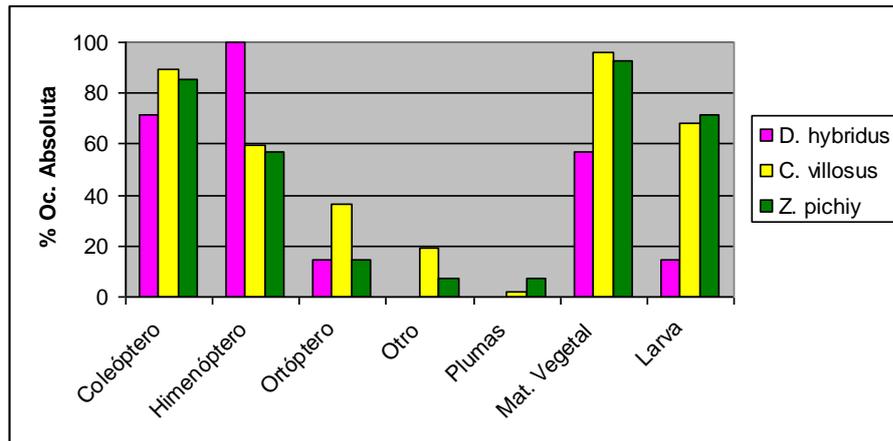


**Figura V-2.** Distribución del número de Ítems/hez para las muestras de las 3 especies de armadillos



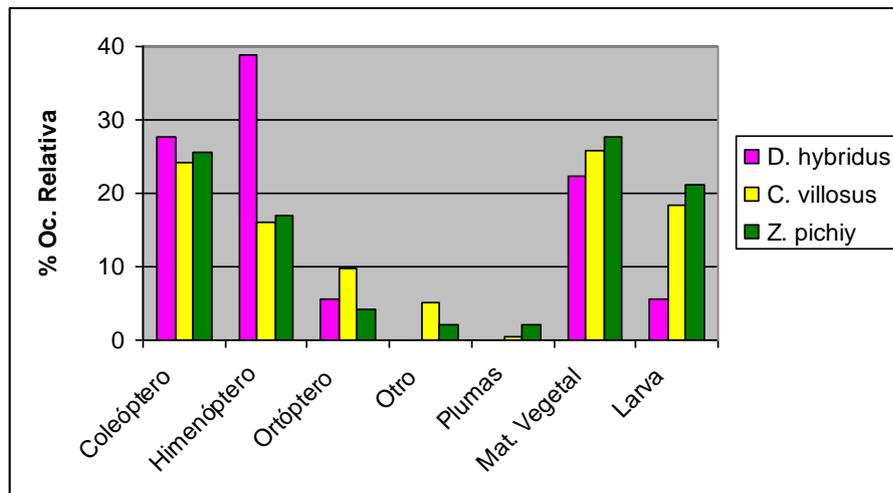
**Figura V-3.** Curva de incremento del número de ítems acumulados en función del tamaño muestral para *C. villosus*

Analizando la frecuencia de ocurrencia absoluta de los diferentes ítems en las heces estudiadas, se observó que el material vegetal fue el ítem encontrado en la mayor cantidad de muestras de *C. villosus* y *Z. pichiy* (95,7% y 92,9% respectivamente), mientras que en *D. hybridus* el ítem hallado con mayor frecuencia resultaron ser los Himenópteros (en el 100% de las muestras) (Fig. V- 4).



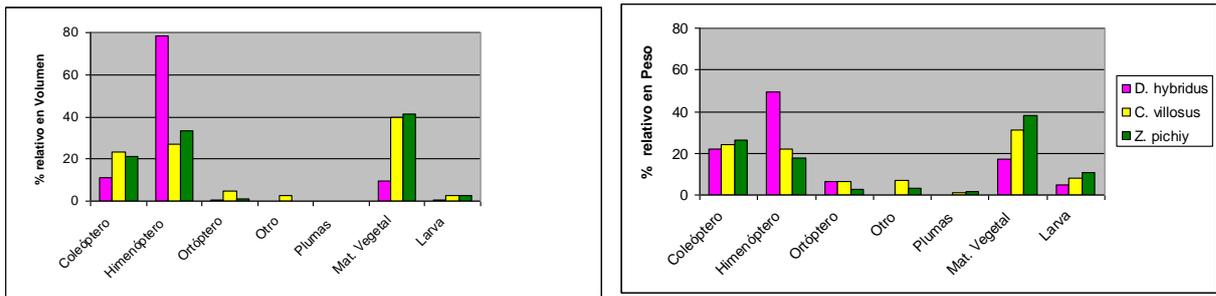
**Figura V-4.** Frecuencia de ocurrencia absoluta de los diferentes ítems de la dieta en las heces de las tres especies de armadillos

Teniendo en consideración la frecuencia de ocurrencia relativa se observaron resultados similares, siendo hallados con mayor frecuencia en promedio en las heces de *D. hybridus* los himenópteros (38,9%), mientras que para *C. villosus* y *Z. pichiy* el material vegetal presentó una mayor frecuencia (25,9% y 27,7% respectivamente) (Fig. V-5).



**Figura V-5.** Frecuencia de ocurrencia relativa de los diferentes ítems de la dieta en las heces de las tres especies de armadillos

Comparando el aporte en volumen y en peso de los diferentes ítems en la dieta, pudo observarse que se respetan los resultados anteriores (Fig. IV- 6). En el caso de *C. villosus* y *Z. pichiy* el material vegetal ocupó el primer lugar, tanto en aporte en peso como en volumen, seguido por los himenópteros en cuanto al volumen y por los coleópteros en el caso del aporte en peso.



**Figura V-6.** Aporte relativo en volumen (izq.) y en peso (der.) de cada ítem en la dieta de las tres especies de armadillos

El índice de importancia relativa sólo se analizó para *C. villosus* (Tabla V-2). Fue máximo para el material vegetal, alcanzando un valor de 6494,53, seguido por los coleópteros, mientras que el valor mínimo fue alcanzado por el ítem plumas.

	FA	FR	AP	AV	IIR
Coleóptero	89,36	24,14	24,15	23,29	4327,68
Himenóptero	59,57	16,09	21,98	26,89	2618,45
Ortóptero	36,17	9,77	6,49	4,55	503,55
Otro	19,15	5,17	7,09	2,60	151,48
Plumas	2,13	0,57	0,88	0,05	1,32
Mat. Vegetal	95,74	25,86	31,14	39,86	6494,53
Larva	68,09	18,39	8,26	2,75	884,94

**Tabla V-2.** Índice de importancia relativa de cada ítem alimenticio en la dieta de *C. villosus*

## Discusión

La dificultad para el hallazgo de las muestras de materia fecal en el área de estudio fue uno de los aspectos determinantes del bajo número de muestras obtenidas. Sumado al gran desarrollo de los pastizales, que no permitían una observación directa de las muestras, la presencia de diferentes especies con características similares en el área de estudio complicaba la identificación de las muestras y podía llevar a confusiones entre especies. En otros estudios, la dieta se analizó a través del análisis del contenido estomacal de individuos capturados o hallados muertos (Superina y col., 2009). Si bien es una técnica efectiva y que arroja resultados muy interesantes, en este trabajo no se hallaron animales muertos ni se contó con la colaboración de cazadores y baqueanos que proveyeran de ejemplares para su análisis. En base a estas apreciaciones, la toma de muestras de materia fecal directamente de los individuos capturados resultó la técnica más eficiente y confiable. No se hallaron muestras de materia fecal en la entrada de las cuevas, como si lo hicieron en un estudio similar en un ambiente serrano (Casanave y col., 2003, 2007), donde el hallazgo de heces en cavidades naturales de rocas indicaría su utilización, tal vez como cuevas temporarias.

Los resultados obtenidos para las distintas especies estuvieron acordes a los estudios previos realizados sobre las mismas en áreas diferentes (Soibelzón y col., 2007; Superina y col., 2009; Abba y col., 2011a,b). En general, se pueden catalogar a las tres especies como generalistas, siendo el material vegetal el de mayor importancia como componente de la dieta de *C. villosus* y *Z. pichiy* en comparación a *D. hybridus*, que mostró una mayor preferencia por los insectos. Abba y col. (2011) plantea que especies del género *Chaetophractus* se pueden clasificar como animales carnívoro-omnívoros con un alto consumo de coleópteros y material vegetal, mientras que la mulita posee una dieta similar a las anteriores especies pero con una tendencia a la mirmecofagia. En nuestros resultados se observa una gran proporción de himenópteros en la dieta de *Dasypus*, lo cual podría estar asociado a las diferencias en la abundancia de los ítems presa. Estas características en la alimentación van apoyadas en el desarrollo de ciertas adaptaciones morfológicas y comportamentales particulares de los armadillos que permiten la búsqueda de alimento con movimientos lentos, con la nariz apoyada en el suelo, y luego excavar el material con sus garras delanteras (McDonough y Loughry, 2006). Se ha observado que este comportamiento, típico de los armadillos, en especies ampliamente estudiadas como *D. novemcinctus*, ocupa tiempos de actividad mucho más extensos que para cualquier otra especie de placentarios (Ancona y Loughry, 2009).

*Z. pichiy* reveló un alto contenido de material vegetal en sus heces, lo cual se corresponde con estudios realizados mediante el análisis de estómagos y en los cuales se distinguían como principales ítems semillas, hojas y raíces (Superina y col., 2009).

En el presente estudio no se encontraron restos de huesos en las heces. De todas formas, este resultado no contradice la afirmación de que alguna de las especies (*C. villosus*) es carroñera (McDonough y Loughry, 2006), ya que los restos blandos de materia orgánica son fácilmente digeribles e indistinguibles en los análisis de materia fecal.

Algunos autores plantean que esta capacidad de ser generalistas en la dieta ayuda a las especies como *Z. pichiy* y *C. villosus* a poseer una gran amplitud en su distribución a lo largo del país, si lo comparamos con *D. hybridus*, que resultaría restringida a aquellos ambientes donde la abundancia de insectos es mucho mayor (Superina y col., 2009).

La falta de muestras de heces de *C. vellerosus* nos imposibilitaron cualquier tipo de análisis y comparación. Si bien diferentes autores lo clasifican como un animal omnívoro, con una gran especialización en la captura de larvas de insectos (Greegor, 1980; Soibelzon y col., 2007), queda pendiente una comparación con las dietas de las tres especies coexistentes para establecer la posible superposición de nicho trófico.

Más allá de las similitudes encontradas en este trabajo y las observadas por los diferentes autores para otras áreas de estudio, en base a lo analizado en capítulos previos de esta tesis, creemos que la coexistencia de las diferentes especies se basa en una diferencia en los patrones temporales de actividad que disminuye la competencia directa entre individuos por los mismos recursos alimenticios.

## Referencias

- Abba A.M., Cassini G.H., Galliari F.C. 2011a. “Nuevos aportes a la historia natural de la mulita pampeana *Dasyopus hybridus* (Mammalia, Dasypodidae)”. *Iheringia, Série Zoologia*, Porto Alegre, 101(4):325-335.
- Abba A.M., Cassini G.H., Cassini M.H., Vizcaíno S.F. 2011b. “Historia natural del piche llorón *Chaetophractus vellerosus* (Mammalia: Xenarthra: Dasypodidae)”. *Revista Chilena de Historia Natural* 84:51-64.
- Ancona K.A., Loughry W.J. 2009. “Time budgets of wild ninebanded armadillos”. *Southeast. Nat.* 8:587–598.
- Bowland J.M., Perrin M. 1993. “Diet of serval *Felis serval* in a highland region of Natal”. *Journal of Zoology* 28:132-135.
- Calisti M., Ciampalini B., Lovari S., Lucherini M. 1990. “Food habits and trophic niche variation of the red fox *Vulpes vulpes* (L., 1758) in a Mediterranean coastal area”. *Revue d'Ecologie* 45:309-320.
- Cantú-Salazar L., Hidalgo-Mihart M.G., López-González C.A., González-Romero A. 2002. “Diet and food resource use by the pygmy skunk (*Spilogale pygmaea*) in the tropical dry forest of Chamela, Mexico”. *Journal of Zoology* 267:283-289.
- Casanave E.B., Manfredi C., Luengos Vidal E.M. 2003. “Ecología comportamental de los armadillos en un pastizal serrano”. *Vaquero M del C y MN Cernadas de B (eds) II Jornadas Interdisciplinarias del Sudoeste Bonaerense*, 115-125.
- Casanave E.B., Ciuccio M., Manfredi M.C., Luengos Vidal E.M. 2007. “Aspectos eto-ecológicos de los armadillos en el PPET”. *II Jornadas de Investigación y Extensión Parque Provincial Ernesto Tornquist*. Tornquist, Argentina.
- Cavallini P., Volpi T. 1996. “Variation in the diet of the Red Fox in a Mediterranean Area”. *Rev. Ecol. (Terre Vie)* 51:173-189.
- Ciucci P., Boitani L., Pelliccioni E.R., Rocco M., Guy I. 1996. “A comparison of scat analysis methods to assess the diets of the wolf *Canis lupus*”. *Wildlife Biology* 2:37-48.
- Corbett L. K. 1989. “Assessing the diet of dingoes from faeces: A comparison of three methods”. *J. Wild Manage.* 53(2): 343, 346.
- Crespo J. 1971. “Ecología del zorro *Dusicyon gymnocercus antiquus* (Ameghino) en la Prov. de La Pampa”. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*. “Bernardino Rivadavia”, *Ecol.* 1:147-205.
- Dalponte J.C., Tavares-Filho J.A. 2004. “Diet of the yellow armadillo, *Euphractus sexcinctus*, in south-central Brazil”. *Edentata* 6, 37–41.

- Farias A.A., Kittlein M.J. 2007. "Small-scale spatial variability in the diet of pampas foxes (*Pseudalopex gymnocercus*) and human-induced". *Ecological Research* 23:543-550.
- Floyd T.J., Mech L.D., Jordan P.A. 1978. "Relating wolf scat content to prey consumed". *The Journal of Wildlife Management* 45:528-532.
- Greigor D.H. Jr. 1980. "Diet of the Little Hairy Armadillo, *Chaetophractus vellerosus*, of Northwestern Argentina". *Journal of Mammalogy*, Vol. 61, No. 2. pp. 331-334.
- Hockman G.J., Chapman J.A. 1986. "Comparative feeding habits of red foxed (*Vulpes vulpes*) and grey foxed (*Urocyon cinereoargenteus*) in Maryland". *The American Midland Naturalist* 110: 276-285.
- Home C., Jhala Y.V. 2009. "Food habits of the Indian fox (*Vulpes bengalensis*) in Kutch, Gujarat, India". *Mammalian Biology - Zeitschrift fur Saugetierkunde* 74:403-411.
- Jacksic F.M. 1989. "What do carnivorous predators cue in on: size or abundance of mammalian prey? A crucial test in California, Chile, and Spain". *Revista chilena de historia natural* 62:237-249.
- Jaksić F.M., Yáñez J.L. 1983. "Rabbit and fox introductions in tierra del fuego: history and assessment of the attempts at biological control of the rabbit infestation". *Biological Conservation*, Vol. 26, 4: 367–374
- Kruuk H., Parish T. 1981. "Food and habitat of Badger (*Meles meles L.*) on Monte Baldo, Northern Italy". *Z. Säugetierk* 46:295-301.
- Levins R. 1968. "Evolution in changing environments". Princeton Univ. Press, Princeton, 120 pp.
- McDonough C.M., Loughry W.J. 2006. "Armadillos". In *The New Encyclopedia of Mammals*, 2nd edi.
- Milne D., Harestad A., Atkinson K. 1989. "Diets of wolves on Northern Vancouver Island". *Northwest Science* 63:83-86.
- Mills M.G. 1992. "A comparasion of methods used to study food habits of large African carnivores". pp. 1112-1124 *en* D.R. McCulloug, R.H. Barrret, editores. *Wildlife 2001: Populations*. Elsevier Applied Science, London y New York.
- Paltridge R. 2002. "The diets of cats, foxes and dingoes in relation to prey availability in the Tanami Desert, Northern Territory". *Wildlife Research* 29:389-403.
- Pianka L., Oliphant M.S., Iverson I.L.K. 1971. "Food habits of Albacore, Bluefin Tuna and Bonito in California waters". California Department of Fish and Game, Fish Bulletin 152:1-83.

- Pianka E.R. 1973. "The structure of lizard communities". *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 4: 53-74.
- Pyke G.H., Pulliam H. R., Charnov E.R. 1977. "Optimal foraging: a selective review of theory and tests". *Quarterly Review of Biology* 52:137-154.
- Redford, K. H. 1985. "Food habits of armadillos (Xenarthra: Dasypodidae). In *Evolution and Ecology of Sloths, Armadillos, and Vermilinguas*". Montgomery, G. G., editor. (ed.). pp. 429–437. Smithsonian Institution Press. Washington, DC. Taylor R.J. 1984. "Predation". Chapman and Hall, London.
- Reynolds J.C., Aebischer N.J. 1991. "Comparison and quantification of carnivore diet by faecal analysis: a critique, with recommendations, based on a study of the Fox *Vulpes vulpes*". *Mammal Review* 21:97-122.
- Soibelzon E., Daniele G., Negrete J., Carlini A.A., Plischuk S. 2007. "Annual diet of the little Hairy Armadillo, *Chaetophractus vellerosus* (Mammalia, Dasypodidae), in Buenos Aires Province, Argentina". *Journal of Mammalogy*, 88(5):1319–1324.
- Superina M., Fernández Campón F., Stevani E.L., Carrara R. 2009. "Summer diet of the pichi *Zaedyus pichiy* (Xenarthra: Dasypodidae) in Mendoza Province, Argentina". *Journal of Arid Environments* 73: 683-686.
- Wroot A.J. 1985. "A quantitative method for estimating the amount of earthworm (*Lumbricus terrestris*) in animal diets". *Oikos* 44:239-242.

## Capítulo VI

---

Microscopía electrónica de barrido  
de la lengua de armadillos

## Introducción

Intuitivamente, y antes de entrar en detalle acerca de la función que cumple la lengua dentro de un grupo particular del reino animal tan amplio como el de los mamíferos, podemos inferir que la función principal de la misma es facilitar la alimentación en cooperación con otros órganos que se hallan dentro y cerca de la cavidad oral. Junto con los dientes, la lengua juega un rol fundamental en la alimentación, ya que la mayoría de los mamíferos sólo usan sus bocas para este proceso, con las excepciones sabidas de los primates y algunos prociénidos que además utilizan sus manos para la alimentación (Iwasaki, 2002). De todas formas, más allá de la alimentación, está comprobado que en muchos vertebrados la lengua puede jugar otros papeles adicionales, por ejemplo ser usada en comportamientos sociales específicos como el acicalamiento (Iwasaki, 2002).

La variedad de morfologías encontradas en las lenguas de los distintos tipos de vertebrados es resultado de diferentes estrategias de captura y manipulación del alimento dentro de la cavidad oral, actividades de acicalamiento o modulación vocal (Beisser y col., 2004). Las papilas linguales contribuyen en muchas de esas actividades y, además, se encargan del sentido del gusto. Funcionalmente se diferencian dos tipos de papilas: mecánicas y gustativas. Las primeras se encargarían de atrapar y crear una superficie rugosa para la fricción del alimento y son importantes para la función de acicalamiento. A este tipo pertenecen las papilas filiformes. Las papilas gustativas contienen poros en su superficie que conectan con los corpúsculos gustativos que poseen células neuroepiteliales receptoras del gusto (Ross y Pawlina, 2012). Hay tres tipos de papilas que contienen corpúsculos gustativos: fungiformes, foliadas y caliciformes.

La estructura de la mucosa lingual con las papilas linguales asociadas, varía entre especies (Benetti y col., 2009). Dichas diferencias se encuentran gobernadas principalmente por factores filogenéticos y secundariamente por la adaptación a factores ambientales (Takemura y col., 2009). Su desarrollo refleja diferentes hábitos alimenticios y diferentes hábitats en los que la alimentación se realiza de manera específica (Okada y Schraufnagel, 2005; Yoshimura y col., 2009; Dyce y col., 2010). Por ejemplo, en tortugas acuáticas que ingieren alimentos por medio del agua, se ha observado una gran reducción en las papilas y glándulas gustativas en comparación con aquellas que habitan ambientes terrestres donde las papilas son más prominentes y desarrolladas (Beisser y col., 2004). En el caso de los leones marinos de California, las características morfológicas de la lengua ocupan un lugar de transición entre ambientes acuáticos y terrestres (Yoshimura y col., 2002). También varía la presencia, forma y distribución de las papilas mecánicas y gustativas (Jung y col. 2004; Emura y col., 2006). Por ejemplo, en el perezoso las papilas fungiformes se ubican predominantemente en los laterales de la lengua (Benetti y col., 2009) al igual que en la

mara patagónica (Emura y col., 2011). Aún hoy se pone énfasis en las adaptaciones morfológicas en animales especializados en un determinado grupo de alimentos tal como ocurre en carnívoros, herbívoros u omnívoros (Jackowiak y Godynicki, 2007). En roedores, por ejemplo, existe una queratinización importante del epitelio sobre toda la superficie dorsal, lo cual podría ser explicado por el alimento duro y resistente que consumen (Iwasaki, 2002), al igual que ocurre en aves granívoras que desarrollan un epitelio córneo (Jackowiak y col., 2006). En el panda gigante la distribución, estructura y morfología de las papilas es básicamente la de los carnívoros, pero su adaptación a la alimentación con bambú ha desarrollado pseudo papilas prominentes entre las filiformes, con función mecánica y de protección (Pastor y col., 2008). En la zarigüeya voladora se destaca la disposición de alargadas papilas filiformes en la parte posterior del cuerpo de la lengua, típicas de animales que se alimentan de líquidos y comida triturada como los frugívoros y aquellos que se alimentan de néctar (Jackowiak y Godynicki, 2005, 2007).

Es así que el tipo de alimento que ingiere un organismo y la forma o método por el cual se incorpora el mismo en la cavidad oral son factores que afectan la estructura de la mucosa lingual (Jackowiak y Godynicki, 2007; Pastor y col., 2008).

Existen numerosos datos de la estructura tridimensional de las papilas linguales en mamíferos basados en estudios con microscopio electrónico de barrido (Tadjalli y Pazhoomand, 2004; Jackowiak, 2006; Takemura y col., 2009; Jackowiak y col., 2009a; Benetti y col., 2009; Takemura y col., 2009; Emura y col., 2011). Estos trabajos han demostrado que las características de las papilas linguales, en particular las filiformes, pueden ser reflejo de las características o relaciones filogenéticas. Aparentemente existen similitudes entre las papilas filiformes de especies del mismo orden y se observan diferencias obvias entre las papilas filiformes cuando se comparan distintos órdenes de mamíferos (Jackowiak y col., 2009b; Mancanares, 2012; Yoshimura y col., 2013).

La distribución de las diferentes papilas en la superficie de la lengua es característica para el nivel taxonómico de género y hasta puede resultar un rasgo distintivo para una especie en comparación con otra (Pastor y col., 2008).

Hasta el momento se han realizado descripciones de la mucosa lingual de algunas especies de armadillos como *Euphractus sexcinctus* (Morais y Watanabe, 1988), *Dasyus novemcinctus* (Morais y col., 1991, 1994; Watanabe y col., 1992), *Chaetophractus villosus* (Estecondo y col., 2004), *C. vellerosus* (Estecondo y col., 2001). En este capítulo nos proponemos describir en forma comparativa las características histológicas y estructurales de la lengua de dos especies de armadillos silvestres simpátricos del sudoeste de la Provincia de Buenos Aires, empleando la técnica de microscopía electrónica de barrido.

**Objetivos particulares**

- Describir las características de la estructura lingual de *Z. pichiy* y *D. hybridus* mediante la técnica de microscopía electrónica de barrido.
- Comparar el tipo, características y patrón de distribución de las papilas linguales de estas dos especies simpátricas de la provincia de Buenos Aires.
- Comparar las características de estas dos especies con otras especies de armadillos de la zona ya estudiadas.

## Metodología

Se obtuvieron tres lenguas de *Zaedyus pichiy*, pertenecientes a ejemplares adultos, de ambos sexos, que se encontraban alojados en dependencias del Bioterio de la Universidad Nacional del Sur. A través de los registros de los mismos, se conoce que provenían de campos privados de los alrededores de la ciudad de Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires. Los animales fueron eutanasiados, por el veterinario a cargo de la mencionada dependencia institucional, con tiopental sódico, 75 mg/kg. Inmediatamente después de sacrificados se procedió a extraer la lengua entera desde la raíz, con la precaución de no dañar la superficie dorsal de las mismas. Las lenguas fueron medidas con un calibre digital y fijadas en una solución de Karnovsky diluido, conteniendo 2,5% de glutaraldehído y 2% de formaldehído en una solución 0,1M de buffer cacodilato sódico (pH 7,4). Asimismo, se extrajeron muestras de tejido de diferentes órganos para el soporte de diversos estudios en desarrollo en distintas áreas de investigación.

En el caso de *Dasyus hybridus*, se utilizaron lenguas de tres individuos de ambos sexos capturados en las localidades de Bolívar y Pellegrini (Provincia de Buenos Aires). Estas muestras fueron cedidas por el Licenciado Juan Pablo Luaces luego de una campaña realizada en las mencionadas localidades. Las mismas fueron mantenidas y enviadas en una solución de glutaraldehído al 2,5%.

El procesamiento de todas las muestras se realizó en el Laboratorio de Histología Animal del Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia de la Universidad Nacional del Sur. Una vez fijadas las lenguas se lavaron en una solución de buffer cacodilato sódico 0,1M y se colocaron en ácido clorhídrico 8N a 60°C durante una hora, con el fin de remover cualquier resto de mucus extracelular de la superficie de la lengua (Estecondo y col., 2001). La superficie dorsal de cada lengua fue seccionada en piezas de aproximadamente 2 mm<sup>2</sup> siguiendo un esquema previamente establecido. El mismo fue elaborado con el objetivo de abarcar las distintas porciones de la lengua, de tal forma que sean representativas de las características particulares de la mucosa dorsal. Cada pieza fue colocada en un tubo Eppendorf debidamente rotulado y se procedió a la deshidratación en baños seriados con concentraciones crecientes de acetona (30 – 50 – 60 – 70 – 80 – 90 – 100%). Una vez deshidratadas, las muestras fueron trasladadas al Centro Científico Tecnológico de la Comisión Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas en Bahía Blanca (CCT-CONICET-BB), donde fueron secadas por punto crítico en un equipo Polaron E-3000 y posteriormente se realizó el *sputtering* con oro (Ion Sputter modelo 3 Pelco 91000). Las observaciones y la toma de fotografías de las muestras se realizaron con un microscopio electrónico de barrido Evo 40 XVP (Cambridge, Inglaterra) a 5-7 kV.

## Resultados

### Lengua de *Z. pichiy*

La lengua de *Z. pichiy* posee una longitud aproximada de 4 cm y una forma triangular característica, mas angosta en la punta y ensanchándose hacia la base o punto de inserción. Su superficie dorsal es rugosa debido a la presencia de papilas que tapizan la mucosa.

Con microscopía electrónica de barrido pudo determinarse la presencia de tres tipos de papilas: filiformes, fungiformes y caliciformes. No se detectó la presencia de papilas foliadas. Las papilas filiformes son las más numerosas y se disponen en hileras que tapizan toda la superficie dorsal de la lengua (Fig. VI- 1). Pueden distinguirse claramente dos subtipos: las simples o cónicas que poseen una base ancha que se adelgaza hacia la punta (Fig. VI- 2) y las ramificadas que poseen una base más amplia y se dividen en varias ramificaciones apicales (Fig. VI- 3). Ambas poseen una inclinación característica hacia la faringe. Las filiformes cónicas aparecen en mayor cantidad en la punta de la lengua donde presentan además mayor tamaño (Fig. VI- 1 y VI-2). También pueden encontrarse en los bordes laterales de la superficie dorsal y por detrás de las papilas caliciformes donde son de menor tamaño y poco numerosas. (Fig. VI- 4)

Las filiformes ramificadas son más numerosas en la porción media. El número de ramificaciones aumenta de dos en el primer tercio de la superficie lingual a tres o cuatro en los dos tercios posteriores (Fig. VI- 4). La altura de la papila decrece en el tercio posterior de la lengua.

Las papilas fungiformes tienen forma de cúpula, son de mayor diámetro que las filiformes y se encuentran rodeadas por un surco (Fig. VI- 5). Presentan en su superficie dorsal pequeños orificios: poros gustativos rodeados de células epiteliales escamosas (Fig. VI- 5). Hacia la punta de la lengua las papilas fungiformes forman grupos de dos o tres unidades (Fig. VI- 1). En la porción media y en el tercio posterior se encuentran distribuidas al azar, separadas unas de otras y rodeadas de papilas filiformes (Fig. VI- 5).

En el tercio posterior o base de la lengua se distinguen dos papilas caliciformes de forma ovalada. Estas se encuentran ubicadas en posición oblicua y simétrica a la línea media longitudinal de la lengua. El cuerpo de la papila se encuentra rodeado por un surco profundo y por numerosas papilas filiformes que llegan en algunos casos a cubrir su superficie. Sobre la cara dorsal de las papilas se puede distinguir poros gustativos (Fig. VI- 6).

Con mayores aumentos se distingue una red de pliegues ubicados entre las papilas.

### Lengua de *D. hybridus*

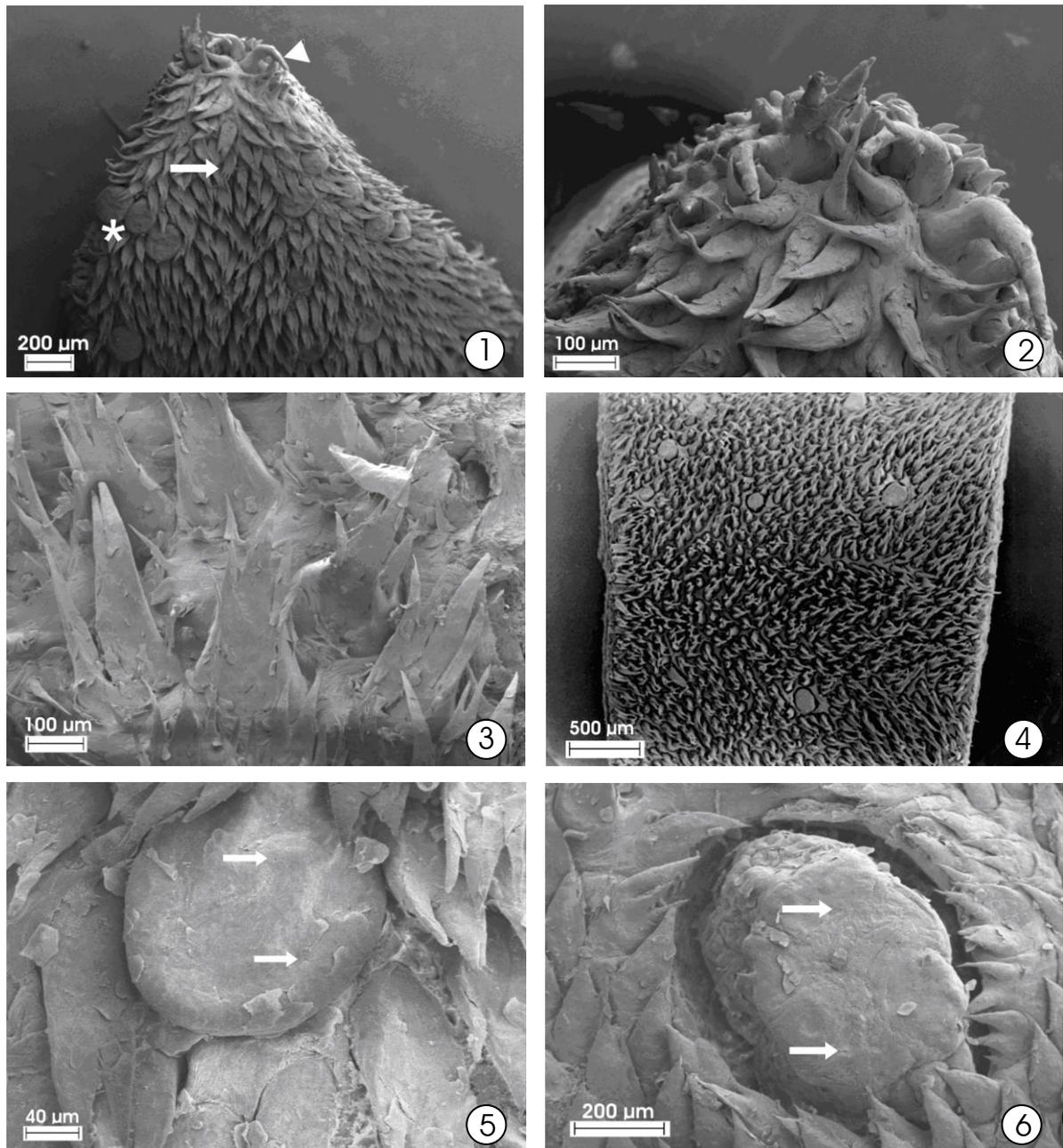
La lengua de la mulita es de forma triangular, siendo más ancha en su base de inserción y más delgada hacia la punta de la misma, posee una longitud aproximada de 6 cm. Se caracteriza por su estructura curvada convexa hacia el paladar. Sobre su cara dorsal se pueden distinguir tres tipos de papilas: filiformes, fungiformes y caliciformes.

Las papilas filiformes son las más abundantes y se encuentran en toda la superficie dorsal (Fig. VI- 7). Se distinguen papilas filiformes simples o cónicas y ramificadas. Las papilas filiformes simples presentan una base ancha y luego se afinan hacia la punta terminando en forma de cono. Se encuentran preferentemente ubicadas en la punta de la lengua, donde son más prominentes (Fig. VI- 8), los bordes laterales y en el tercio posterior por detrás de las caliciformes. Las filiformes ramificadas se disponen en hileras y cubren de manera compacta la superficie lingual. Poseen dos ramificaciones en el tercio anterior y posterior de la lengua (Fig. VI- 9) y tres en el tercio medio (Fig. VI- 10). Estas papilas reducen significativamente su número en la región posterior a las papilas caliciformes. Todas las papilas filiformes presentan una inclinación hacia la faringe.

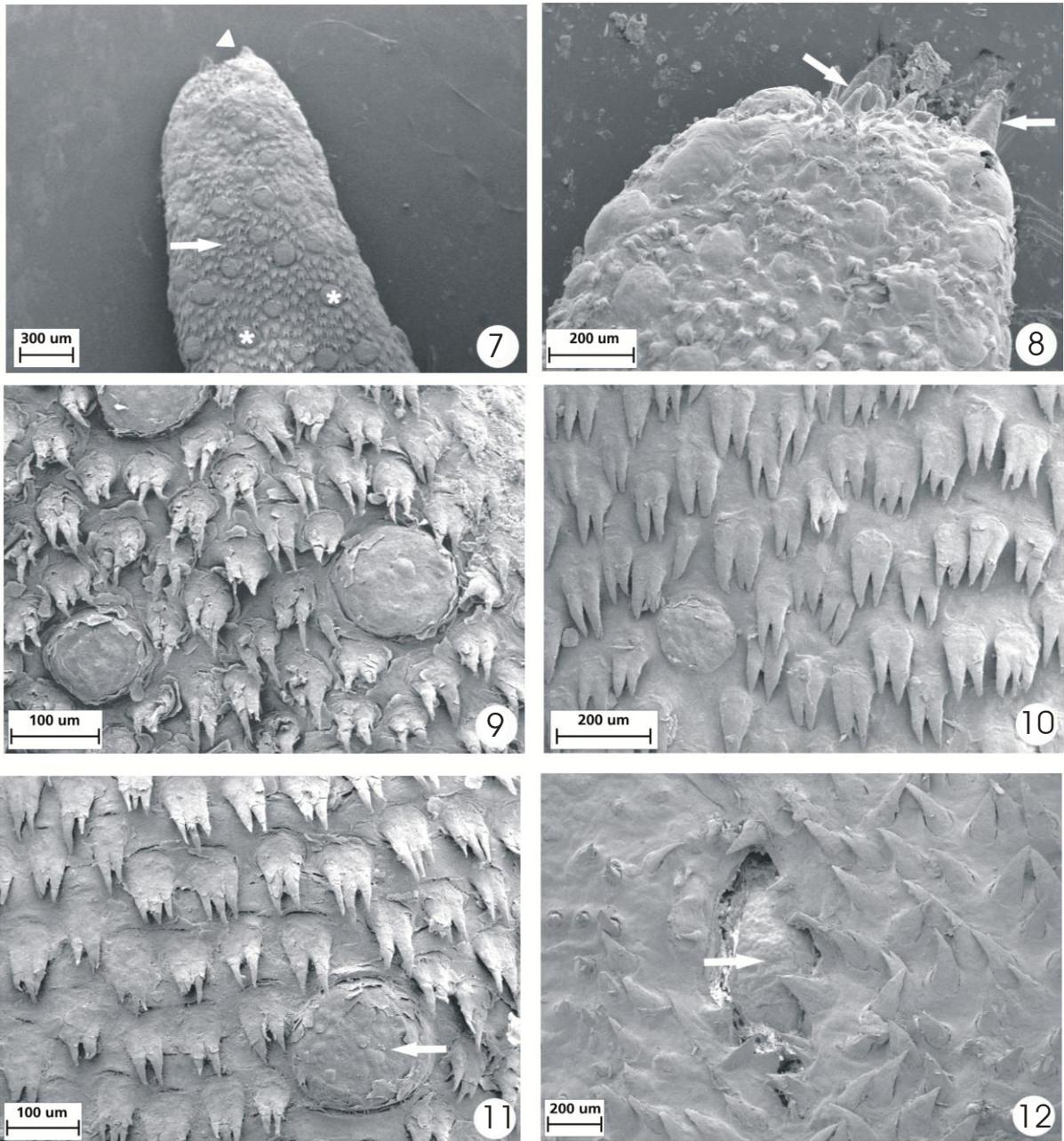
Sobre toda la superficie dorsal de la lengua se encuentran distribuidas papilas fungiformes rodeadas por un surco y ubicadas entre las filiformes (Fig. VI- 9). Son más abundantes en el primer tercio de la lengua donde se las puede encontrar en pequeños grupos (Fig. VI- 7). Hacia el tercio medio y posterior su número decrece y se encuentran más aisladas entre sí, siempre rodeadas por filiformes. En la superficie dorsal de las papilas se puede observar la abertura de los poros gustativos rodeados por células epiteliales (Fig. VI- 11).

En el tercio posterior de la lengua se distinguen dos papilas caliciformes ovaladas, ubicadas ambas en posición oblicua a cada lado de la línea antero posterior imaginaria que divide a la lengua en dos mitades iguales (Fig. VI- 12). Se encuentran rodeadas por papilas filiformes que pueden llegar a cubrir su superficie y están rodeadas por un surco profundo. En su superficie se observan poros gustativos (Fig. VI- 12).

Con alta magnificación puede identificarse una red de pliegues entre las diferentes papilas y en las zonas de la superficie dorsal de la lengua desprovistas de las mismas.



**Fig. VI- 1.** Zp: Ápice de la lengua de *Zaedyus pichiy* con papilas fungiformes (☆), papilas filiformes cónicas simples (▷) y filiformes ramificadas (⇨). 106X. **2.** Zp: Papilas filiformes cónicas simples prominentes en el ápice de la lengua de *Z. pichiy*. 300X. **3.** Zp: Papilas filiformes ramificadas del tercio medio de la lengua de *Z. pichiy*. 30X. **4.** Zp: Papilas filiformes ramificadas y papilas del tercio medio de la lengua de *Z. pichiy*. 250X. **5.** Zp: Papila fungiforme de *Z. pichiy* con poros gustativos (⇨). 657X. **6.** Zp: Papila caliciforme de la lengua de *Z. pichiy* con poros gustativos (⇨), rodeada por un surco. También se observan papilas filiformes cónicas. 200X.



**Fig. VI- 7.** Dh: Ápice de la lengua de *Dasyurus hybridus* donde se observan papilas fungiformes (☆), papilas filiformes cónicas simples (▷) y filiformes ramificadas (⇒). 300X. **8.** Dh: Papilas filiformes cónicas simples prominentes en el ápice de la lengua (⇒). 200X. **9.** Dh: Papilas filiformes y fungiformes del tercio medio de la lengua. 100X. **10.** Dh: Papilas filiformes con 2 y 3 ramificaciones, en el tercio medio de la lengua. 200X. **11.** Dh: Papila fungiforme ubicada entre papilas filiformes ramificadas. Se encuentra rodeada por un surco y presenta en su superficie restos de células epiteliales y poros gustativos (⇒). 100X. **12.** Dh: Papila caliciforme con poro gustativo en la superficie dorsal (⇒), rodeada de un profundo surco y numerosas papilas filiformes de protección. 200X.

## Discusión

Los estudios con microscopía electrónica de barrido han identificado cierto grado de variación estructural, particularmente en el tamaño y forma de las papilas linguales, de la superficie de la lengua de los vertebrados (Iwasaki, 2002; Jackowiak y Godynicki, 2007). Con respecto a los armadillos, el patrón morfológico general y la distribución de las papilas linguales en *Z. pichiy* y *D. hybridus* es comparable con lo observado en otras especies previamente estudiadas (Morais y Watanabe, 1988; Morais y col., 1991; Estecondo y col., 2001, 2004).

La presencia de tres tipos de papilas, filiformes, fungiformes y caliciformes en la superficie de la lengua de las especies estudiadas ha sido reportada para otras especies de armadillos (Morais y Watanabe, 1988; Morais y col., 1991; Estecondo y col., 2001, 2004), pero su estructura difiere de las observadas en otros mamíferos como, por ejemplo, el zorro colorado (Jackowiak y Godynicki, 2004), el mapache (Emura y col., 2006), el castor (Shindo y col., 2006) o el camello (Peng y col., 2008).

En esta tesis las papilas cónicas fueron incluidas dentro de las filiformes debido a sus características, su tamaño y morfología particulares. Su superficie suave, sin proyecciones laterales, y su tamaño no tan prominente respecto de las filiformes, sugieren no considerarlas como un grupo de papilas aparte, en forma opuesta a lo que ocurre al observar otros mamíferos como los corderos (Tadjalli y Pazhoomand, 2004), las cabras (Kurtul y Atalgin, 2008), o el panda gigante (Pastor y col., 2008), en los cuales se encuentran claramente diferenciadas. La morfología de las papilas filiformes observadas en estas dos especies sólo difiere en el tamaño y número de sus ramificaciones de las estudiadas previamente en otras especies de armadillos (Estecondo y col., 2001; Estecondo y col., 2004). A pesar de que estas especies (*C. vellerosus*, *C. villosus*, *Z. pichiy* y *D. hybridus*) son clasificadas como omnívoras (Parera, 2002), dichas diferencias pueden estar vinculadas con los métodos de masticación y los hábitos alimenticios específicos, como fue propuesto para otras especies de mamíferos (Okada y Schraufnagel, 2005; Yoshimura y col., 2009).

El patrón de distribución de las papilas filiformes, cubriendo toda la superficie dorsal de la lengua, con un número de ramificaciones que aumenta hacia el tercio medio del órgano, parece ser común para armadillos y fue también observado para *Euphractus sexcinctus* (Morais y Watanabe, 1988), *Dasybus novemcinctus* (Morais y col., 1994), *C. vellerosus* (Estecondo y col., 2001) y *C. villosus* (Estecondo y col., 2004). La ausencia de poros gustativos en estas papilas sugiere que poseen un rol mecánico durante el proceso de masticación, probablemente aumentando la fricción producida por la lengua durante la raspado de la comida previo a la ingestión como fue mencionado para otros mamíferos (Pastor y col., 2008). Su abundancia y distribución sugieren una participación en la

protección de la superficie dorsal de la lengua (Emura y col., 2001; Ünsal y col., 2003), así mismo podrían incrementar la adhesión del alimento a la superficie lingual como fue propuesto para los murciélagos (Jackowiak y col., 2009b).

El hecho de que las papilas filiformes se encuentren claramente posicionadas en forma inclinada hacia la base de la lengua pero nunca en la dirección opuesta, puede estar relacionado con la necesidad de asegurar la posición y el movimiento del alimento hacia el interior de la boca (Iwasaki, 2002; Jackowiak, 2006).

De acuerdo con Iwasaki (2002), las características de las papilas linguales y en particular de las filiformes, pueden reflejar relaciones filogenéticas, siendo las similitudes entre dichas papilas especialmente evidentes dentro del mismo orden, y las diferencias muy claras entre órdenes diferentes de mamíferos.

El número y tamaño de las papilas fungiformes varía entre las especies de mamíferos (Yoshimura y col., 2008; Takemura y col., 2009). En *Dasyurus hybridus* y *Z. pichiy* se observa una distribución y morfología similar a la descrita en otros dasipódidos (Morais y Watanabe, 1988; Morais y col. 1991; 1994; Watanabe y col., 1992; Estecondo y col., 2001, 2004). Particularmente su distribución en forma concentrada en el ápice de la lengua y su disposición en grupos de tres o cuatro papilas recuerda al patrón observado en *D. novemcinctus* (Morais y col., 1994), *C. vellerosus* (Estecondo y col., 2001) y *C. villosus* (Estecondo y col., 2004). La función de este sistema especial de papilas está probablemente relacionada con el análisis preliminar y degustación del alimento (Jackowiak y Godynicki, 2004). Este rol gustativo se dilucida claramente por la presencia de múltiples poros gustativos sobre la superficie de las papilas. De acuerdo con Jackowiak (2006), es de esperar que el sentido del gusto juegue un papel fundamental en el estilo de vida de estos animales de hábitos subterráneos. La distribución de papilas filiformes rodeando a las fungiformes sugieren un rol adicional de protección como en otras especies de mamíferos (Jackowiak, 2006).

Es sabido que la cantidad y la forma de las papilas caliciformes varía entre especies, desde ausentes, como en el conejo de montaña, a numerosas, como en los rumiantes (Yoshimura y col., 2008) y rinocerontes (Emura y col., 2000). La presencia de sólo dos papilas caliciformes en el tercio posterior de la lengua de *D. hybridus* fue también reportada en la misma especie por Cuba Caparo (1979). Esto coincide con lo descrito en otros armadillos - *E. sexcinctus* (Morais y Watanabe, 1988), *D. novemcinctus* (Morais y col., 1991, 1994; Watanabe y col., 1992), *C. vellerosus* (Estecondo y col., 2001), *C. villosus* (Estecondo y col., 2004)- y en otras especies de mamíferos como las zarigüeyas (Martínez y col., 1998), la chinchilla (Martínez y col., 2000), el cerdo (Kumar y Bate, 2004), el caballo (Kobayashi y col., 2005), el conejo (Kulawik y Godynicki, 2007), el hurón (Takemura y col., 2009) y el tejón (Yoshimura y col., 2009).

En relación a las papilas foliadas, su presencia ha sido considerada evolutivamente como una característica primitiva (Kobayashi y col., 2005). Un hecho remarcable es que a pesar de constituir los Xenarthros un orden de mamíferos considerado primitivo (Kriegs y col., 2006), sólo la especie *Euphractus sexcinctus* (Morais y Watanabe, 1988) presenta dichas papilas. Su ausencia en *D. hybridus* y *Z. pichiy* también fue registrada en otras especies de armadillos, como *C. vellerosus* (Estecondo y col., 2001), *C. villosus* (Estecondo y col., 2004), *Dasypus novemcinctus* (Morais y col., 1991), y en otros géneros del orden Xenarthra como *Myrmecophaga*, *Tamandua* y *Bradypus* ( Benetti y col., 2009). Más allá de que el desarrollo de las papilas foliadas se sugiera vinculado al método de alimentación, su relación evolutiva permanece aún incierta (Okada y Schraufnagel, 2005; Shindo y col., 2006).

Las microcrestas presentes entre los diferentes tipos de papilas y en la porción basal de la lengua de *D. hybridus* y *Z. pichiy* son similares a las reportadas en todas las especies de armadillos estudiadas (Morais y Watanabe, 1988; Estecondo y col., 2001, 2004). Como fue sugerido por Iwasaki (2002) para otros mamíferos, en los armadillos tanto las microcrestas como las papilas filiformes actuarían como estructuras de soporte en la captación del alimento, la masticación y su deglución.

Las características morfológicas e histológicas de las lenguas de mamíferos revelan las diferencias entre los tipos de vida y su posición taxonómica. Dicha evolución ha ocurrido como consecuencia de las necesidades masticatorias y gustativas en las diferentes especies. Las semejanzas observadas en *D. hybridus* y *Z. pichiy* con otras especies de armadillos previamente estudiadas, en particular la distribución y estructura de las papilas linguales, indican una similitud en cuanto al tipo de alimentación y el mecanismo desarrollado durante el proceso de masticación y deglución del alimento, dentro de la familia de los dasipódidos y, en particular, entre las cuatro especies objeto de esta tesis.

## Referencias

- Beisser C.J., Lemell P., Weisgram J. 2004. "The Dorsal Lingual Epithelium of *Rhinoclemmys pulcherrima incisa* (Chelonia, Cryptodira)". *The Anatomical Record Part A* 277A:227–235.
- Benetti E.J., Pícoli L.C., Guimaraes J.P., Motoyama A.A., Miglino M.A., Watanabe L.S. 2009. "Characteristics of Filiform, Fungiform and Vallate Papillae and Surface of Interface Epithelium-Connective Tissue of the Maned Sloth Tongue Mucosa (*Bradypus torquatus*, Illiger, 1811): Light and Scanning Electron Microscopy Study". *Anat. Histol. Embryol.* 38, 42–48.
- Cuba Caparo, A. 1979. "Atlas de histología del armadillo de 7 bandas *Dasyus hybridus*". Centro Panamericano de Zoonosis, Buenos Aires, 166 pp.
- Dyce K.M., Sack W.O., Wensing C.J.G. 2010. "Tratado de anatomía veterinaria". 4th ed. Río de Janeiro: Guanabara Koogan. 813 p.
- Emura S., Okumura T., Chen H. 2011. "Morphology of the lingual papillae in the Patagonian cavy". *Okajimas Folia Anat. Jpn.*, 88(3): 121 – 125.
- Emura S., Okumura T., Chen H., Shoumura S. 2006. "Morphology of the lingual papillae in the raccoon dog and fox". *Okajimas Folia Anat. Jpn.* 83 (3):73-76.
- Emura S., Tamada A., Hayakawa D., Chen H., Shoumura S. 2000. "Morphology of the dorsal lingual papillae in the black rhinoceros (*Diceros bicornis*)". *Anat Histol Embryol.* 29(6):371-4.
- Emura S., Tamada A., Hayakawa D., Chen H., Shoumura S.B. 2001. "SEM study on the dorsal lingual surface of the nutria, *Myocastor coypus*". *Kaibogaku Zasshi.* 76(2):233-238.
- Estecondo S., Codón S.M., Casanave E.B. 2004. "Scanning electron microscopic (SEM) study of the dorsal surface of the *Chaetophractus villosus* (Desmarest, 1804) (Mammalia, Dasypodidae) tongue". *Physis, Secc. C*, 59 (136-137): 23-27.
- Estecondo S., Codón S.M., Casanave E.B. 2001. "Scanning electron microscopy study of the dorsal surface of the tongue in *Chaetophractus vellerosus* (Mammalia, Dasypodidae)". *Rev. Chil. Anat.*, 19: 245-252.

- 
- Iwasaki S. 2002. “Evolution of the structure and function of the vertebrate tongue”. J. Anat. 201, pp1–13 Review.
  - Jackowiak H. 2006. “Scanning Electron Microscopy Study of the Lingual Papillae in the European Mole (*Talpa europea*, L., Talpidae)”. Anat Histol Embryol. 35(3):190-195.
  - Jackowiak H. y Godinicki S. 2004. “The scanning electron microscopic study of lingual papillae in the silver fox (*Vulpes vulpes fulva*, Desmarest, 1820)”. Ann. Anat. 186: 179-183.
  - Jackowiak H. y Godinicki S. 2005. “The distribution and structure of the lingual papillae on the tongue of the bank vole *Clethrionomys glareolus*”. Folia Morphol. Vol. 64(4): 326-333.
  - Jackowiak H. y Godynicki S. 2007. “Light and scanning electron microscopy study on the structure of the lingual papillae of the feather tale glider (*Acrobates pygmeus*, Burramyidae, Marsupialia)”. Anatomical Record (Hoboken, NJ), 290(11), 1355–1365.
  - Jackowiak H, Andrzejewski W., Godynicki S. 2006. “Light and scanning electron microscopic study of the tongue in the cormorant *Phalacrocorax carbo* (Phalacrocoracidae, aves)”. Zoological science 23:161-167.
  - Jackowiak H., Godynicki S., Skieresz-Szewczyk K., Trzcielinska-Lorych J. 2009a. “Scanning Electron Microscopic Study of the Lingual Papillae in the Arctic Fox (*Alopex lagopus* L., 1758)”. Anat. Histol. Embryol. 38, 377–381.
  - Jackowiak H., Trzcielinska-Lorych J., Godynicki S. 2009b. “The microstructure of lingual papillae in the Egyptian fruit bat (*Rousettus aegyptiacus*) as observed by light microscopy and scanning electron microscopy”. Arch Histol Cytol. 72(1):13-21.
  - Jung Han-Sung, Akita K., Kim J. 2004. “Spacing patterns on tongue surface-gustatory papilla”. Int. J. Dev. Biol. 48: 157-161.
  - Kobayashi K., Jackowiak H., Frackowiak H., Yoshimura K., Kumakura M. 2005. “Comparative morphological study on the tongue and lingual papillae of horses (Perissodactyla) and selected ruminantia (Artiodactyla)”. Ital. J. Anat. Embryol. 110(2 Suppl 1):55-63.
  - Kriegs J.O., Churakov G., Kiefmann M., Jordan U., Brosius J., Schmitz J. 2006. “Retroposed Elements as Archives for the Evolutionary History of Placental Mammals”. PLoS Biol. 4(4): 537-544.

- 
- Kulawik M., Godynicki S. 2007. "Vallate papillae in the domestic rabbit (*Oryctolagus cuniculus f. domestica*)". Pol. J. Vet. Sci. 10(1):47-50.
  - Kumar S., Bate L. 2004. "Scanning electron microscopy of the tongue papillae in the pig (*Sus scrofa*)". Micr. Res. Tech. 63:253–258.
  - Kurtul I., Atalgin S.H. 2008. "Scanning electron microscopic study on the structure of the lingual papillae of the Saanen goat". Small Ruminant Research 80: 52-56.
  - Mancanares C.A.F., Santos A.C., Piemonte M., Vasconcelos B.G., Carvalho A.F., Miglino M.A., Ambrosio C.E., Assis Neto. 2012. "Macroscopic and Microscopic Analysis of the Tongue of the Common Opossum (*Didelphis marsupialis*)". Microscopy Research and Technique 75 (10): 1329–1333.
  - Martinez M., Martinez F., Pinheiro P.F., Almeida C.C.D., Guida H.L., Watanabe L. 1998. "Scanning electron microscopic study of the vallate papillae of the opossum (*Didelphis albiventris*)". Rev. Chil. Anat., 16: 67-73.
  - Martinez M., Martinez F., Pinheiro P.F., Almeida C.C.D., Segatelli T.M., Watanabe L. 2000. "Scanning electron microscopic study of the tongue of chinchilla (*Chinchilla laniger*)". Rev. Chil. Anat., 18: 53-59.
  - Morais J.O., Watanabe I. 1988. "Observações morfológicas das papilas linguais do tutu peba (*Euphractus sexcinctus*). Estudo aos microscópios óptico e eletrônico de barradura". Rev. Bras. Cien. Morfol., 5: 89-97.
  - Morais J.O., Watanabe I., Köning B. 1994. "Scanning electron microscopy of the lingual mucosa of the nine-banded armadillo, *Dasybus novemcinctus*". Ann. Anat., 176: 357-361.
  - Morais J.O., Watanabe I., Lopes R.A. 1991. "Scanning electron microscope study of the tongue mucosa in the nine-banded armadillo, *Dasybus novemcinctus*". Zool. Jb. Anat., 121: 267-274.
  - Okada S., Schraufnagel D.E. 2005. "Scanning electron microscopic structure of the lingual papillae of the common opossum (*Didelphis marsupialis*)". Microsc. Microanal. 11(4): 319-32.
  - Parera A. 2002. "Los mamíferos de la Argentina y de la Región Austral de Sudamérica". Ed. El Ateneo, Buenos Aires. Pp. 94-113.

- 
- Pastor J.F., Barbosa M., De Paz F.J. 2008. “Morphological study of the lingual papillae of the giant panda (*Ailuropoda melanoleuca*) by scanning electron microscopy”. *J. Anat.*, 212(2): 99–105.
  - Peng X., Ye W., Yuan G., Zhang, H., Wang J. 2008. “Morphology of the lingual papillae of bactrian Camel (*Camelus bactrianus*)”. *J. of Camel Practice and Research*. Vol. 15 (2), 173-180.
  - Ross M.H., Pawlina W. 2012. “Histología: texto y atlas color con biología celular y molecular”. 5º ed. Buenos Aires, Medica Panamericana.
  - Shindo J., Yoshimura K., Kobayashi K. 2006. “Comparative Morphological Study on the Stereo-Structure of the Lingual Papillae and Their Connective Tissue Cores of the American Beaver (*Castor Canadensis*)”. *Okajimas Folia Anat Jpn* 82; 4, 127-137.
  - Tadjalli M., Pazhoomand R. 2004. “Tongue papillae in lambs: a scanning electron microscopic study”. *Small Ruminant Research*, 54: 157-164.
  - Takemura A., Uemura M., Toda I., Fang G., Hikida M., Suwa F. 2009. “Morphological study of the lingual papillae in the ferret (*Mustela putorius furo*)”. *Okajimas Folia Anat. Jpn.*, 86(1): 17–24.
  - Ünsal S., Aktümsek A., Celik I., Sur E. 2003. “The number and distribution of fungiform papillae and taste buds in the tongue of young and adult Akkaraman sheep”. *Revue Méd. Vét.*, 154 (11): 709-714.
  - Watanabe L., Morais J.O., Yokoyama R., Inokuchi T., Hamassaki M. 1992. “Three-dimensional structure of the epithelial connective tissue papillae of the armadillo *Dasypus novemcinctus* tongue”. *Rev. Chil. Anat.*, 10: 97-103.
  - Yoshimura K., Shindoh J., Kobayashi K. 2002. “Scanning Electron Microscopy Study of the Tongue and Lingual Papillae of the California Sea Lion (*Zalophus californianus californianus*)”. *The Anatomical Record* 267:146–153.
  - Yoshimura K., Hama N., Shindo J., Kobayashi K., Kageyama I. 2008. “Light and scanning electron microscopic study on the lingual papillae and their connective tissue cores of the Cape hyrax *Procavia capensis*”. *J. Anat.*, 213(5):573-82.
  - Yoshimura K., Shindo J., Kageyama I. 2009. “Light and Scanning Electron Microscopic Study on the Tongue and Lingual Papillae of the Japanese badgers, *Meles meles anakuma*”. *Okajimas Folia Anat. Jpn.*, 85(4): 119–127.

- Yoshimura K., Shindo J., Kageyama I. 2013. “Comparative Morphology of the Papillae linguales and their connective tissue cores in the tongue of the greater japanese Shrew-mole, *Urotrichus talpoides*”. *Anat Histol Embryol.* 42(1):21-29.

## Capítulo VII

---

Tracto digestivo

## Introducción

Los organismos están en contacto constante con el ambiente, no sólo a través de la piel sino también a través del epitelio que recubre el tracto digestivo, respiratorio y urogenital. La barrera epitelial separa el medio luminal, que es equivalente al exterior del organismo, de los tejidos y órganos corporales. Este epitelio varía a lo largo del tubo digestivo y está adaptado a las funciones específicas de cada uno de los órganos digestivos (Ross y Pawlina, 2012).

El epitelio intestinal actúa como una barrera natural contra bacterias patógenas y sustancias tóxicas presentes en la luz del intestino. Las sustancias químicas y los patógenos, entre otros, causan modificaciones en la microflora normal o en el epitelio intestinal que pueden afectar la permeabilidad de esta barrera natural, modificando el metabolismo, la habilidad para digerir y absorber nutrientes y conduciendo a procesos inflamatorios de la mucosa intestinal (Pelicano y col., 2005).

A raíz de esto, el impacto que tiene la dieta sobre el desarrollo del tracto gastrointestinal se ha transformado en materia de particular interés en la investigación sobre nutrición. El intestino delgado es uno de los segmentos más importantes del tracto digestivo y en él ocurre la digestión y absorción de la mayor parte de los nutrientes (Wiese y col., 2003). Diferentes estudios han demostrado que, los polisacáridos que no son digeridos en esta parte del tracto pueden influenciar la estructura del intestino delgado alterando su longitud y peso (Brunsgaard y col., 1995; van der Klis y Jansman, 2002). Estos efectos están a menudo asociados a modificaciones en la morfología del epitelio intestinal y en consecuencia de las funciones hidrolíticas y absorptivas del epitelio (Montagne y col., 2003). Así, los carbohidratos de la dieta afectan tanto el desarrollo del tracto gastrointestinal como la arquitectura de la mucosa, la proliferación de células epiteliales, recambio y características de las mucinas (Thomsen y col., 2006). Diferentes autores develaron, experimentalmente, cambios estructurales en respuesta a cambios en la dieta en el intestino de vertebrados (Starck, 2003). La flexibilidad fenotípica del tracto gastrointestinal en respuesta a cambios en la dieta o a la demanda de los organismos, fue descrita para una variedad de especies de aves y mamíferos (revisiones en: Piersma y Lindström, 1997; Starck, 1999). Se han observado cambios fenotípicos desde niveles anatómicos, es decir longitud y masa intestinal, hasta niveles ultraestructurales, como número y longitud de las microvellosidades (Starck, 2003). En las marmotas alpinas se describió un ajuste en el tamaño y la función del intestino debido a cambios estacionales de la disponibilidad de alimentos y demandas internas (es decir, hibernación vs. actividad) (Hume y col., 2002). Así, los cambios en la estructura se utilizan frecuentemente para evaluar la función durante el desarrollo o en respuesta a componentes alimenticios particulares.

En el caso específico de los hábitos alimenticios de los armadillos, los mismos poseen una dieta omnívora que incluye insectos, carroña y vegetales (Redford y Eisenberg, 1992; Casanave y col., 2003; Vizcaíno y col., 2004, 2006). Las variaciones en la alimentación podrían verse reflejadas en la ultraestructura del epitelio absortivo intestinal, como ha sido observado para otros mamíferos, incluso a nivel intraespecífico entre animales silvestres y adaptados a bioterio: las evidencias indican cambios en el tamaño de la mucosa intestinal basados en la proliferación de las células de las criptas intestinales y la extrusión de células en la punta de las vellosidades (Starck, 2003).

Los omnívoros poseen una capacidad intestinal menor a los herbívoros (Parra, 1978), con un ciego y colon relativamente menor (Schieck y Millar, 1985). Estas características limitan a los omnívoros en su capacidad para digerir material vegetal en comparación con los herbívoros (McClelland y col., 1999). Existen respuestas flexibles rápidas en la estructura pero son presumiblemente energéticamente costosas. El costo se debe a que la flexibilidad está basada en la producción de nuevo tejido y a que la regulación del tamaño del intestino requiere niveles de proliferación celular más elevados de lo normal (Starck, 2003).

Si bien la histología del tracto digestivo de los armadillos ha sido descrita para algunas especies (Estecondo y col., 1995, 1996), no se realizaron estudios comparativos entre animales silvestres y adaptados a bioterio, ni tampoco existen estudios a nivel ultraestructural. Para este tipo de estudios, la microscopía electrónica de barrido (scanning), resulta ser una herramienta relativamente nueva en la evaluación de correlaciones funcionales en muchos tejidos y con excelentes resultados en su aplicación (Skrzypek y col., 2005). Esta técnica permite observar la superficie del intestino en tres dimensiones, en un amplio rango de escalas.

En este capítulo se describe desde el punto de vista anatómico el tracto digestivo de *C. villosus* y la histología y ultraestructura del intestino.

La elección de *C. villosus* para este estudio se debe a su calidad de especie muy abundante en la región, considerada plaga y perseguida para su utilización como alimento o como trofeo de caza por pobladores.

#### **Objetivos específicos:**

- Describir, desde el punto de vista anatómico, el tracto digestivo de *C. villosus*.
- Analizar las características histológicas del intestino de *C. villosus* a nivel de microscopía óptica y microscopía electrónica de barrido (scanning).
- Comparar la morfología y ultraestructura del epitelio intestinal entre ejemplares silvestres y ejemplares adaptados a bioterio (con dieta controlada).

## Metodología

Para el estudio anatómico del tracto digestivo de *Chaetophractus villosus*, se utilizaron 20 ejemplares adultos de la especie (10 hembras y 10 machos), provenientes de campos privados de los alrededores de la ciudad de Bahía Blanca, partido de Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires, Argentina. Los mismos se hallaban en cautiverio en dependencias del bioterio de la Universidad Nacional del Sur y se procesaron en el marco de diferentes proyectos de investigación llevados adelante en dicha institución. La alimentación en bioterio consiste en alimento balanceado para perros Maxi Can Aliba®. Los animales, sometidos a ayuno durante 2 días, se eutanasiaron con tiopental sódico, 75 mg/kg, i.p. Se describió la posición de las vísceras *in situ*; se extrajeron los órganos y se disecaron bajo lupa eliminando todo resto visible de grasa; se lavaron con solución fisiológica; se pesaron con balanza analítica Metler y se midieron con calibre Swordfish de 0,02 mm de apreciación. En el procedimiento de eutanasia y extracción de muestras de tejidos colaboró el veterinario encargado del bioterio.

Para el estudio histológico del intestino a nivel óptico y para el estudio ultraestructural, se emplearon muestras de cuatro machos adultos de la especie. Dos de estos ejemplares eran silvestres y fueron capturados a una distancia de 15-20 km de Bahía Blanca; los otros dos, eran animales adaptados por más de dos años a la dieta específica del bioterio de la Universidad Nacional del Sur. Luego de 24 horas de ayuno, todos fueron eutanasiados con tiopental sódico, 75 mg/kg, i.p. Para eliminar posibles restos de alimentos en el interior del intestino se procedió a la perfusión del mismo con solución fisiológica. Tanto para microscopía óptica como para electrónica, las muestras fueron obtenidas realizando cortes transversales de las diferentes porciones: duodeno, yeyuno, íleon, ciego e intestino grueso. Las muestras así obtenidas fueron inmediatamente fijadas. Para el estudio a nivel de microscopía óptica las muestras se fijaron por inmersión en la mezcla de Bouin. Para el estudio ultraestructural, se obtuvieron muestras de aproximadamente 5 mm<sup>2</sup> de espesor que se fijaron, también por inmersión, durante 24 horas a 4°C, en solución de Karnovsky diluído (2,5 % de glutaraldehído y 2 % de formaldehído en 0,1 M de buffer Cacodilato sódico, pH 7,4).

El posterior procesamiento del material así fijado, se realizó en el Laboratorio de Histología Animal de la UNS donde se procedió de acuerdo a protocolos preestablecidos para ambos tipos de microscopía.

Las muestras fijadas en Bouin fueron deshidratadas en una serie de alcoholes de concentración creciente, infiltradas con paraplast (56-58°) e incluidas en anillos plásticos.

Posteriormente se procedió a cortar los tacos en secciones de 5-7  $\mu\text{m}$  de espesor, con un micrótopo rotatorio tipo Minot, Leica RM 2145. Los cortes fueron dispuestos en portaobjetos albuminados y secados a temperatura ambiente. Se utilizaron diferentes técnicas de coloración. Para el análisis topográfico los preparados fueron teñidos con Hematoxilina-Eosina y Tricómico de Masson. También se realizaron técnicas histoquímicas como Azul Alcian a diferentes niveles de pH y la reacción del ácido periódico de Schiff (PAS). Para la observación y registros fotográficos se empleó un microscopio óptico Olympus BX51, con cámara digital Olympus Camedia modelo C-7070, wide zoom.

Las muestras fijadas en la solución de Karnovsky diluído fueron deshidratadas en acetona de concentración creciente y se trasladaron a dependencias del Centro Científico Tecnológico de Bahía Blanca (CCTBB- CONICET), donde se continuó con el procesamiento. Allí las muestras fueron secadas por punto crítico (Polaron E-3000) y posteriormente metalizadas (Ion Sputter model 3 Pelco 91000). Luego se realizó la observación y toma de fotografías con un microscopio Evo 40 XVP (Cambridge, England) a 5 ó 7 kV.

## Resultados

### Morfometría

En la Figura VII-1 se observa la disposición *in situ* de los diferentes órganos del sistema digestivo. Los pesos total y relativo, y las dimensiones medias de los diversos órganos del tubo digestivo, son semejantes en ambos sexos (ver Anexo Tabla VII-1, VII-2 y VII-3)

- **Boca**

Está delimitada ántero-lateralmente por los labios, dorsalmente por el paladar duro, ventralmente por el maxilar inferior y músculos del piso de la boca y posteriormente por el extremo posterior del paladar blando. La hemiabertura bucal, desde el extremo anterior hasta la comisura labial midió  $3,8 \pm 0,3$  mm.

Los labios superior e inferior presentan la superficie externa cornificada y poco desarrollada, ocupando hasta el espacio comprendido entre el 4º y 5º diente. El labio superior muestra un repliegue que determina dos porciones queratinizadas. La interna llega hasta el nivel de la primera división transversal del paladar, membranosa, y la externa alcanza el nivel del 5º diente.

El paladar duro, rugoso, tiene 7 crestas transversales completas rectas o levemente curvadas, con convexidad hacia adelante, en correspondencia con los dientes anteriores. En algunos ejemplares se observan rudimentos de una octava cresta. En los ejemplares juveniles algunas crestas son incompletas en la línea media del paladar. La longitud total del paladar (hasta el extremo posterior del paladar blando) es de  $6,5 \pm 0,2$  cm; el ancho al nivel del 4º diente es de  $1,8 \pm 0,1$  cm y a nivel del 9º diente de  $2,0 \pm 0,2$  cm. Todos los ejemplares presentaron la fórmula dentaria típica de la especie, 9/10.

La lengua contiene numerosas papilas filiformes orientadas hacia atrás, principalmente en la zona media. En la porción ántero-lateral son fungiformes; existen dos papilas caliciformes en la zona póstero-lateral, una a cada lado de la línea media.

- **Faringe**

Ubicación y estructura típica de mamíferos.

- **Esófago**

Su recorrido es típico de mamíferos. La porción ántero-ventral presenta una marcada impresión correspondiente a la tráquea. Sobre el hígado pasa por la gran escotadura esofágica por encima del lóbulo 3 y por debajo del lóbulo 4, al que desplaza hacia la

derecha. La porción posterior se curva levemente hacia la izquierda. Internamente se caracteriza por la presencia de escasos (generalmente no más de 5) pliegues longitudinales gruesos, prolongados en toda su longitud, con algunas ramificaciones.

- **Estómago**

Es voluminoso y se ubica en el hemiabdomen izquierdo, excepto una pequeña porción (región del antro pilórico) que se proyecta sobre el lado derecho. *In situ* en un ejemplar se lo halló ubicado fundamentalmente en el hemiabdomen derecho, en relación al lóbulo hepático 1; y en otro, totalmente cubierto por el hígado. Está parcialmente cubierto por los lóbulos hepáticos 2 y 3, que se apoyan sobre él por la cara visceral, ocultando su curvatura menor. Se diferencian claramente el fundus, el cuerpo y la porción pilórica. El extremo izquierdo se relaciona hacia delante con la pared abdominal y dorso-caudo-lateralmente con el bazo, principalmente con su lóbulo 1. Dorso-caudalmente se relaciona con páncreas y duodeno; caudalmente, con el intestino grueso; a nivel del tercio derecho de la curvatura mayor con el riñón izquierdo y en algunos casos, con la adrenal izquierda a nivel del tercio medio de esta curvatura.

Anatomía interna: el número de pliegues es variable según la región: en el cuerpo se observan entre 16 y 20; en el antro, entre 6 y 7 y en la región fúndica son muy numerosos, delgados, de trayectoria muy sinuosa y ramificados. Los pliegues gruesos, a su vez, pueden terminar en la región de transición cuerpo-antro pilórico, o continuar su trayectoria en sentido longitudinal al órgano emitiendo ramificaciones de menor grosor.

- **Páncreas**

Es alargado, constituido por dos ramas perpendiculares. Una corta y ancha, relacionada principalmente con el duodeno (cabeza o porción duodenal). Otra, alargada y angosta, se extiende transversalmente en relación con el estómago, concluyendo próxima al bazo (porción gástrica o cuerpo). Topográficamente se extiende entre la 4<sup>o</sup> y la 6<sup>o</sup> banda móvil, llegando ocasionalmente hasta fines de la 7<sup>o</sup>. La porción duodenal se extiende desde la vesícula biliar, caudo-dorsalmente al duodeno, continuando en dirección caudal hasta el intestino grueso, al nivel de su salida del ciego; se establece allí, aproximadamente a 7 cm del píloro, una cuádruple relación que vincula por medio de tejido conectivo, al duodeno, intestino grueso y ciego en un mismo plano y al páncreas por encima. La porción duodenal, que es ventral al hígado, se extiende caudalmente hasta el hilio renal derecho. El cuerpo del páncreas se extiende caudo-dorsalmente, desde la primera porción duodenal, píloro y tercio derecho del estómago, hasta el riñón izquierdo. La cola queda próxima a la zona intermedia del bazo, en su cara visceral; en este punto la relación con el estómago es más estrecha, correspondiéndose topográficamente con la 5<sup>o</sup> banda móvil izquierda. Un ligamento conecta

la porción ventral del páncreas, próxima a su bifurcación, con vena cava inferior, glándula adrenal izquierda, riñón izquierdo y pared abdominal dorsal.

- **Hígado**

Es de tamaño variable, voluminoso, pardo rojizo (Fig. VII- 1). Ocupa desde la 3<sup>o</sup> banda móvil, ocasionalmente fines de la 2<sup>o</sup>, hasta la 5<sup>o</sup> ó 6<sup>o</sup> llegando en un ejemplar hasta la 7<sup>o</sup> banda móvil. Presenta 4 lóbulos: L1 (póstero-derecho); L2 (ántero-medial derecho, dividido en dos partes); L3 (izquierdo), de gran tamaño; L4 (póstero-medial o renal). La cara visceral es cóncava, amoldada a los órganos con los que se relaciona. La cara parietal es convexa, y se relaciona con el diafragma. Un ligamento une el extremo posterior del esternón al diafragma en su zona media dorsal, conectando la porción muscular y membranosa del mismo con la cisura interlobular que divide al L2 en sus dos porciones. Un repliegue dorsal de este ligamento envuelve el paquete constituido por la vena cava, la aorta abdominal y el esófago. El L1 se relaciona con intestino grueso, duodeno, asas de intestino delgado y pared abdominal derecha, a nivel de las 6<sup>o</sup> y 7<sup>o</sup> bandas móviles (ocasionalmente 5<sup>o</sup>) del caparazón. Presenta una impronta correspondiente a intestino grueso y vesícula biliar, que se apoyan en él. Los lóbulos 2 y 3 se pliegan sobre sí mismos desde el extremo ventral del diafragma, en dirección ventro-posterior. Recubren parcial o totalmente al estómago. El L2 contiene la vesícula biliar que, en general, protruye ventralmente. Contacta con la pared abdominal derecha y con el intestino grueso. Se relaciona además con asas del intestino delgado, incluido duodeno, páncreas y extremo derecho del estómago. El L3 se relaciona, además, con páncreas, diafragma, bazo, intestino delgado, adrenal izquierda, riñón izquierdo, vena cava, esófago y pared abdominal. El L4, por su extremo posterior envuelve a la glándula adrenal derecha y por su mitad anterior al riñón derecho. Un ligamento une el borde caudal del L4 con el intestino delgado, caudalmente al páncreas. Otro ligamento conecta la cara caudal del diafragma con el extremo izquierdo del L3 hasta el hilio hepático, rodeando en su trayecto al cardias y estructuras relacionadas. Un meso une cardias, curvatura menor del estómago y páncreas con el hilio hepático; se continúa con la lámina conectiva que envuelve al colédoco y páncreas, adosándose al extremo medial anterior del L4. Otro meso, originado en el píloro, conecta el extremo látero-posterior del estómago, a nivel de la curvatura mayor, con el hilio del bazo y el extremo terminal del páncreas. El conducto colédoco desemboca a 1,3 - 2,8 cm del píloro.

- **Glándulas salivales**

Se reconocen glándulas submaxilares, sublinguales y parótidas, además de un reservorio salival. Las glándulas son pares y bien desarrolladas. Las glándulas submaxilares son cilíndricas y de consistencia firme; las parótidas son aplanadas y de consistencia friable. Las

glándulas sublinguales se encuentran conectadas al lóbulo anterior de las submaxilares.

- **Intestino delgado**

El origen del duodeno se relaciona con el extremo caudal del L2. Se desplaza hacia la derecha y ligeramente hacia caudal, pasando dorsalmente al intestino grueso y al ciego en su extremo derecho. A nivel del tercio medio del L3, el duodeno asciende aproximadamente 1 cm, y se dirige hacia atrás, ocupando gran parte de la cavidad abdominal. Desemboca en la válvula íleo- cólica. En algunos machos, la última porción del intestino delgado se dispone próxima al testículo izquierdo y el ciego se inicia a nivel del epidídimo. En otros, la disposición es medial. En las hembras, se relaciona con los ovarios por su cara dorsal. Un meso une el lóbulo anterior del bazo con el intestino delgado, ciego (próximo a su desembocadura en intestino grueso), estómago, píloro y páncreas. Internamente, se observan pliegues relativamente gruesos, transversales y oblicuos. Los pliegues longitudinales, en general, son más delgados y escasos, en número que varía entre 5 y 7 en el extremo terminal.

- **Intestino grueso**

Ubicado generalmente sobre el lateral derecho, en relación con el L2. En algunos animales no se observa *in situ* en vista ventral. El extremo anterior se ubica a nivel de las 6<sup>o</sup> y 7<sup>o</sup> bandas móviles. Asciende levemente en dirección craneal, se desplaza al lateral derecho contactando con la pared abdominal por espacio de aproximadamente 5 cm. Se curva luego hacia la izquierda, configurando un asa en forma de "U" cerrada, cuya base contacta con la pared abdominal derecha. Continúa en forma ascendente, en contacto con el antro pilórico y la curvatura mayor del estómago. Cruza al duodeno, ventralmente al páncreas. Sigue descendiendo, relacionándose con intestino delgado, ciego y riñón izquierdo. En machos se relaciona con el testículo izquierdo y en hembras, con el útero. En un ejemplar, el intestino grueso daba una vuelta completa, sin flexuosidades, rodeando al ciego y ventral al estómago. Internamente presenta pliegues longitudinales y transversales. Los longitudinales (entre 5 y 7) se ubican principalmente en los dos tercios posteriores de la víscera. La transición ciego - intestino grueso presenta 1-3 pliegues transversales cortos. En proximidades del recto, los pliegues transversales son más abundantes.

- **Ciego**

Es de tamaño variable, orientado generalmente en dirección oblicua, ántero- látero-izquierda hacia póstero-látero-derecha. Se ubica generalmente sobre la línea media o sobre el lateral izquierdo. En un ejemplar se lo encontró en el lateral derecho, en sentido longitudinal,

paralelo a la pared abdominal. Morfológicamente es comparable a una pirámide truncada, con base en el extremo anterior del órgano. Topográficamente se extiende entre las 5<sup>o</sup> y 8<sup>o</sup> bandas móviles. La cara ventral es lisa y la dorsal presenta numerosos pliegues. Se relaciona con intestino delgado, intestino grueso y riñón izquierdo. En un caso se encontró una relación entre el extremo anterior del ciego y el extremo izquierdo del páncreas. En hembras, se halla por debajo de uno o de ambos ovarios y de la vejiga. En machos, se relaciona caudalmente con testículo. Internamente existen pliegues transversales que cubren toda la superficie, desde la línea media hacia ambos laterales, en trayectoria sinuosa. En la región de pasaje ciego - intestino grueso, los pliegues son horizontales.

- **Recto**

Se ubica por encima de la uretra pelviana y próstata en machos y de uretra pelviana en hembras. Cuando la vejiga se encuentra vacía, la porción próxima al trigono vesical también se halla ventral a la primera porción del recto. Internamente hay abundantes pliegues transversales, delgados, bien marcados y muy juntos, extendidos transversalmente, con o sin ramificaciones. El extremo anal se diferencia por sus pliegues longitudinales cortos.

### Microscopía Óptica

- **Intestino Delgado**

Macroscópicamente dividimos al intestino delgado en tres segmentos bien delimitados entre sí: duodeno, yeyuno e íleon. Todo el intestino delgado posee pliegues, vellosidades y microvellosidades.

En la formación de los pliegues o válvulas de Kerckring participan las tunicas mucosa y submucosa (Fig. VII- 2). Las vellosidades son proyecciones digitiformes de la mucosa y consisten en un centro de tejido conectivo, extensión de la lámina propia, tapizado por un epitelio cilíndrico simple con chapa estriada (enterocitos) y células caliciformes (Fig. VII- 3) cuya secreción mucosa reacciona positivamente con PAS (Fig.VII-4, 5). Las células caliciformes aumentan en cantidad hacia el ciego. Las criptas o glándulas de Lieberkühn son glándulas tubulares simples que se extienden desde la muscular de la mucosa a través de la lámina propia y desembocan en la base de las vellosidades. Estas glándulas están compuestas por el mismo epitelio que las vellosidades, se observan además células cilíndricas indiferenciadas, muchas en mitosis, más bajas que los enterocitos. En la profundidad de la cripta hay células de Paneth que son células piramidales, con el núcleo desplazado hacia la base y gránulos eosinófilos en el citoplasma (Fig. VII- 6).

El corion o lámina propia, de tejido conectivo laxo con gran cantidad de linfocitos, además de formar el centro de la vellosidad rodea a las glándulas intestinales. La lámina propia es el

sitio que aloja el tejido linfático difuso, contiene numerosas células del sistema inmunitario como linfocitos, plasmocitos, mastocitos y eosinófilos. Los nódulos linfáticos se hacen más abundantes hacia el ciego (Fig. VII- 7).

La muscular de la mucosa de tejido muscular liso está compuesta por una capa interna de disposición circular, algunas de cuyas fibras penetran entre las glándulas y en las vellosidades y una capa externa longitudinal (Fig. VII-3, 8), discontinua, en el comienzo del duodeno.

La túnica submucosa es de tejido conectivo laxo muy vascularizado, con nódulos linfáticos, abundantes linfocitos y gran cantidad de plasmocitos.

La túnica muscular de músculo liso formada por una capa interna de disposición circular y una capa externa de disposición longitudinal (Fig. VII- 9). Entre estas dos capas se encuentran ganglios del plexo de Auerbach (Fig. VII- 9).

La capa serosa es de tejido conectivo laxo y está recubierta por mesotelio.

El duodeno, yeyuno e íleon presentan diferencias. En el duodeno las válvulas de Kerckring son más altas y se encuentran más juntas. La dotación de vellosidades es densa.

Una característica importante del duodeno es que en la túnica submucosa se encuentran abundantes glándulas submucosas o de Brunner. Estas son glándulas tubulares con células secretoras de tipo mucoso que reaccionan positivamente con PAS (Fig. VII- 10).

El yeyuno no contiene glándulas de Brunner, la submucosa es más delgada. Las válvulas de Kerckring son más bajas. Las válvulas y vellosidades disminuyen en cantidad y altura hacia el tramo final del intestino delgado y el número de células caliciformes aumenta (Fig. VII- 11).

En el íleon las válvulas de Kerckring son aún más bajas y están más separadas. Las vellosidades son más cortas y de distribución más laxa.

El pasaje intestino delgado-ciego es bien visible. Macroscópicamente se observa un estrechamiento que se corresponde histológicamente con un esfínter muscular. Otra diferencia es que cambia el aspecto de la mucosa ya que desaparecen las vellosidades (Fig. VII- 12, 13). En el ciego hay menor cantidad de células caliciformes que en la porción final del intestino delgado.

No se observa un ciego diferenciado del intestino grueso.

- **Intestino Grueso**

Histológicamente todo el intestino grueso es similar y está formado por las cuatro tunicas características.

La mucosa contiene abundantes criptas de Lieberkühn tubulares rectas que ocupan todo su espesor. Las criptas están tapizadas por el mismo epitelio cilíndrico simple con chapa estriada y células caliciformes que tapizan la superficie luminal (Fig. VII- 14, 15). Las células caliciformes son más abundantes en las criptas que en el epitelio superficial, su número aumenta hacia la porción final del intestino grueso (Fig. VII- 15).

En el pasaje recto-ano el epitelio cambia a estratificado plano no queratinizado. Este epitelio se queratiniza a cierta distancia del pasaje.

### **Microscopía Electrónica**

- **Intestino delgado**

El duodeno presenta vellosidades cortas y anchas de aspecto foliáceo cubriendo su superficie luminal (Fig. VII- 16). La superficie de las vellosidades no es lisa sino que presenta surcos transversales (Fig. VII- 17). Tapizando las vellosidades se encuentran los enterocitos o células absortivas que se caracterizan por presentar límites bien definidos y fácilmente observables con alta magnificación, de forma hexagonal característica (Fig. VII- 18). Los mismos poseen numerosas microvellosidades bien desarrolladas en su superficie apical, otorgándole un aspecto rugoso (Fig. VII- 18). Las células caliciformes de la mucosa del duodeno son escasas y se encuentran intercaladas con los enterocitos (Fig. VII- 19). Se diferencian claramente por la apertura del poro excretor hacia la superficie desprovista de microvellosidades (Fig. VII- 16, 17), muchas veces puede observarse la acumulación apical de mucus.

Las glándulas intestinales o criptas de Lieberkühn son tubulares simples y se extienden a través de todo el espesor de la lámina propia desembocando en la superficie luminal del intestino a la altura de la base de las vellosidades (Fig. VII- 16)

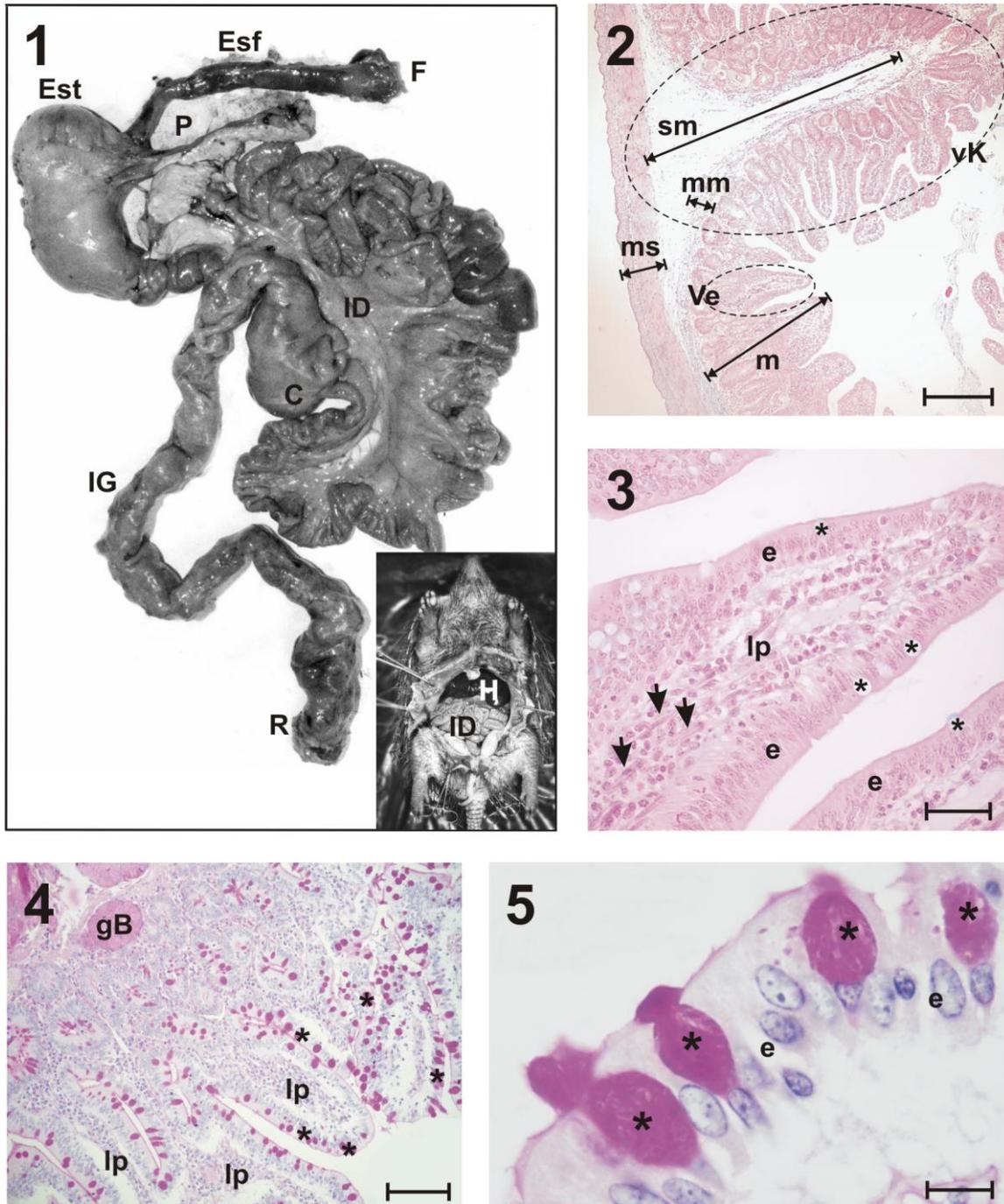
La superficie del yeyuno está tapizada de abundantes vellosidades y en la base de las mismas pueden distinguirse los orificios de las criptas de Lieberkühn (Fig. VII- 20). En el epitelio que cubre la superficie de las vellosidades se pueden identificar claramente los enterocitos provistos de chapa estriada y los orificios de numerosas células caliciformes, en la superficie de algunas de ellas puede observarse la extrusión de mucus (Fig. VII- 21).

El íleon prácticamente no presenta diferencias con el yeyuno, sí puede observarse mayor cantidad de células caliciformes alternando con enterocitos (Fig. VII- 22). Todavía existen válvulas conniventes y las vellosidades se disponen de manera más laxa (Fig. VII- 23). Una característica distintiva es la presencia de nódulos linfáticos que se extienden en la submucosa (Fig. VII- 23).

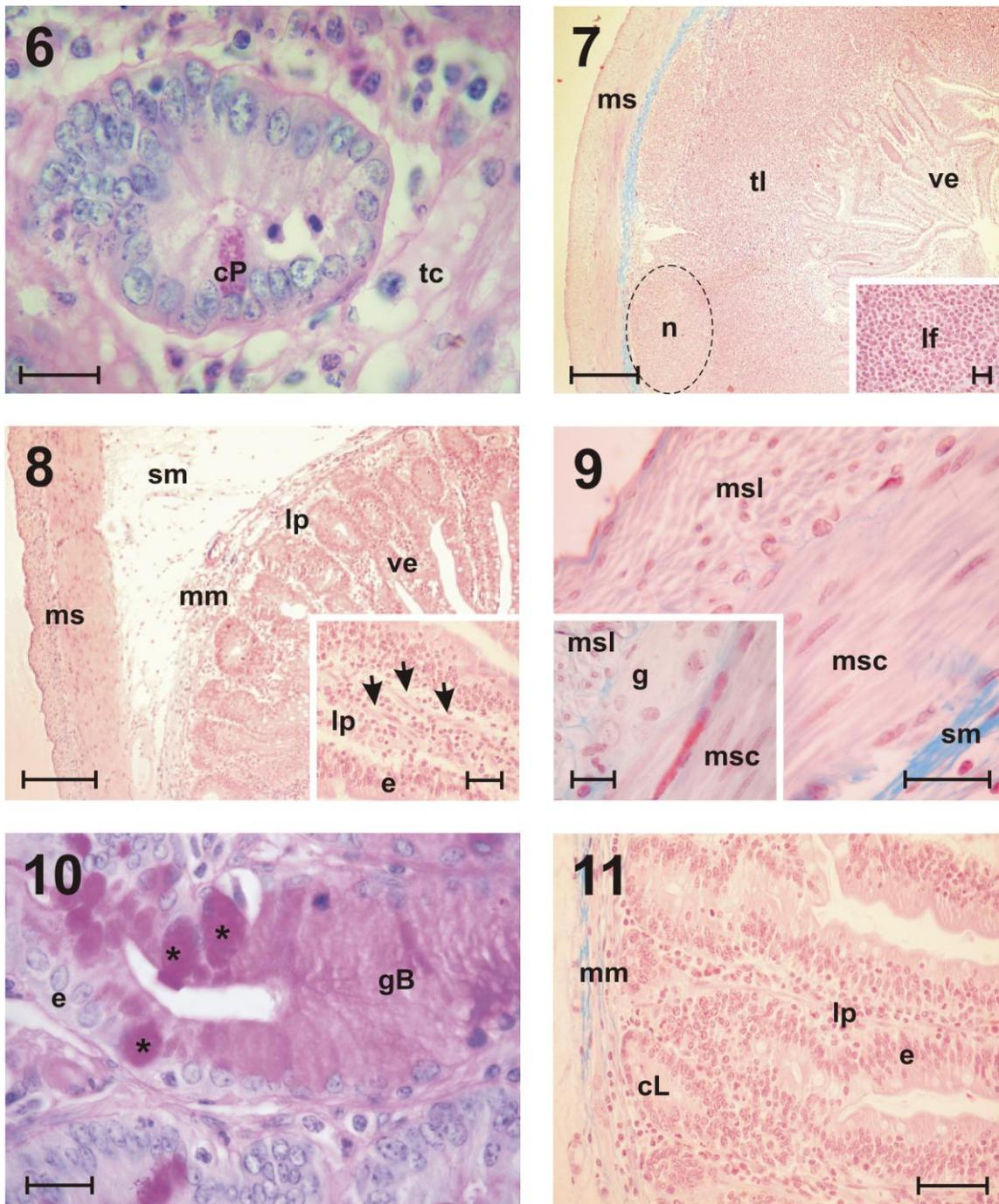
- **Intestino Grueso**

Tanto el ciego como el resto del intestino grueso carecen de válvulas conniventes y de vellosidades (Fig. VII- 24) y a través de todo el espesor de su mucosa pueden distinguirse abundantes glándulas intestinales tubulares rectas (criptas de Lieberkühn) (Fig. VII- 25, 26). Si se observa la superficie del ciego y del resto del intestino grueso con mayor magnificación pueden distinguirse los enterocitos con chapa estriada (Fig. VII- 27, 28) y los orificios de las glándulas caliciformes (Fig. VII- 27). Se destaca la abundancia de células caliciformes tanto en las glándulas de Lieberkühn como en el epitelio superficial (Fig. VII- 29).

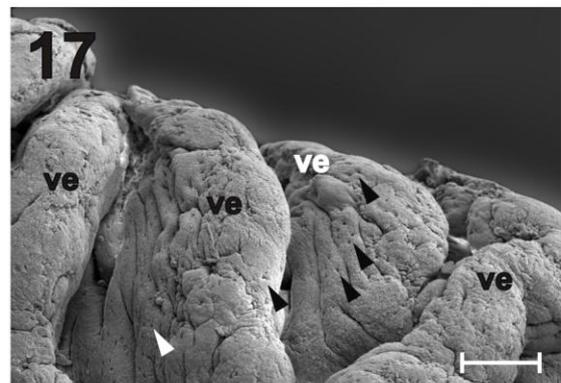
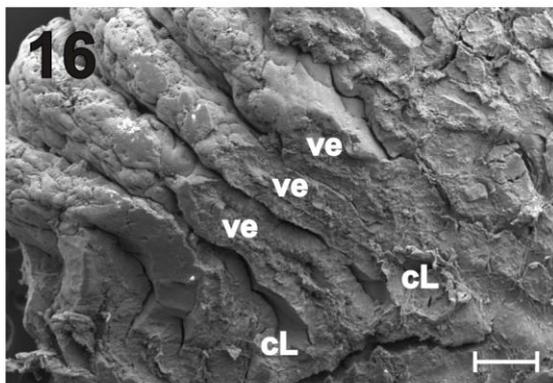
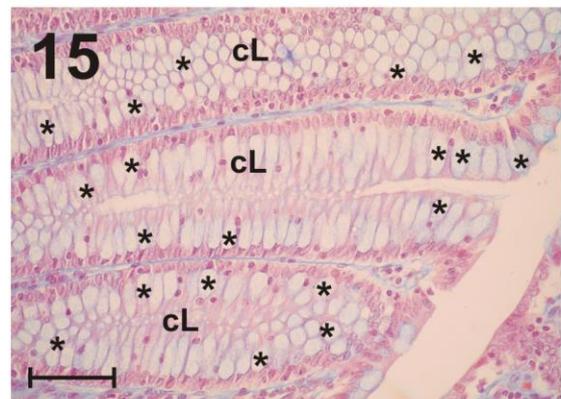
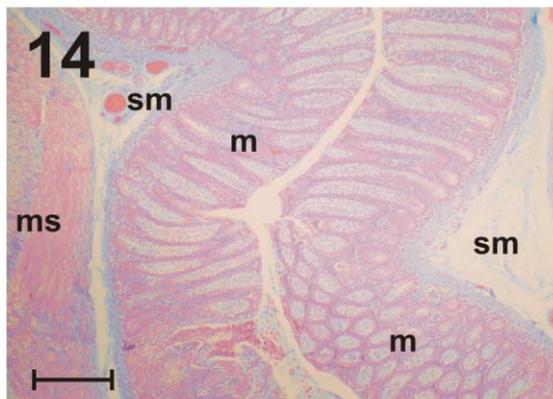
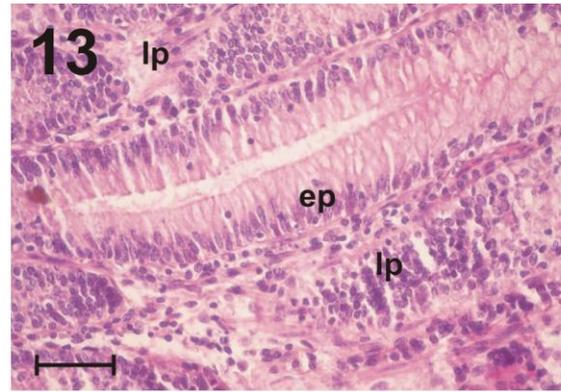
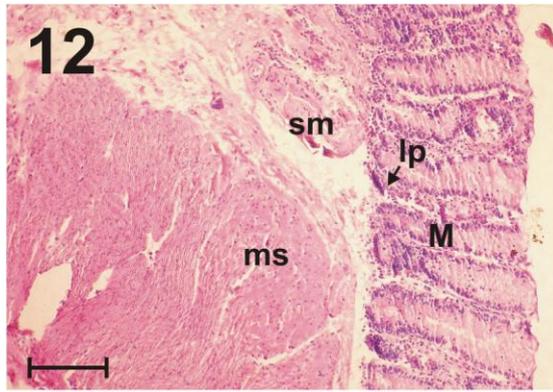
La comparación de las características histológicas entre la morfología y ultraestructura del epitelio intestinal entre ejemplares silvestres y ejemplares adaptados a bioterio (con dieta controlada) no evidenció diferencias (Fig. VII- 30, 31, 32, 33).



**VII 1:** Disposición y relación entre los distintos órganos del sistema digestivo de *Chaetopractus villosus*. **Inserto:** Ubicación insitu los órganos del sistema digestivo. **VII 2:** Vista general de un corte transversal del intestino delgado (íleon) de *C. villosus*, mostrando la disposición de las distintas túnicas. Barra: 400  $\mu\text{m}$ . **VII 3:** Detalle de una vellosidad del intestino delgado (íleon). Barra: 40  $\mu\text{m}$ . **VII 4:** Vista general de la mucosa del intestino delgado (duodeno). Barra: 100  $\mu\text{m}$ . **VII 5:** Detalle del epitelio de revestimiento del intestino delgado (duodeno) de *C. Villosus*. Barra: 10  $\mu\text{m}$ . **Referencias:** C: ciego; e: enterocito; Esf: esófago; Est: estómago; F: faringe; gB: glándulas de Brunner; H: hígado; ID: instestino delgado; IG: intestino grueso; lp: lámina propia; m: mucosa; mm: muscular de la mucosa; ms: muscular; P: páncreas; R: recto; sm: submucosa; ve: vellosidad; vK: válvula de Kerckring; \*: células caliciformes; Flecha: fibras musculares lisas de la muscular de la mucosa. **Coloraciones:** VII 2 y 3: Tricrómico de Masson; VII 4 y 5: PAS.



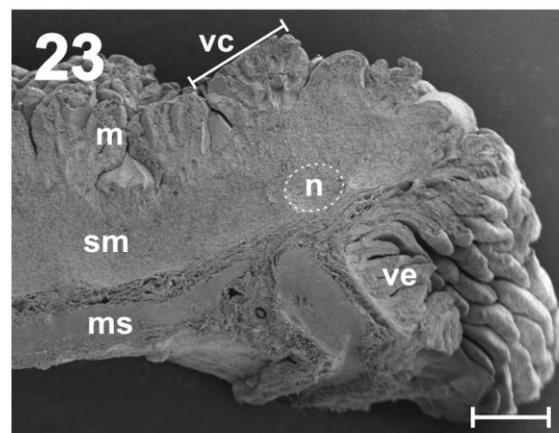
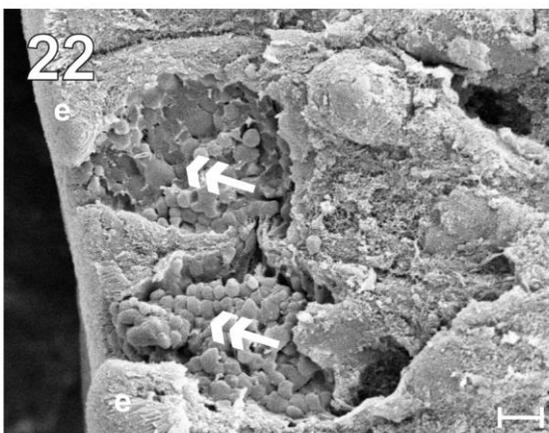
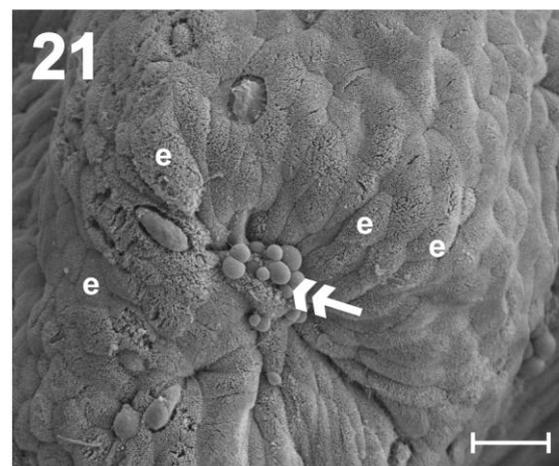
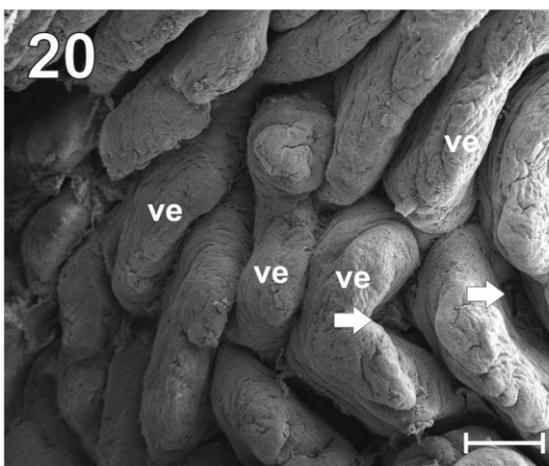
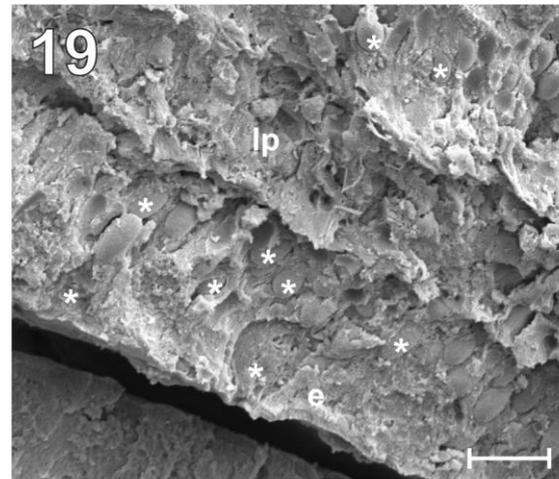
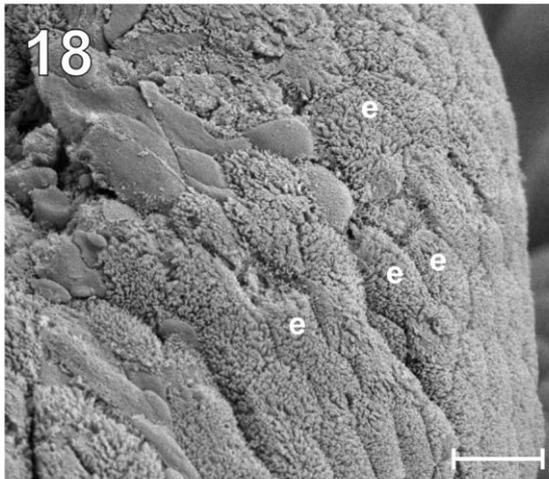
**VII 6:** Detalle del fondo de una cripta de Lieberkühn en el duodeno de *Chaetophractus villosus*. Barra: 20  $\mu$ m. **VII 7:** Vista general del íleon. Barra: 400  $\mu$ m. **Inserto:** Magnificación de tejido linfático difuso. Barra: 20  $\mu$ m. **VII 8:** Vista general del íleon en la que se observa la relación entre las tunicas. Barra: 200  $\mu$ m. **Inserto:** Detalle de una vellosidad a nivel del yeyuno en la que se observan las fibras musculares lisas de la muscular de la mucosa. **Barra:** 60  $\mu$ m. **VII 9:** Túnica muscular del yeyuno. Barra: 20  $\mu$ m. **Inserto:** Detalle de un ganglio del Plexo de Auerbach. Barra: 10  $\mu$ m. **VII 10:** Glándula de Brunner en la submucosa del duodeno. Barra: 20  $\mu$ m. **VII 11:** Detalle de la túnica mucosa del yeyuno. Barra: 60  $\mu$ m. **Referencias:** cL: criptas de Lieberkühn; cP: célula de Paneth; e: enterocito; g: ganglio (Plexo de Auerbach); gB: glándulas de Brunner; lf: linfocitos; lp: lámina propia; m: mucosa; mm: muscular de la mucosa; ms: muscular; msl: túnica muscular longitudinal; msc: túnica muscular circular; n: nódulo; sm: submucosa; tc: tejido conectivo; tl: tejido linfático; ve: vellosidad; vK: válvula de Kerckring; \*: célula caliciforme; Flecha: fibras musculares lisas. **Coloraciones:** VII 7 e inserto; VII 8 e inserto; VII 9 e inserto y VII 11: Tricrómico de Masson. VII 6 y 10: PAS.



**VII 12:** Vista general del ciego de *Chaetophractus villosus*. Barra: 150  $\mu\text{m}$ . **VII 13:** Detalle de la mucosa del ciego. Barra: 50  $\mu\text{m}$ . **VII 14:** Vista general del intestino grueso. Barra: 400  $\mu\text{m}$ . **VII 15:** Detalle de epitelio de revestimiento de las criptas de Lieberkühn. Barra: 50  $\mu\text{m}$ . **VII 16:** Mucosa duodenal. Barra: 100  $\mu\text{m}$ . **VII 17:** Superficie de la mucosa duodenal. Barra: 40  $\mu\text{m}$ .

**Referencias:** **cl:** criptas de Lieberkühn; **ep:** epitelio de revestimiento; **lp:** lámina propia; **m:** mucosa; **mm:** muscular de la mucosa; **ms:** muscular; **sm:** submucosa; **ve:** vellosidad; **\***: células caliciformes; **Punta de flecha:** poros de las células caliciformes.

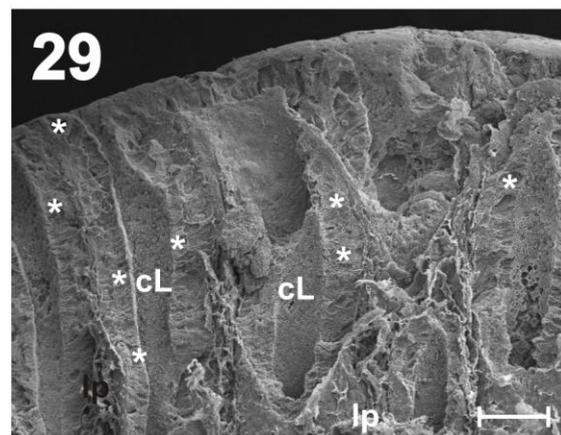
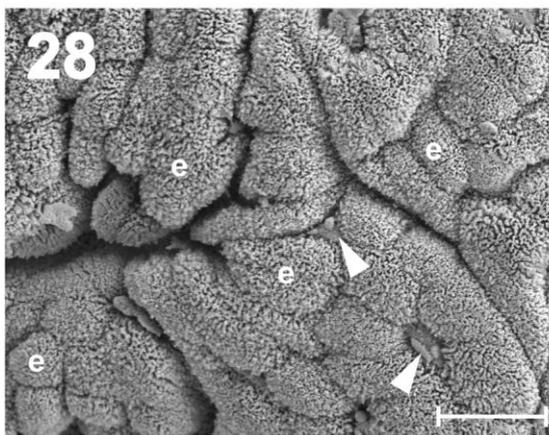
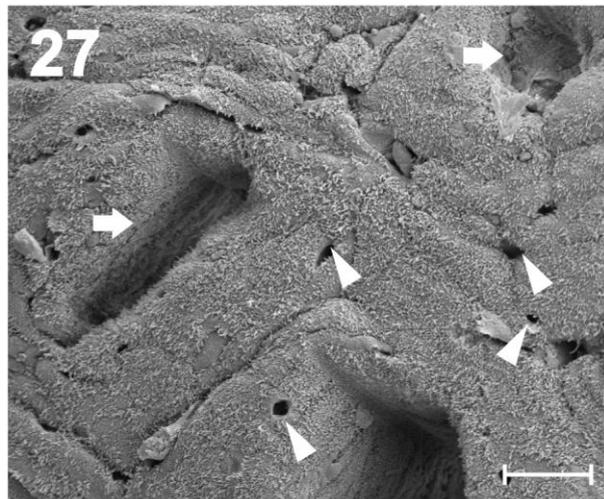
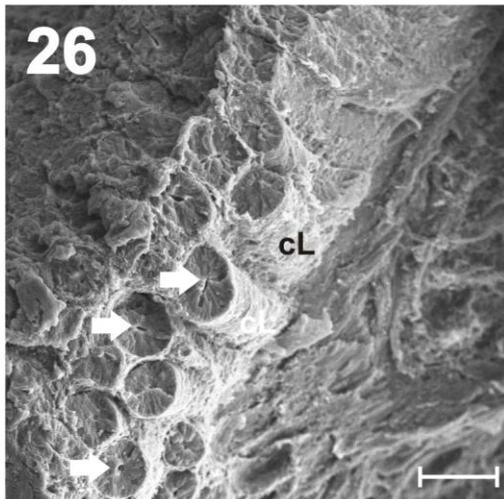
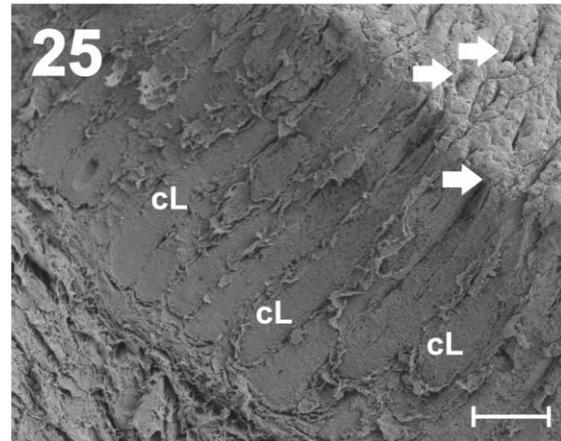
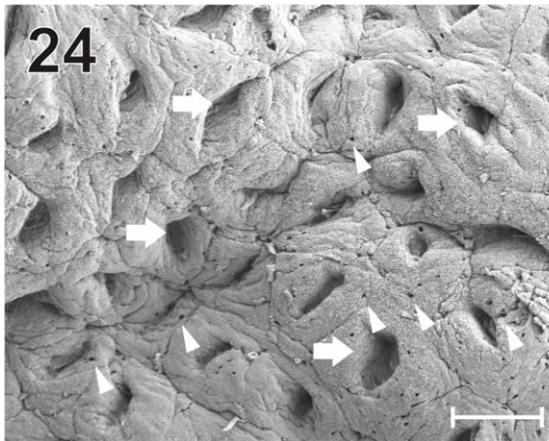
**Coloraciones:** **VII 12 y 13:** Hematoxilina-Eosina; **VII 14 y 15:** Tricrómico de Masson; **VII 16 y 17:** Microscopía electrónica de barrido (SEM).



**VII 18:** Enterocitos del duodeno de *Chaetophractus villosus*. Barra: 4  $\mu\text{m}$ . **VII 19:** Sección de una vellosidad del duodeno. Barra: 10  $\mu\text{m}$ . **VII 20:** Yeyuno con vellosidades y criptas de Lieberkühn. Barra: 100  $\mu\text{m}$ . **VII 21:** Yeyuno tapizado por enterocitos y células caliciformes. Barra: 10  $\mu\text{m}$ . **VII 22:** Íleon. Enterocitos y células caliciformes. Barra: 2  $\mu\text{m}$ . **VII 23:** leon con vellosidades y válvulas conniventes. Barra: 400  $\mu\text{m}$ .

**Referencias:** e: enterocitos; lp: lámina propia; m: mucosa; ms: muscular; n: nódulo linfático; sm: submucosa; vc: válvula connivente; ve: vellosidad; \*: célula caliciforme; **Flecha ancha:** orificio de la cripta de Lieberkühn; **flecha doble punta:** gránulos de secreción de las células caliciformes.

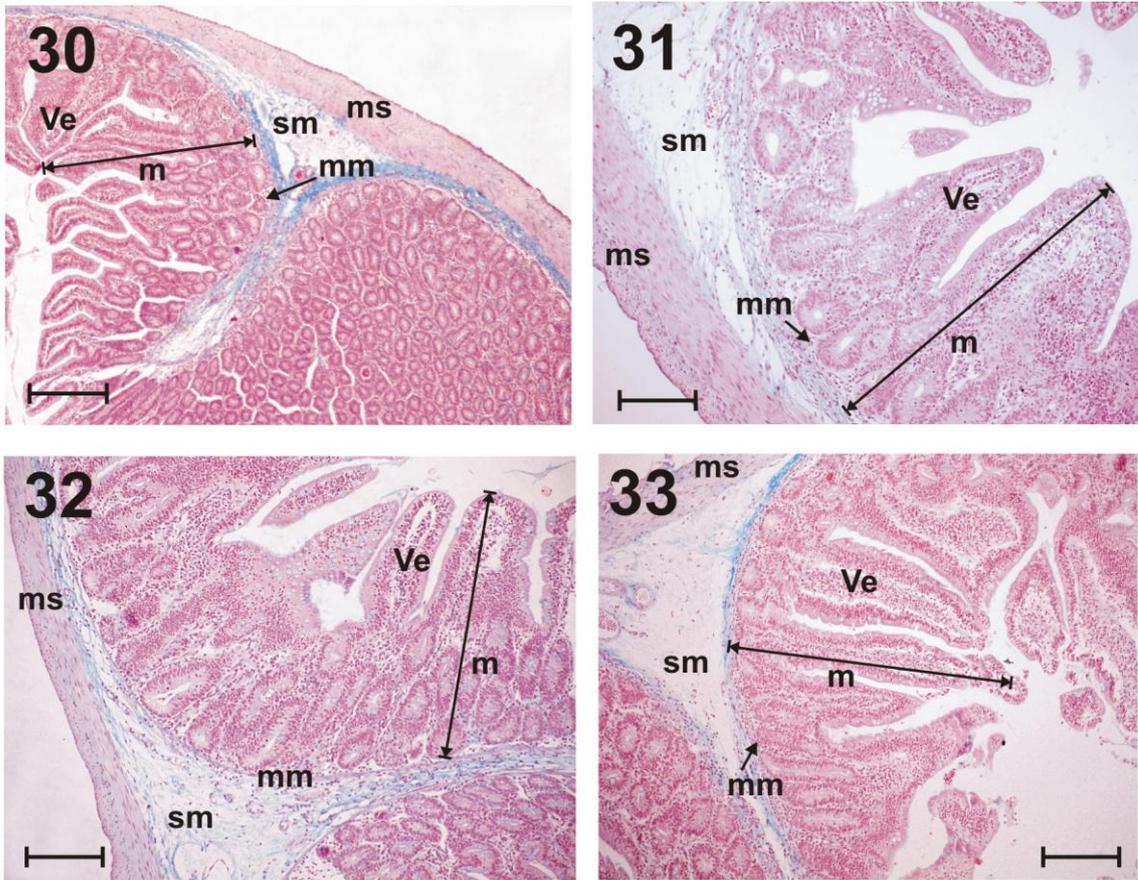
**Técnica:** Microscopía electrónica de barrido (SEM).



**VII 24:** Vista superficial de la mucosa del ciego de *Chaetophractus villosus*. Barra: 10  $\mu\text{m}$ . **VII 25:** Corte longitudinal de las criptas de Lieberkühn en el intestino grueso. Barra: 100  $\mu\text{m}$ . **VII 26:** Corte transversal de las criptas de Lieberkühn del ciego. Barra: 100  $\mu\text{m}$ . **VII 27:** Detalle de la superficie de la mucosa del ciego. Barra: 10  $\mu\text{m}$ . **VII 28:** Detalle de los enterocitos que tapizan el intestino grueso de *C. villosus*. Barra: 5  $\mu\text{m}$ . **VII 29:** Corte longitudinal de la túnica mucosa del intestino grueso. Barra: 30  $\mu\text{m}$ .

**Referencias:** cL: criptas de Lieberkühn; e: enterocitos; lp: lámina propia; \*: célula caliciforme; Flecha ancha: orificio de la cripta de Lieberkühn; punta de flecha: poros de las células caliciformes.

**Técnica:** Microscopía electrónica de barrido (SEM).



**VII 30:** Corte transversal del duodeno de un ejemplar de *C. villosus* adaptado a una dieta controlada en bioterio. Barra: 400  $\mu$ m. **VII 31:** Corte transversal del duodeno de un ejemplar silvestre de *C. villosus*. Barra: 300  $\mu$ m. **VII 32:** Corte transversal del yeyuno de un ejemplar de *C. villosus* adaptado a una dieta controlada en bioterio. Barra: 400  $\mu$ m. **VII 33:** Corte transversal del yeyuno de un ejemplar silvestre de *C. villosus*. Barra: 400  $\mu$ m.

**Referencias:** m: mucosa; mm: muscular de la mucosa; ms: muscular; sm: submucosa; Ve: vellosidad.

**Coloraciones:** VII 30, 31, 32 y 33: Tricrómico de Masson.

## Discusión

El tracto digestivo del armadillo *Chaetophractus villosus* presenta, desde el punto de vista anatómico e histológico, gran similitud estructural con las descripciones realizadas en otros armadillos como *C. vellerosus* (Estecondo y col., 1995), *Dasypus hybridus* y *Zaedyus pichiy* (Estecondo y col., 1996), coincidiendo con la estructura típica de mamíferos monogástricos. El importante desarrollo de las glándulas salivales observado en *C. villosus* coincide con lo descrito en otros Dasipódidos como *C. vellerosus* (Estecondo y col., 1995) y *Zaedyus pichiy* (Estecondo y col., 2005).

No obstante se observan algunas características particulares.

Se destaca un ciego que constituye la porción inicial del intestino grueso. El esfínter que separa claramente el intestino delgado del ciego, sugiere su importancia funcional como probable etapa de retraso del flujo intestinal. Existe una relativa variabilidad con respecto a la ubicación del ciego; y la relación ciego - intestino delgado - intestino grueso - páncreas. El ciego está más desarrollado en comparación con otras especies del grupo, como *D. septemcinctus* que posee dos ciegos cortos (Stevens y Hume, 1995), este desarrollo ha sido planteado como una adaptación de la especie al mayor consumo de material vegetal y la digestión de fibra (Olocco Diz y col., 2006).

A diferencia de lo descrito para *Dasypus hybridus* por Cuba Caparo (1979), en *C. villosus* no se observan vellosidades en el ciego, siendo el mismo histológicamente semejante al intestino grueso.

El intestino de *C. villosus*, al igual que en el resto de los mamíferos, está tapizado por un epitelio muy polarizado (Morel y col., 2004), que comprende principalmente enterocitos y células caliciformes.

La técnica del scanning resultó eficiente para el reconocimiento de los diferentes tipos de células que cubren la mucosa intestinal, su forma y número en las diferentes porciones del intestino. Se destaca el desarrollo de las microvellosidades, que se agrupan de manera muy compacta, aumentando claramente la superficie de absorción disponible de los enterocitos. De acuerdo a nuestras observaciones las células caliciformes aumentan su número del duodeno al intestino grueso. La síntesis y secreción de mucinas, por parte de estas células, contribuye a formar la capa mucosa que cubre la superficie luminal del intestino, constituyendo una barrera defensiva (Hino y col., 2013). Las diferencias celulares entre las distintas porciones del intestino responderían a características funcionales de las mismas durante el proceso de digestión.

A pesar de que los animales silvestres y los animales adaptados a cautiverio están sometidos a distintas dietas, con las observaciones realizadas no hemos podido determinar diferencias, ni en la morfología ni en la ultraestructura del tracto digestivo, entre ambos tipos

de ejemplares. Estudios adicionales contribuirían a dilucidar si las características ultraestructurales observadas se relacionan al tipo de alimentación.

## Anexo

	Sexo		Lengua	Esófago	Estómago	I. D.	Ciego	I.G.	Recto
Pesos	Machos	X (gr.)	7,4	4,8	36,3	80,2	9,6	19,8	5,9
		DS	1,0	1,0	5,1	15,38	2,83	3,78	1,38
	Hembras	X (gr.)	7,1	4,3	40	83,4	9,8	20,4	5,7
		DS	0,81	1,07	7,30	7,87	2,92	6,39	1,90
Pesos Relativos	Machos	X (gr.)	0,22	0,14	1,09	2,5	0,29	0,59	0,17
		DS	0,03	0,02	0,22	0,93	0,09	0,14	0,04
	Hembras	X (gr.)	0,2	0,14	1,4	2,8	0,33	0,68	0,19
		Ds	0,04	0,03	0,34	0,55	0,11	0,24	0,06

	Sexo		Hígado	Páncreas	Glándulas salivales			
					Submax.der.	Par. Der.	Submax. Izq.	Par. Izq.
Pesos	Machos	X (gr.)	109.2	8.5	4.1	2.1	4.0	2.0
		DS	40.50	1.62	0.63	0.42	0.74	0.42
	Hembras	X (gr.)	102.8	7.3	3.8	1.9	4.0	1.9
		DS	35.58	0.73	0.62	0.60	0.51	0.42
Pesos Relativos	Machos	X (gr.)	3.30	0.26	0.11	0.06	0.12	0.06
		DS	1.30	0.07	0.02	0.02	0.02	0.02
	Hembras	X (gr.)	3.52	0.25	0.13	0.06	0.14	0.06
		Ds	1.46	0.05	0.02	0.02	0.02	0.01

**Tabla VI-1.** Pesos, pesos relativos medios y desvíos estándar (DS) en gramos de los distintos órganos del tracto digestivo de *C. villosus*.

I.D.: Intestino delgado; I.G.: Intestino Grueso; Submax. der.: Submaxilar derecha; Par. Der.: Parótida derecha; Submax. izq.: Submaxilar izquierda; Par. Izq.: Parótida Izquierda.

		Lengua				Esófago			Estómago			
		L.	A.M.	A.N.P.	E.M.	L.	A.A.	A.P.	L.M.	L.A.	L.C.	A.M.
Machos	X (cm.)	7,41	2,03	1,61	1,34	9,67	1,25	1,0	4,4	2,28	3,76	7,81
	DS	0,34	0,23	0,25	0,09	0,95	0,16	0,12	1,02	0,38	0,69	0,76
Hembras	X (cm.)	7,23	2,03	1,52	1,32	8,47	1,1	0,93	4,28	2,5	3,95	7,76
	DS	0,31	0,17	0,12	0,15	0,93	0,15	0,16	0,90	0,56	0,96	0,71

		Intestino delgado			Ciego				Intestino grueso			Recto	
		L.	A.A.	A.P.	A.M.	A.P.	L.M.	L. 1/2	L.	A.A.	A.P.	L.	A.
Machos	X (cm.)	275,4	1,28	1,14	3,73	2,13	5,11	4,32	24,54	1,84	1,81	3,43	1,93
	DS	49,19	0,23	0,16	0,73	0,36	0,9	0,98	5,68	0,30	0,22	0,65	0,17
Hembras	X (cm.)	289,5	1,39	1,19	4,17	2,42	5,34	4,6	22,03	2,05	1,91	3,39	2,06
	Ds	77,23	0,20	0,20	0,62	0,14	1,15	1,1	8,19	0,29	0,33	0,49	0,17

**Tabla VI-2.** Medidas de los órganos digestivos de *C. villosus* (con excepción de glándulas anexas).

Lengua: L.: Longitud; A.M.: Ancho máximo; A.N.P.: Ancho nivel papilas; E.M.: Espesor máximo; Esófago: L: Longitud; A.A.: Ancho anterior; A.P.: Ancho posterior; Estómago: L.M.: Longitud máxima; L.A.: Longitud antro; L.C.: Longitud cardial; A.M.: Ancho máximo; Intestino delgado: L: Longitud; A.A.: Ancho anterior; A.P.: Ancho posterior; Ciego: A.M.: Ancho máximo; A.P.: Ancho posterior; L.M.: Longitud máxima; L. 1/2: Longitud media; Intestino grueso: L.: Longitud; A.A.: Ancho anterior; A.P.: Ancho posterior; Recto: L.: Longitud; A.: Ancho.

Sexo		Páncreas				Submax.der.		Submax. Izq.		Parótida der.		Parótida izq.	
		L.M.	A.M.	L.	A.	L.	A.	L.	A.	L.	A.	L.	A.
Machos	X (cm.)	7,6	13,5	1,9	2,8	4,3	1,8	4,4	1,9	3,9	2,8	3,7	2,8
	DS	1,16	1,7	0,43	0,47	0,32	0,18	0,33	0,16	0,6	0,44	0,81	0,24
Hembras	X (cm.)	6,7	13,2	1,8	2,7	4,0	1,8	4,0	1,8	3,6	2,7	3,1	2,7
	DS	0,83	1,94	0,53	0,88	0,36	0,14	0,24	0,14	0,35	0,47	0,36	0,20

Sexo		Hígado										Vesícula biliar	
		L.M.	A.M.	L1		L2		L3		L4			
				L.	A.	L.	A.	L.	A.	L.	A.	L.M.	A.M.
Machos	X (cm.)	12,3	11,6	4,7	6,5	6,3	9,1	9,0	6,4	6,7	3,0	5,0	1,8
	DS	1,26	1,16	0,43	1,49	0,54	0,50	1,06	0,66	0,65	0,27	0,52	0,24
Hembras	X (cm.)	11,7	11,6	5,4	6,1	6,0	8,9	9,0	6,2	6,4	2,8	5,2	1,6
	DS	1,29	1,42	0,68	0,71	0,82	1,31	0,82	0,62	0,83	0,44	0,78	0,41

**Tabla VI-3.** Medidas glándulas anexas de *C. villosus*. Páncreas: L.M.: Longitud máxima; A.M.: Ancho máximo; L.: Longitud origen rama transversa; A.: Ancho origen rama longitudinal; Glándulas salivales: L.: Longitud; A.: Ancho; Hígado: L.M.: Longitud máxima; A.M.: Ancho máximo; L1: Lóbulo 1; L2: Lóbulo 2; L3: Lóbulo 3; L4: Lóbulo 4; L.: Longitud; A.: Ancho.

## Referencias

- Brunsgaard G., Bach Knudsen K.E., Eggum B.O. 1995. "The influence of the period of adaptation on the digestibility of diets containing different types of indigestible polysaccharides in rats". *British Journal of Nutrition* 74, 833-848.
- Cuba Caparo, A. 1979. "Atlas de histología del armadillo de 7 bandas (*Dasyus hybridus*)". Buenos Aires, Centro Panamericano de Zoonosis, 166pp.
- Casanave E.B., Manfredi M.C., Luengos Vidal, E.M. 2003. "Ecología comportamental de los armadillos en un pastizal serrano". EDIUNS, Actas de las II Jornadas del SO Bonaerense 3:1-8.
- Estecondo S., Codón S.M., Casanave E.B. 1995. "Histología del tracto digestivo de *Chaetophractus villosus* (desmarest, 1804) y *C. vellerosus* (Gray, 1865) (Mammalia, Dasypodidae)". *Iheringia, Série Zoológica*. 78: 9-18.
- Estecondo S., Codón S.M., Casanave E.B. 1996. "Histological study of the digestive tract of *Dasyus hybridus* (Desmarest, 1804) and *Zaedyus pichiy* (Desmarest, 1804) (Mammalia, Dasypodidae)". *Iheringia, Série Zoology*. 81: 7-12.
- Estecondo S., Codón S.M., Casanave E.B. 2005. "Histological study of the salivary glands in *Zaedyus pichiy* (Mammalia, Xenarthra)". *International Journal of Morphology*. 23 (1): 19-24.
- Hino S., Sonoyama K., Bito H., Kawagishi H., Aoe S., Morita T. 2013. "Low-methoxyl pectin stimulates small intestinal mucin secretion irrespective of goblet cell proliferation and is characterized by jejunum *Muc2* upregulation in rats". *Journal of Nutrition*. 143 (1): 34-40.
- Hume I., Beiglböck C., Ruf T., Frey-Roos F., Bruns U., Arnold W. 2002. "Seasonal changes in morphology and function of the gastrointestinal tract of free-living alpine marmots (*Marmota marmota*)". *Journal of Comparative Physiology B*, 172 (3): 197-207.
- McClelland K.L., Hume I.D., Soran N. 1999. "Responses of the digestive tract of the omnivorous northern brown bandicoot, *Isodon macrourus* (Marsupialia: Peramelidae), to plant- and insect-containing diets". *Journal of Comparative Physiology B*. 169 (6):411-418.
- Montagne L., Pluske J.R, Hampson D.J. 2003. "A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals". *Animal Feed Science and Technology*. 108 (1-4): 95-117.

- Morel E., Demignot S., Chateau D., Chambaz J., Rousset M., Delers F. 2004. "Lipid-dependent bidirectional traffic of apolipoprotein B in polarized enterocytes". *Molecular Biology of the Cell*. 15 (1):132-141.
- Olocco Diz M.J., Quse B., Gachen G.G. 2006. "Registro de las medidas y pesos del tubo digestivo de un ejemplar de *Chaetrophractus villosus*". *Edentata* 7:23-25.
- Parra, R. 1978. "Comparison of foregut and hindgut fermentation in herbivores". Pages 205-229 in G. Gene Montgomery, editor, *The Ecology of Arboreal Folivores*. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press.
- Pelicano E.R.L., Souza P.A., Souza H.B.A., Figueiredo D.F., Boiago M.M., Carvalho S.R., Bordon V.F. 2005. "Intestinal mucosa development in broiler chickens fed natural growth promoters". *Rev. Bras. Cienc. Avic.* 7(4):221-229.
- Piersma T., Lindström A. 1997. "Rapid reversible changes in organ size as a component of adaptive behavior". *Trends in Ecology & Evolution*, 12 (4): 134–138.
- Redford K., Eisenberg J. 1992. "Order Xenarthra" En *Mammals of the Neotropics*, The Southern cone. Vol II. Chile, Argentina, Uruguay, Paraguay. University of Chicago Press, Chicago. 46-68.
- Ross y Pawlina. 2012. "Histología. Texto y atlas color con biología celular y molecular". 6° ed. Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana.
- Schieck J.O., Millar John S. 1985. "Alimentary tract measurements as indicators of diets of small mammals". *Mammalia*, 49 (1): 93–104.
- Skrzypek T., Valverde Piedra J.L., Skrzypek H., Wolinski J., Kazimierczak W., Szymanczyk S., Pawlowska M., Zabielski R. 2005. "Light and scanning electron microscopy evaluation of the postnatal small intestinal mucosa development in pigs". *Journal of Physiology and Pharmacology*. 56(S3):71–87.
- Starck J. M. 1999. "Phenotypic flexibility of the avian gizzard: rapid, reversible and repeated changes of organ size in response to changes in dietary fibre content". *The Journal of Experimental Biology* 202, 3171–3179.
- Starck J. M. 2003. "Shaping up: How vertebrates adjust their digestive system to changing environmental conditions". *Animal Biology*, 53 (3): 245-257.
- Stevens C.E., Hume I.E. 1995. "Comparative physiology of the vertebrate digestive system". Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Thomsen L.E., Bach Knudsen K.E., Hedemann M.S., Roepstorff A. 2006. "The effect of dietary carbohydrates and *Trichuris suis* infection on pig large intestine tissue structure, epithelial cell proliferation and mucin characteristics". *Veterinary Parasitology*, 142 (1–2):112–122.

- 
- Van der Klis J.D., Jansman A.J.M. 2002. "Optimising nutrient digestion, absorption and gut barrier function in monogastrics: Reality or illusion?". In *Nutrition and Health of the Gastrointestinal Tract* editado por Blok M.C., Vahl H.A., de Lange L., van de Braak A.E., Hemke G. and Hessing M.
  - Vizcaíno S.F., Fariña R.A., Zárate M.A., Bargo M.S., Schultz P. 2004. "Palaeoecological implications of the mid-Pliocene faunal turnover in the Pampean Region (Argentina)". *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 213 (1–2): 101–113.
  - Vizcaíno S.F., Bargo M.S., Cassini G.H. 2006. "Dental occlusal surface area in relation to body mass, food habits and other biological features in fossil xenarthrans". *Ameghiniana*. 43(1): 11-26.
  - Wiese F., Simon O., Weyrauch K. D. 2003. "Morphology of the small intestine of weaned piglets and a novel method for morphometric evaluation". *Anat. Histol. Embryol.* 32, 102–109.

## Capítulo VIII

---

Discusión general y conclusiones

- Los resultados de esta tesis complementan los conocimientos sobre las especies de armadillos que habitan el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, una zona muy afectada por la actividad agrícola-ganadera, con una modificación importante del ambiente natural.
- La confirmación de la coexistencia de cuatro especies de armadillos en el área de estudio a través de técnicas de muestreo directas e indirectas, constituye un aporte valioso al conocimiento de la distribución de dichas especies en nuestro país.
- En función de las características fitogeográficas del área de estudio y de las particularidades comportamentales de los armadillos, el empleo de técnicas indirectas de presencia, tales como huellas, excrementos, evidencia de restos de alimentos, no fue suficiente para el reconocimiento e identificación de las especies existentes. Se requirieron técnicas directas, resultando las recorridas a pie para registro de avistajes y la captura directa de los individuos, más allá del éxito de captura para cada especie, ser las técnicas más apropiadas para realizar el presente estudio.
- La relativamente baja efectividad de la técnica empleada en las capturas de los armadillos podría atribuirse al escaso número de personas durante el muestreo.
- El mayor número de avistajes y de cuevas de *C. villosus* registrados en el presente trabajo en relación al de otras especies de armadillos, sería un indicador más de la amplia distribución y alta densidad de esta especie en la provincia de Buenos Aires. Estos resultados concuerdan con estudios realizados por otros autores.
- Si bien el número fue escaso, se confirmó la presencia de *C. vellerosus* en la región sudoeste de la provincia de Buenos Aires, a través de los avistajes realizados en el área de estudio. De esta forma, se amplía el rango de distribución de esta especie, que se encuentra restringida y con baja densidad en la provincia.
- Las características del microhábitat utilizado por cada especie no resultó ser un parámetro que permita realizar una diferenciación de nicho entre las distintas especies de armadillos, por lo que se supone un gran solapamiento espacial dentro del área de estudio.
- Los diferentes horarios de actividad y la temperatura ambiental actuarían como factores determinantes en la coexistencia de las cuatro especies de armadillos registradas en el área de estudio, permitiendo una diferenciación de nicho y disminución de la competencia directa por los recursos.
- *C. villosus* demostró ser la especie con mayor rango horario de actividad en comparación a las otras especies de armadillos presentes en el área, ya que fue

registrada tanto en horarios diurnos como nocturnos. Este comportamiento estaría estrechamente relacionado con el mayor éxito de la especie.

- En horarios nocturnos sólo fueron avistados ejemplares de *C. villosus* y, en menor proporción, *Z. pichiy*. *D. hybridus* evidenció una marcada tendencia a utilizar horarios diurnos para su actividad.
- El relativamente pequeño rango de temperaturas en los que se realizaron los avistajes de *D. hybridus* indicaría una probable relación entre la actividad y la termorregulación, aunque no se registró una baja en los avistajes durante las estaciones frías del año.
- La diferenciación en la utilización de los recursos entre *D. hybridus* y *Z. pichiy* estaría dada por la mayor tolerancia de *Zaedyus* a las altas temperaturas, ya que no se encontraron diferencias en los horarios de actividad de las dos especies.
- No pudieron establecerse elementos que indiquen características externas propias de las cuevas de cada especie y que posibiliten su identificación específica. Se requiere aún mayor profundización, en procura de establecer parámetros fehacientes que permitan su reconocimiento y consiguiente uso como indicadores de la presencia de determinadas especies en un área.
- Se comprobó la utilización de diferentes cuevas por las distintas especies de armadillo presentes en el área de estudio, dado que durante las huidas los individuos no utilizaban como refugio las cuevas más próximas o aquella de la cual habían salido, sino que corrían hasta ciertas cuevas en particular o comenzaban a cavar una nueva.
- No se recomienda el uso de cuevas como una medida para estudiar la densidad de una especie de armadillo, ya que pudo observarse que un mismo individuo puede utilizar más de un refugio. Esto llevaría a falsas interpretaciones de los resultados por una sobreestimación de individuos.
- *C. villosus* utilizó mayormente el componente del hábitat senderos para la construcción de sus refugios, en comparación con las otras especies estudiadas. Por otra parte, *D. hybridus* y *Z. pichiy* presentaron una mayor selección hacia áreas de pastizal para la construcción de sus cuevas. Esta diferenciación entre especies puede ser un rasgo indicador de las características comportamentales relacionadas con la defensa frente a posibles agentes amenazantes o la búsqueda de recursos alimenticios particulares.
- El predominio de EGA y EGB en los sitios donde se identificaron las cuevas, es una evidencia de la importancia fundamental del pastizal como recurso para las diferentes especies de armadillos.

- Se confirmó la tendencia omnívora de las especies estudiadas, con mayor preferencia hacia componentes vegetales en *C. villosus* y *Zaedyus* comparado con la mayor ingesta de insectos en *D. hybridus*. De todas formas, en base a los resultados, se propone que puede existir una gran competencia entre las especies por los recursos alimenticios dentro del área de estudio.
- Las medidas morfométricas registradas durante las capturas permitieron establecer que se trataron de ejemplares adultos, pero no fueron suficientes para realizar una caracterización de los sexos para cada una de las especies.
- La estructura de la lengua resultó similar en las especies estudiadas en este trabajo, y a su vez comparable a la de otras especies de armadillos previamente investigadas. Ello se correlaciona con la caracterización de dietas relativamente similares para dichas especies.
- Las diferencias encontradas en cuanto a número y tamaño de las papilas indicarían variaciones en la forma de masticación o procesamiento del alimento.
- El armadillo *C. villosus* presenta, desde el punto de vista anatómico, un tracto digestivo típico de mamíferos. No obstante, se observan algunas características particulares, como el importante desarrollo de las glándulas anexas y del ciego.
- Se reconocieron, mediante la técnica de microscopía electrónica de barrido, los diferentes tipos de células que cubren la mucosa lingual e intestinal, su forma y abundancia relativa y sus características, en las diferentes porciones de ambas estructuras del sistema digestivo.

Finalmente:

- La presencia de cuatro especies de armadillos habitando en simpatria en el área de estudio indicaría que el área aún conserva características ambientales adecuadas a pesar del creciente disturbio humano.
- Más allá de las similitudes encontradas en este trabajo y las observadas por otros autores para otras áreas de estudio, proponemos que la coexistencia de las diferentes especies se basa en diferencias en los patrones temporales de actividad, que disminuyen la competencia directa entre individuos por los mismos recursos alimenticios.
- Los resultados expuestos aportan datos novedosos sobre la diferenciación de nicho y la utilización de los recursos por parte de las diferentes especies de armadillos presentes en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, y contribuyen al conocimiento morfo-fisiológico del tracto digestivo de las mismas, proporcionando información valiosa para futuros estudios y desarrollo de planes de conservación.