



GUÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PELOS DE GUARDIA DE MAMÍFEROS NO VOLADORES DEL ESTADO DE YUCATÁN, MÉXICO

JUAN M. PECH-CANCHÉ¹, JAVIER ENRIQUE SOSA-ESCALANTE¹
Y MANUEL EDUARDO KOYOC CRUZ²

¹ *Departamento de Zoología, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias,
Universidad Autónoma de Yucatán, México.*

² *Servicios y Estudios Profesionales Ambientales, Mérida, Yucatán, México
correo electrónico: jmpech@gmail.com*

Resumen: Los pelos son una característica que distingue a los mamíferos y se presentan en todos los grupos en alguna fase de su vida, siendo los de guardia los más importantes para el reconocimiento de especies. En este estudio se describen por primera vez los pelos de 46 especies de mamíferos no voladores con distribución en Yucatán, que representan el 53% de las especies reconocidas para el Estado y 87% de las especies no voladoras. El objetivo fue elaborar una guía y una colección de referencia para la identificación de los pelos de guardia de los mamíferos de la región. La característica más útil para la identificación es el arreglo y forma de las células de la médula. Los resultados pueden ser empleados para la identificación de estas especies en otros sitios; sin embargo, se debe considerar que podrían existir cambios a nivel macro y microscópico debido a variaciones ambientales, geográficas, temporales, altitudinales, latitudinales, de edad o sexo. Este trabajo es útil para profesionales de la mastozoología y otras áreas, porque se puede aplicar para la determinación de presas en estudios de hábitos alimenticios; verificación de la presencia de mamíferos en un hábitat determinado; distribución, biología e historia natural de especies; verificación de depredadores en ataques de fauna silvestre; evaluación de las relaciones entre los mamíferos y sus parásitos; identificación de pieles y subproductos de éstas.

Palabras clave: Pelos de guardia, mamíferos no voladores, Yucatán.

Abstract: Hairs are one of the distinctive characteristics of mammals, being present in all groups at some stage of their life cycle. Guard hairs are the most important for species identification. Eighty seven mammal species have been recorded in Yucatan, Mexico, and 53 of these are non-flying. In this study, the guard hairs of 46 non-flying mammal species distributed in Yucatan are described for the first time, representing 53% of all mammal species and 87% of the non-flying mammal species in the state. The aim of this study was to create a reference guide for the identification of the regional mammal guard hairs. The most useful characteristic to identify the guard hairs is the medulla cell arrangement and shape. Our results can be used to identify these species in other sites; however, is necessary to consider possible changes in the hair at macro and microscopic level. These changes may occur due to environmental, geographic, temporal, latitudinal, altitudinal, age or sex variations. The sample size, technique and



characteristics of hairs used in this study allow identification to genera level. This work is useful to mammalogists and other professionals in other areas of zoology, because it can be used to identify prey in scats, pellets and stomach content analysis and to verify species distribution in certain habitats.

Key words: Guard hairs, non-volant mammals, Yucatan.

INTRODUCCIÓN

Los pelos son derivados epidérmicos exclusivos de los mamíferos y son quizá, la característica más distintiva del grupo. Existen tres tipos: las vibrisas o pelos táctiles, los pelos de guardia o de protección y los pelos de bajopiel o de lana. Cada pelo tiene un cañón o tallo y una base o raíz, que ocupa una depresión de la dermis llamada folículo piloso. El tallo consta de una porción proximal delgada, seguida de una sección ancha denominada espátula, que finalmente se estrecha hasta la punta (Chehébar y Martín, 1989). El cañón está formado por: 1) la cutícula, que es la capa externa constituida de células muertas y transparentes carentes de pigmentación (escamas cuticulares), 2) la corteza, que es la capa intermedia compuesta de células fusiformes, aplanadas y alargadas, fuertemente compactadas que alojan los pigmentos y, 3) la médula, que es la capa interior, compuesta de células cuboidales débilmente compactadas y que frecuentemente contienen cavidades de aire (Tumlison, 1993).

El análisis de las características de los pelos resulta de particular importancia taxonómica en la identificación de especies cuando no se cuenta con otro tipo de referencias (Monroy-Vilchis *et al.*, 2005). La descripción microscópica de los pelos, ha permitido establecer diferencias entre grupos de especies con distribución en diversas partes del mundo, tales como Norteamérica (Amman *et al.*, 2002; Mayer, 1952; Moore *et al.*, 1974; Short, 1978; Tumlison, 1993), Sudamérica (Chehébar y Martín, 1989; Fernández y Rossi, 1998), Asia (Chakraborty y De, 2001), Europa (De Marinis y Asprea, 2006; Faliu *et al.*, 1980; Tóth, 2002) y África (Keogh, 1985; Oli, 1993), entre otras regiones.

En México uno de los primeros trabajos sobre el tema fue la descripción de los pelos de guardia de los mamíferos del Valle de México (Arita, 1985), que sirvió como base para la elaboración de una guía a nivel específico de los mamíferos con distribución en la Sierra de Nanchititla del Estado de México (Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez, 1999). Posteriormente, se elaboró una guía dicotómica de mamíferos de la misma región (Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez, 2003), un catálogo de pelos de guardia dorsal en mamíferos del Estado de Oaxaca (Baca y Sánchez-Cordero, 2004) y el análisis de variaciones individuales e intraespecíficas de los pelos de mamíferos del Estado de México (Monroy-Vilchis *et al.*, 2005).

A pesar de estos avances, actualmente se carece de una guía de identificación de pelos de mamíferos con distribución en el Estado de Yucatán, que permita la determinación de presas mediante el análisis de excretas, egagrópilas y contenidos estomacales; la verificación de la presencia de mamíferos en un hábitat determinado; algunos aspectos de la biología e historia natural de algunas especies; la verificación de depredadores en ataques de fauna silvestre a animales domésticos; la identificación de pieles y subproductos comerciables, entre otros aspectos (Aranda, 2000; Castro-Arellano *et al.*, 2008; Goodway, 2000; Hall-Aspland y Rogers, 2007; Sacks y Neale, 2002; Sovada *et al.*, 1999), toda vez que se reconoce que pueden presentarse variaciones morfológicas en algunas especies dependiendo del ambiente en que se encuentren (Brisbin, Jr y Lenarz, 1984; Wasserman y Nash, 1979).

El objetivo de este trabajo, es elaborar una guía de los pelos de guardia de 46 especies de mamíferos no voladores del estado de Yucatán, México.

MÉTODOS

Origen de las muestras

Las muestras comprendieron pelos de 46 especies de mamíferos adultos no voladores que se distribuyen en el estado de Yucatán, obtenidos de ejemplares previamente identificados, depositados en la Colección Nacional de Mamíferos del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (IBUNAM) y en la Colección Zoológica Regional (COZORE) de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), que representan el 53% del total de mamíferos registrados para Yucatán y el 87% de los mamíferos no voladores del Estado (Jones *et al.*, 1974a, Jones *et al.*, 1974b, Genoways y Jones, 1975, Sosa-Escalante *et al.*, 1997).

Se trabajó con pelos de guardia corporales debido a que éstos tienen características morfológicas constantes, a diferencia de los pelos de las extremidades, cola u hocico que presentan rasgos reducidos o simplificados de los encontrados en el cuerpo, además de que son los más resistentes a procesos taxidérmicos, digestivos o de putrefacción (Chernova, 2001; Quadros y Monteiro-Filho, 1998). Para cada especie se tomaron al menos tres muestras (pelos), cada una obtenida de diferente individuo. Para estandarizar las muestras éstas fueron obtenidas de la parte dorsal de los individuos.

Técnica de preparación y características evaluadas

La preparación se realizó con base en la técnica convencional (Arita y Aranda, 1987) que consiste en: a) Limpieza: Se colocan los pelos en cajas de Petri con tetracloruro de carbono por 20 minutos; b) Aclaración: Se cambian las muestras a cajas



de Petri con xilol por 24 horas; c) Montaje: Se colocan las muestras en un portaobjetos, se les añade bálsamo de Canadá y por último se les coloca un cubreobjetos.

La descripción de las características de los pelos y las microfotografías se realizaron con microscopios ópticos y compuestos. Para la medición de las estructuras del pelo se empleó un ocular micrométrico en el objetivo 10X. Las observaciones y microfotografías se realizaron desde diversos aumentos (4, 10, 40 y 100X). Las ilustraciones de todas las especies se presentan en aumento a 40X, a excepción de *Dasyopus novemcinctus*, *Pecari tajacu* y *Tayassu pecari*, en los que se emplearon aumentos menores (4X y 10X), debido al mayor grosor del cañón. En otras siete especies, *Leopardus wiedii*, *Conepatus semistriatus*, *Mustela frenata*, *Procyon lotor*, *Sciurus deppsi*, *Oryzomys melanotis* y *Ototylomys phyllotis*, las imágenes se presentan a 100X, para observar a detalle las características morfológicas de los pelos. Las preparaciones de los pelos y las fotografías se depositaron en la COZORE-UADY.

Para la descripción de las muestras se tomaron en cuenta los siguientes factores: patrón de tonalidad, forma del pelo, diámetro máximo del pelo y estructura de la médula. El patrón de tonalidad se refiere al número y disposición de bandas de color que se encuentran alrededor del pelo, pudiendo ser de tres formas: uniforme si el tono es constante a todo lo largo del pelo, bicolor cuando el pelo presenta dos tonos contrastantes sean del mismo color o no, o con bandas cuando el pelo presenta tres o más tonos bien definidos (Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez, 2003).

La forma del pelo se refiere a cómo se observa el contorno del tallo, y que puede ser: con escudo si el pelo presenta un ensanchamiento abrupto en su parte distal; sin escudo si el pelo es regular en su diámetro o si su ensanchamiento no es abrupto; con constricciones si presenta regiones angostas con alguna de las siguientes características: reducción pronunciada del diámetro del cañón o un doblez pronunciado del pelo (Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez, 2003). El diámetro del pelo se midió en su parte más ancha, sin importar la región donde ésta se localice. La estructura de la médula resulta de la distribución de las células y de intrusiones de la corteza, pudiendo reconocer cuatro tipos básicos (ausente, continua, fragmentada y escalonada) y varios subtipos (Arita y Aranda, 1987; Cuadro 1).

Debido a que las características medulares de los pelos pueden variar a lo largo del mismo (Tóth, 2002), incluimos en la descripción los diferentes tipos de médulas según la clasificación de Arita y Aranda (1987), considerando como médula principal la presente en el sector espatular del pelo y como médula secundaria la presente en el sector proximal del mismo (Chehébar y Martín, 1989). La relación entre la corteza y la médula se valoró considerando la proporción que ocupa cada una de éstas en el cañón, expresada en porcentaje de acuerdo a sus anchos relativos.



Cuadro 1. Descripción y esquema general de los diferentes tipos de médulas (modificado de Arita y Aranda, 1987).

Tipo de médula	Descripción	Diagrama
Ausente	Carencia de médula	
Continua amorfa	Tubo continuo sin celdas aparentes	
Continua con celdillas	Tubo formado por células de forma irregular	
Continua vacuolada	Células parecidas a vacuolas	
Continua con intrusiones corticales	La corteza aparece como proyecciones y/o islas	
Continua en rejilla	Tubo formado por células pequeñas poligonales	
Escalonada uniserial	Columna de células separadas por septos	
Escalonada multiserial	Dos ó más columnas separadas por septos	
Fragmentada	Interrumpida a intervalos irregulares	



RESULTADOS

Las características de los pelos de guardia descritas comprenden a 46 especies de mamíferos, de 9 ordenes, 21 familias y 39 géneros, que incluyeron a 12 especies que se encuentran en alguna categoría de conservación (NOM-059-SEMARNAT-2001): *Tamandua mexicana*, *Alouatta pigra*, *Ateles geoffroyi*, *Sphiggurus mexicanus*, *Cryptotis mayensis*, *Leopardus pardalis*, *Leopardus wiedii*, *Herpailurus yagouaroundi*, *Panthera onca*, *Eira barbara*, *Galictis vittata* y *Bassariscus sumichrasti*. La descripción de las características microscópicas del pelo incluye la nomenclatura taxonómica de acuerdo a Wilson y Reeder (2005), excepto para el caso de *Sigmodon toltecus* que se basó en Carroll y Bradley (2005). Se indica el nombre común de las especies en español y su nombre maya se indica entre paréntesis (Barrera *et al.*, 1980; Rivero, 2002).

ORDEN DIDELPHIMORPHIA

Familia Didelphidae

Didelphis marsupialis Linnaeus, 1758

Tlacuaches, zorros (och)

Pelos bicolors (Claro-Oscuro) carentes de escudos y constricciones. Ancho máximo del cañón 260μ (± 16.16). La médula es continua con intrusiones corticales (Figura 1A).

Didelphis virginiana Kerr, 1792

Tlacuaches, zorros (och)

Pelos bicolors (C-O) sin escudos pero con constricciones debido al cambio en el ancho del cañón. Ancho máximo del cañón de 260μ (± 10.07). La médula es continua con intrusiones corticales (Figura 1B).

Philander opossum (Linnaeus, 1758)

Cuatro ojillos, tlacuachillo (holi och)

Pelos bicolors (C-O) con constricción debido al cambio en la configuración de la médula y a la reducción del ancho del cañón. Ancho máximo del cañón de 96μ (± 6.11). En el sector espatular la médula es continua con intrusiones corticales, mientras que en la región proximal cambia a escalonada uniserial (Figura 1C).

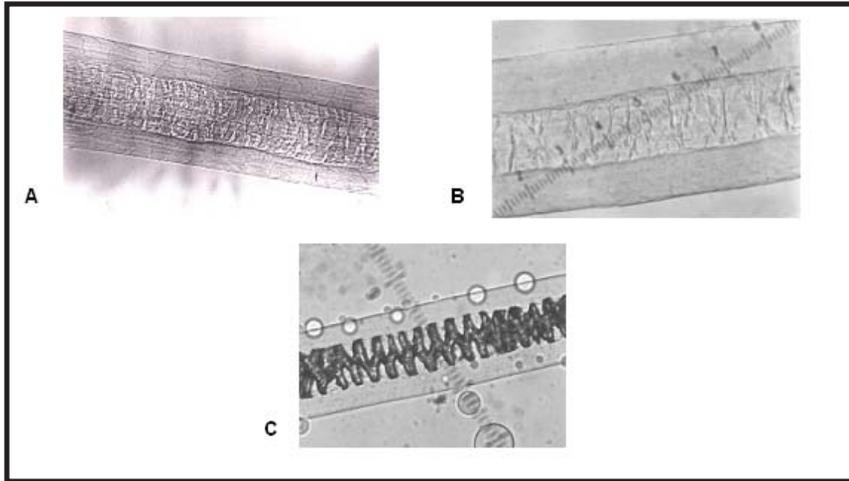


Figura 1. Sección espátula de los pelos de guardia de *Didelphis marsupialis* (A), *Didelphis virginiana* (B) y *Philander opossum* (C).

ORDEN CINGULATA

Familia Dasypodidae

Dasypus novemcinctus Linnaeus, 1758

Armadillo (uech)

Pelos blancos sin escudos y con constricciones debido al cambio en la configuración de la médula. Ancho máximo del cañón de $220 \mu (\pm 10.07)$. La médula está ausente en el sector espátula, sin embargo se presenta en el sector proximal siendo del tipo fragmentada a intervalos irregulares (Figura 2).

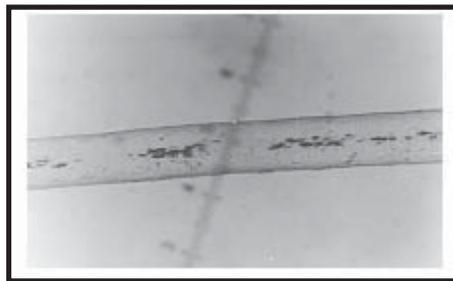


Figura 2. Sección espátula del pelo de guardia de *Dasypus novemcinctus*.

ORDEN PILOSA

Familia Myrmecophagidae

Tamandua mexicana (Saussure, 1860)

Oso hormiguero (chab)

Pelos bicolors (C-O) carentes de escudos y constricciones. Ancho máximo del cañón de 240μ (± 12.22). La característica distintiva de este pelo es, además del color, la ausencia de la médula (Figura 3).

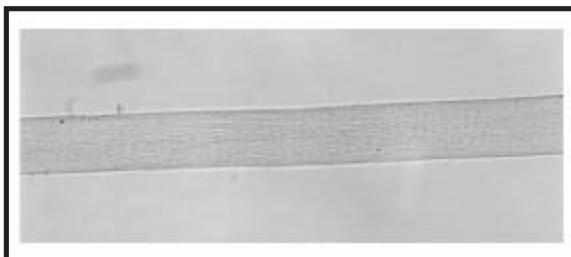


Figura 3. Sección espatular del pelo de guardia de *Tamandua mexicana*.

ORDEN PRIMATES

Familia Atelidae

Alouatta pigra Lawrence, 1933

Mono aullador

Pelos cafés con constricciones debido a una reducción en el ancho del cañón. Ancho máximo del cañón de 116μ (± 8.33). La médula está ausente, por lo que la corteza es la que ocupa todo el grosor del pelo (Figura 4A).

Ateles geoffroyi Kuhl, 1820

Mono araña (mash, xtucha)

Pelos cafés con constricciones debido al cambio en la configuración de la médula. Ancho máximo del cañón de 156μ (± 6.11). La médula en el sector espatular es continua en celdilla, en tanto que en el sector proximal cambia a fragmentada (Figura 4B).

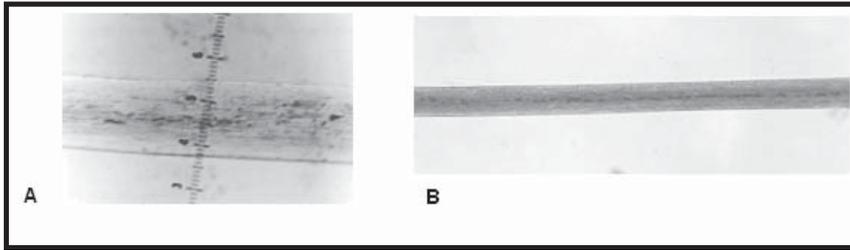


Figura 4. Sección espátular de los pelos de guardia de *Alouatta pigra* (A) y *Ateles geoffroyi* (B).

ORDEN RODENTIA

Familia Sciuridae

Sciurus deppei Peters, 1863

Ardilla (kúuc)

Pelos bicolors (O-C) con constricciones representadas por cambio en la configuración de la médula y en la variación en el ancho del cañón. Ancho máximo del cañón de $112 \mu (\pm 8.33)$. En el sector espátular la médula es escalonada multiserial, cambiando en el sector proximal a continua con intrusiones corticales (Figura 5A).

Sciurus yucatanensis J.A. Allen, 1877

Ardilla (kúuc)

Pelo bicolors con constricciones debido a variación en la configuración de la médula y en ancho del cañón. Ancho máximo del cañón de $192 \mu (\pm 12)$. En el sector espátular la médula es escalonada multiserial (Figura 5B), cambiando en el sector proximal a continua con intrusiones corticales.

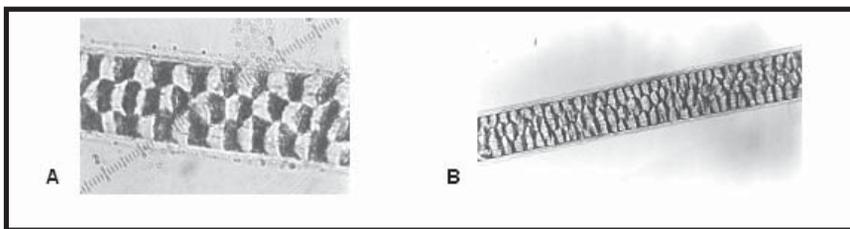


Figura 5. Sección espátular de los pelos de guardia de *Sciurus deppei* (A) y *Sciurus yucatanensis* (B).

Familia Heteromyidae

Heteromys desmarestianus Gray, 1868*Heteromys gaumeri* J.A. Allen y Chapman, 1897

Ratones de abazones (chó)

Pelos de dos tipos, uno delgado bicolor y otro grueso con la parte distal negra, ambos con constricciones debido a la variación del ancho del cañón, así como de la configuración de la médula. El ancho varía a lo largo del pelo, ya que los extremos son angostos y la parte media es más gruesa. En *H. desmarestianus* el pelo grueso mide $400\ \mu$ (± 8.33) como máximo; en *H. gaumeri* mide $640\ \mu$ (± 6.11) como máximo. La médula de ambos pelos es continua con intrusiones corticales, sin embargo los pelos gruesos presentan una peculiaridad, ya que en la parte media y engrosada se produce una partición de la médula, debido a la cual ésta se presenta en las áreas contiguas a los bordes y se ausenta en la parte central. Hacia la sección distal del pelo la médula regresa a su estado inicial para acabar de esa forma (Figuras 6A y 6B).

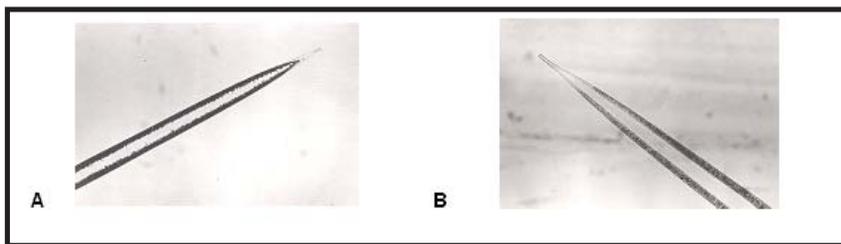


Figura 6. Sección espatular de los pelos de guardia de *Heteromys desmarestianus* (A) y *Heteromys gaumeri* (B).

Familia Geomyidae

Heterogeomys hispidus (Le Conte, 1852)

Tuza (ba)

Pelos cafés con constricciones representados por variación en el ancho del cañón y la configuración de la médula. Ancho máximo del cañón de $44\ \mu$ (± 2.31). En el sector espatular la médula es continua amorfa (Figura 7) y en el sector proximal la médula cambia a escalonada uniserial en bloques.

Familia Cricetidae

Peromyscus leucopus (Rafinesque, 1818)

Ratón de campo (chó)

Pelos bicolors (C-O) con constricciones debido al cambio en la configuración de la médula y en ancho del cañón. Ancho máximo del cañón de $88\ \mu$ (± 4.62). En el sector espatular la médula es escalonada multiserial, presentando tres filas de septos, mientras que en el sector proximal cambia a escalonada uniserial (Figura 8A).

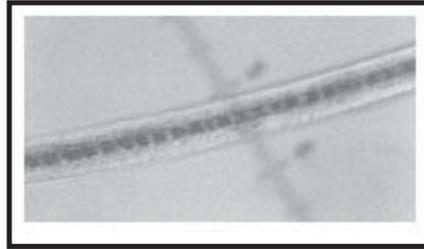


Figura 7. Sección espatular del pelo de guardia de *Heterogeomys hispidus*.

Peromyscus yucatanicus J.A. Allen y Chapman, 1897

Ratón de campo (chó)

Pelos bicolors (C-O) con constricciones debido al cambio en la configuración de la médula y variación en el ancho del pelo. Ancho máximo del cañón de $72\mu(\pm 4)$. En el sector espatular la médula es escalonada multiserial, con dos hileras de septos, en tanto que en el sector proximal cambia a escalonada uniserial (Figura 8B).

Reithrodontomys gracilis J.A. Allen y Chapman, 1897

Ratón de campo (chó)

Pelos bicolors (C-O) con constricciones representadas por variación en el ancho del cañón y cambio en la configuración de la médula. Ancho máximo del cañón de $72\mu(\pm 2.31)$. En el sector espatular la médula es continua con intrusiones corticales cambiando en el sector proximal a escalonada uniserial (Figura 8C).

Oryzomys couesi (Alston, 1876)

Ratón arrocero (chó)

Pelos cafés, sin escudo y con constricciones debido al cambio en la configuración de la médula. Ancho máximo del cañón de $28\mu(\pm 2.31)$. En el sector espatular la médula es continua con intrusiones corticales cambiando en el sector proximal a escalonada uniserial (Figura 8D).

Oryzomys melanotis Thomas, 1893

Ratón arrocero (chó)

Pelos bicolors (O-C) carentes de constricciones. Ancho máximo del cañón de $32\mu(\pm 2.31)$, con la parte más ancha en la mitad del pelo; es importante mencionar que debido al reducido tamaño no se presentan variaciones significativas en el ancho del cañón. La médula es escalonada uniserial (Figura 8E).

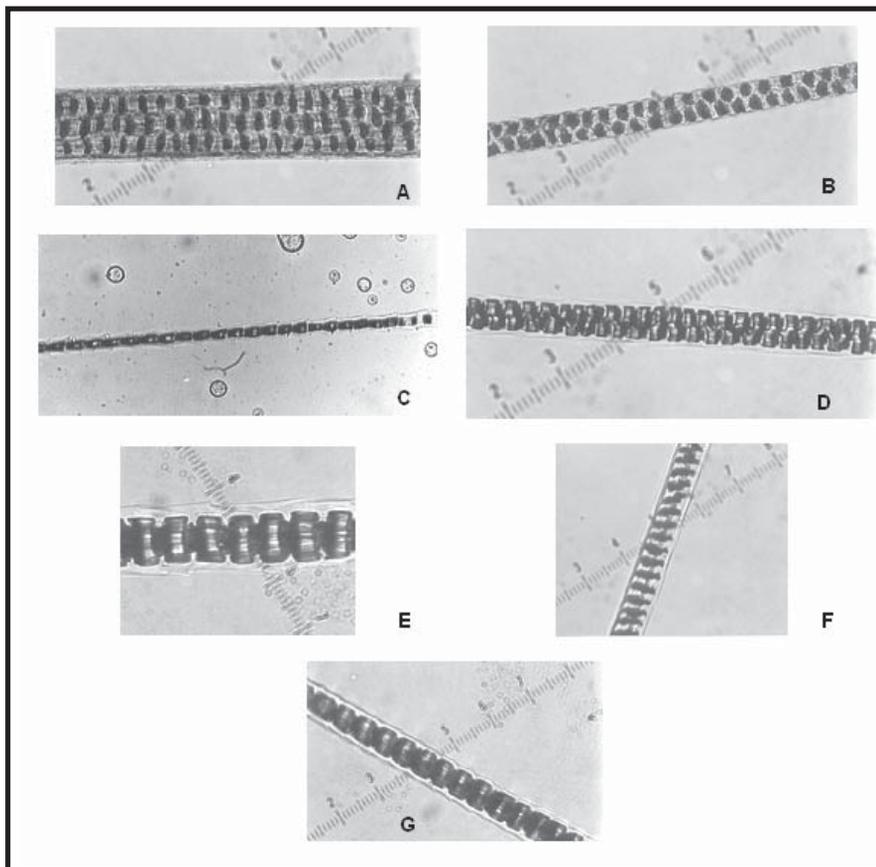


Figura 8. Sección espátula de los pelos de guardia de *Peromyscus leucopus* (A), *Peromyscus yucatanicus* (B), *Reithrodontomys gracilis* (C), *Oryzomys couesi* (D), *Oryzomys melanotis* (E), *Sigmodon toltecus* (F) y *Ototylomys phyllotis* (G).



Sigmodon toltecus Say y Ord, 1825

Ratón de campo (chó)

Pelos con una banda (O-C-O) con escudo y constricción debido al cambio en el ancho del pelo. Ancho máximo del cañón de $80\mu(\pm 4.62)$. La médula es escalonada uniserial en bloques (Figura 8F).

Ototylomys phyllotis Merriam, 1901

Rata arborícola (chó)

Pelos cafés carentes de escudos y constricciones. Ancho máximo del cañón de $20\mu(\pm 0.5)$. La médula es escalonada uniserial (Figura 8G).

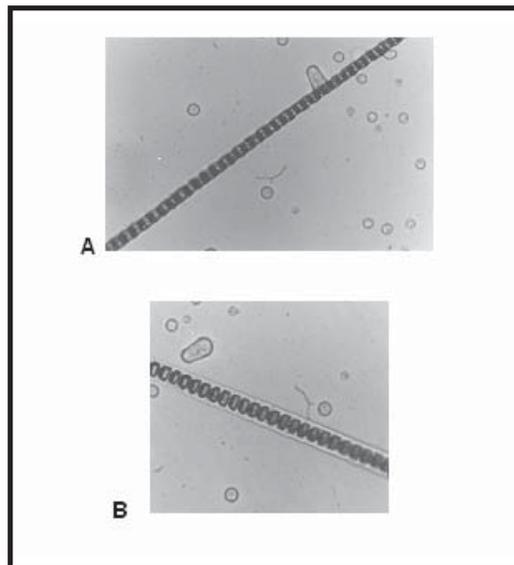


Figura 9. Sección espatular de los pelos de guardia de *Mus musculus* (A) y *Rattus rattus* (B).

Familia Muridae

Mus musculus Linneo, 1758

Ratón casero (chó)

Pelos café con constricciones representadas por el cambio en la configuración de la médula. Ancho máximo del cañón de $40\mu (\pm 2.31)$. En el sector espatular la médula es escalonada uniserial (Figura 9A), aunque en el sector proximal cambia a fragmentada.

Rattus rattus Linneo, 1758

Rata casera (chó)

Pelos negros con constricción debido al cambio en la configuración de la médula. Ancho máximo del cañón de $48\mu (\pm 4)$. En el sector espatular la médula es continua con intrusiones corticales cambiando en la región proximal a escalonada uniserial (Figura 9B).

Familia Erethizontidae

Sphiggurus mexicanus (Kerr, 1792)

Puercoespín (kish pay och)

Pelos bicolors (C-O) carentes de constricciones y escudo. Ancho máximo del cañón de $192\mu (\pm 12)$. Estos pelos carecen de médula, por lo que la corteza ocupa todo el ancho del pelo (Figura 10).

Familia Dasyproctidae

Dasyprocta punctata Gray, 1842

Guaqueque (dzub)

Pelos bicolors (O-C) carentes de constricciones y escudo. Ancho máximo del cañón de $320\mu (\pm 10.58)$. La médula es continua en rejilla (Figura 11).

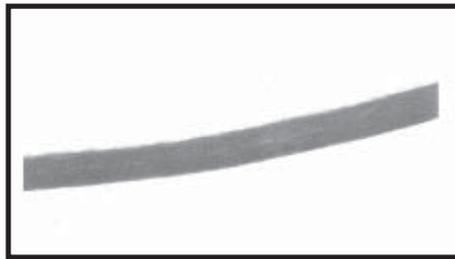


Figura 10. Sección espatular del pelo de guardia de *Sphiggurus mexicanus*.



Figura 11. Sección espatular del pelo de guardia de *Dasyprocta punctata*.

Familia Cuniculidae

Cuniculus paca (Linnaeus, 1766)

Tepezcuintle (haleb)

Pelos blancos o cafés carentes de constricciones y escudo. Ancho máximo del cañón de $560\mu(\pm 10.07)$. La médula es amorfa y tiende a desaparecer en los extremos (Figura 12).

ORDEN LAGOMORPHA

Familia Leporidae

Sylvilagus brasiliensis (Linnaeus, 1758)

Conejo tropical (t'huul)

Pelos bicolors (C-O) con constricción representada por la variación en la configuración de la médula y en el ancho del pelo (escudo). Ancho máximo del cañón de $176\mu(\pm 8.33)$. En el sector espatular la médula es escalonada multiserial, presentando hasta seis filas de septos, en tanto que en el sector proximal cambia a escalonada uniserial en bloques hasta desaparecer antes del término del pelo (Figura 13A).

Sylvilagus floridanus (J.A. Allen, 1890)

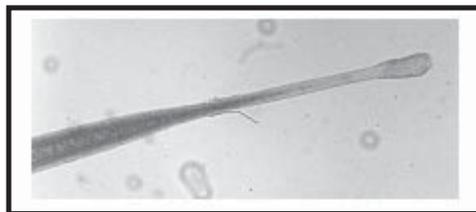


Figura 12. Sección espatular del pelo de guardia de *Cuniculus paca*.



Conejo castellano (t'huul)

Pelos con una banda (O-C-O) con escudo y constricciones representadas por el cambio en la configuración de la médula y la variación en el ancho del pelo. Ancho máximo del cañón es de $344\mu (\pm 7.02)$. En el sector espátula la médula es escalonada multiserial, de hasta cuatro filas de septos, en tanto que en sector proximal cambia a escalonada uniserial (Figura 13B).

ORDEN SORICOMORPHA

Familia Soricidae

Cryptotis mayensis (Merriam, 1901)

Musaraña

Pelos blancos con constricciones debido a la variación en el ancho del cañón. Ancho máximo del cañón de $40\mu (\pm 2.31)$. Médula escalonada uniserial, tanto de forma anillada como en tabiques (Figura 14).

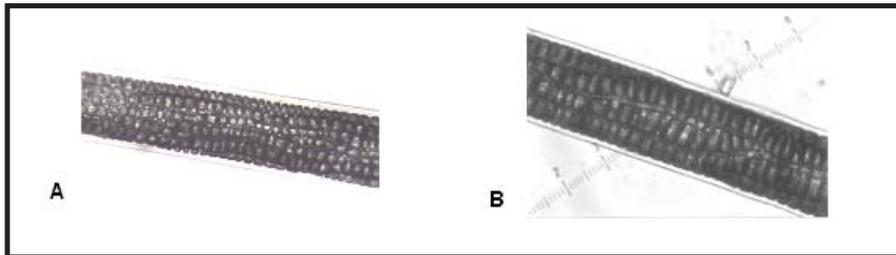


Figura 13. Sección espatular de los pelos de guardia de *Sylvilagus brasiliensis* (A) y *Sylvilagus floridanus* (B).

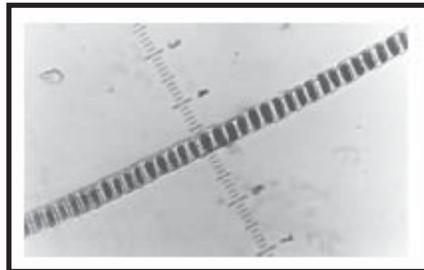


Figura 14. Sección espatular del pelo de guardia de *Cryptotis mayensis*.

Familia Felidae

Leopardus pardalis (Linnaeus, 1758)

Ocelote (sak chikin)

Pelos bicolores (O-C), con escudo y constricciones debido a variación del ancho del cañón y la configuración de la médula. Ancho máximo del cañón de $128\mu(\pm 12.22)$. En el sector espatular la médula es continua vacuolada en tanto que el proximal cambia a escalonada uniserial (Figura 15A).

Leopardus wiedii (Schinz, 1821)

Tigrillo (chulia)

Pelos con una banda (O-C-O) con escudo y constricciones debido a variaciones en el ancho del cañón y la configuración de la médula. Ancho máximo del cañón de $132\mu(\pm 6.11)$. En el sector espatular la médula es continua vacuolada en tanto que en el sector proximal cambia a continua con intrusiones corticales (Figura 15B).

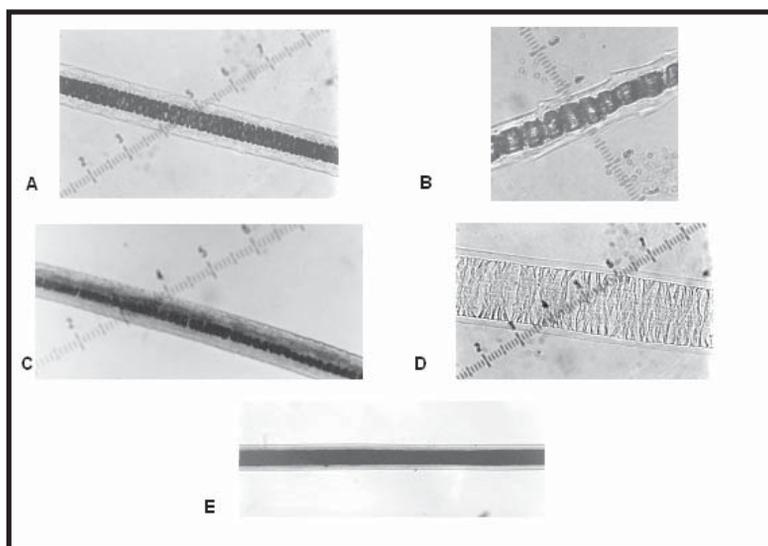


Figura 15. Sección espatular de los pelos de guardia de *Leopardus pardalis* (A), *Leopardus wiedii* (B), *Puma concolor* (C), *Herpailurus yagouaroundi* (D) y *Panthera onca* (E).



Puma concolor (Linnaeus, 1771)

Puma (cóh)

Pelos bicolors (C-O) con escudo y constricciones debido a cambios en la configuración de la médula. Ancho máximo del cañón de $188\mu (\pm 4.62)$. En el sector espatular la médula es continua vacuolada (Figura 15C), aunque en el sector proximal cambia a continua con intrusiones corticales.

Herpailurus yagouaroundi É. Geoffroy Saint-Hilaire, 1803

Jaguarundi (emuch)

Pelos con dos bandas (C-O-C-O) con constricciones debido al cambio en la configuración de la médula. Ancho máximo del cañón de $212\mu (\pm 10.58)$. La médula es continua vacuolada en el sector espatular (Figura 15D); sin embargo, en el sector proximal cambia a continua con intrusiones corticales.

Panthera onca (Linnaeus, 1758)

Jaguar (chaak mol, balam)

Pelos con una banda (C-O-C) con constricción debido a variación en el ancho del cañón. Ancho máximo del cañón de $168\mu (\pm 6.11)$. La médula es continua vacuolada (Figura 15E).

Familia Canidae

Canis latrans Say, 1823

Coyote

Pelos con dos bandas (C-O-C-O) con constricciones debido a un cambio en el ancho del cañón. Ancho máximo del cañón de $100\mu (\pm 8.33)$. La médula en el sector espatular es continua amorfa (Figura 16A).

Urocyon cinereoargenteus (Schreber, 1775)

Zorra gris (c'homac)

Pelos con dos bandas (C-O-C-O), sin escudo y con constricciones debido a un cambio en la configuración de la médula. Ancho máximo del cañón de $216\mu (\pm 10.07)$. La médula es continua en celdillas en el sector espatular en tanto que en el sector proximal cambia a escalonada uniserial en bloques (Figura 16B).

Familia Mustelidae

Eira barbara (Linnaeus, 1758)

Cabeza de viejo, viejo de monte (san hool)

Pelos tricolores (C-O-C) con constricciones debido a variación en el ancho del cañón. Ancho máximo del cañón de $216\mu (\pm 6.11)$. La médula es continua en celdilla (Figura 17A).

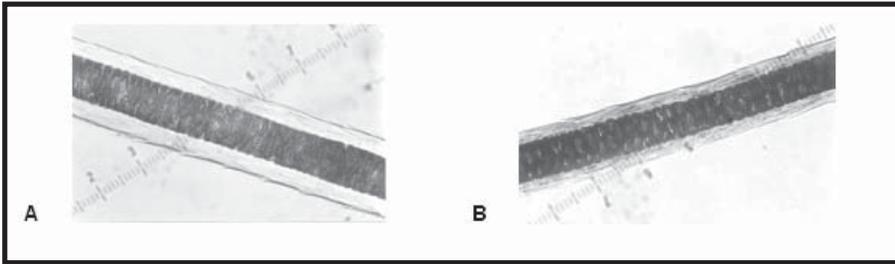


Figura 16. Sección espatular de los pelos de guardia de *Canis latrans* (A) y *Urocyon cinereoargenteus* (B)

Galictis vittata (Schreber, 1776)

Grisón, escarba muertos

Pelos bicolors (C-O) con constricciones debido al cambio en la configuración de la médula y la variación en el ancho del cañón. Ancho máximo del cañón de $160 \mu (\pm 10.07)$. En el sector espatular la médula es continua en celdillas (Figura 17B), cambiando en el sector proximal a fragmentada.

Mustela frenata Lichtenstein, 1831

Comadreja

Pelos claros carentes de constricciones pero con escudo. Ancho máximo del cañón de $180 \mu (\pm 12)$. La médula es continua con intrusiones corticales (Figura 17C).

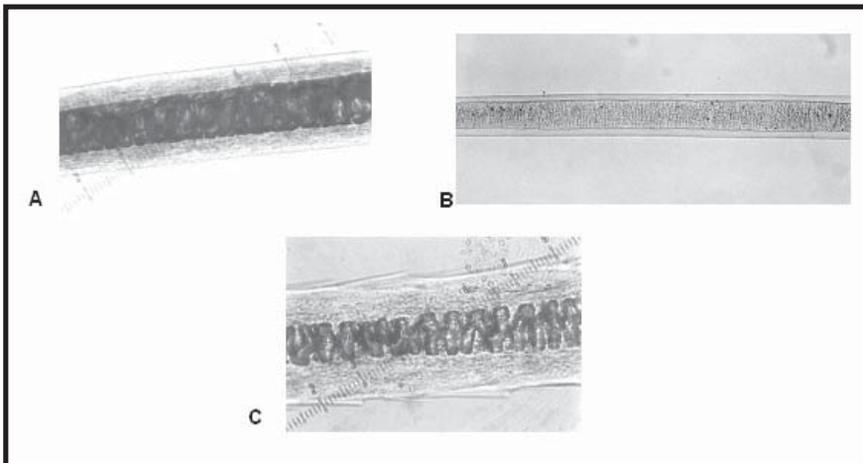


Figura 17. Sección espatular de los pelos de guardia de *Eira barbara* (A), *Galictis vittata* (B), *Mustela frenata* (C).

Familia Mephitidae

Conepatus semistriatus (Boddaert, 1785)

Zorrillo cadeno (pay och)

Pelos de dos tipos, blancos o bicolores (O-C), con constricciones debido a variación en ancho del cañón. Ancho máximo del cañón de $216\mu(\pm 10.58)$. La médula es continua vacuolada (Figura 18A).

Spilogale angustifrons Howell, 1902

Zorrillo manchado (pay och)

Pelos de dos tipos, blancos o bicolors (O-C), con escudo y constricciones derivados de la variación en la configuración de médula. Ancho máximo del cañón de $144\mu(\pm 9.45)$. En el sector espatular la médula es continua en celdillas, en tanto que en el sector proximal cambia a escalonada uniserial en bloques (Figura 18B).

Familia Procyonidae

Bassariscus sumichrasti (Suassure, 1860)

Cacomixtle (uayu)

Pelos café con constricciones debido a la variación en el ancho del cañón. Ancho máximo del cañón de $160\mu(\pm 12)$. La médula es continua vacuolada (Figura 19A).

Nasua narica (Linnaeus, 1766)

Coatí, tejón, pisot (chi' ik)

Pelos unibandeados (C-O-C) carentes de constricciones y escudo. Ancho máximo del cañón de $180\mu(\pm 8.33)$. La médula es continua vacuolada y desaparece en los extremos del pelo (Figura 19B).

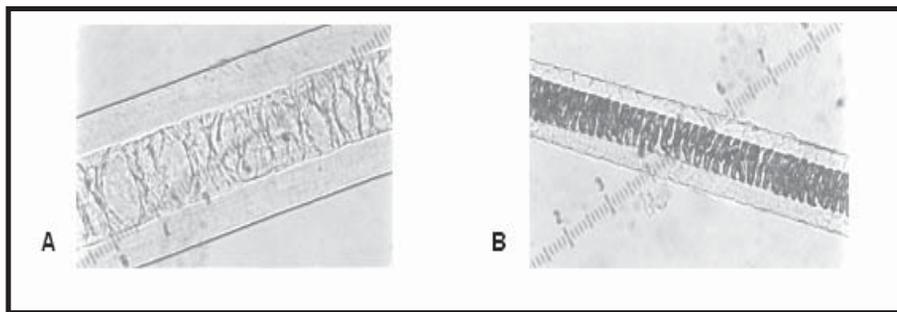


Figura 18. Sección espatular de los pelos de guardia de *Conepatus semistriatus* (A) y *Spilogale angustifrons* (B).

Procyon lotor (Linnaeus, 1758)

Mapache (kulú)

Pelos con dos bandas (C-O-C-O), sin escudo y con constricciones debido a la variación en la configuración de la médula. Ancho máximo del cañón de $248\mu(\pm 14.42)$.

En el sector espatular la médula es continua en celdillas (Figura 19C), pero en el sector proximal cambia a continua vacuolada.

ORDEN ARTIODACTYLA

Familia Tayassuidae

Pecari tajacu (Linnaeus, 1758)

Pecarí de collar (quitam)

Pelos bicolors (O-C) carentes de constricciones y escudo. Ancho máximo del cañón de $592\mu(\pm 8.33)$. La médula es continua multiserial en rejilla (Figura 20A).

Tayassu pecari (Link, 1795)

Senso de labios bancos (chak quitam)

Pelos bicolors (O-C) carentes de constricciones y escudo. Ancho máximo del cañón de $896\mu(\pm 18.04)$. La médula es continua multiserial en rejilla (Figura 20B).

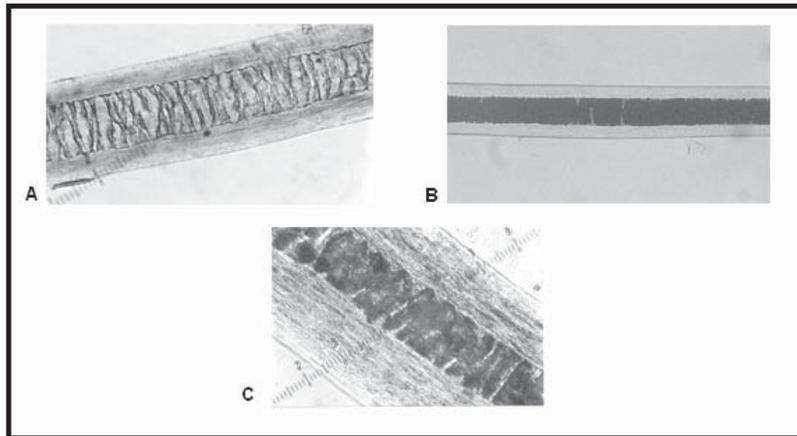


Figura 19. Sección espatular de los pelos de guardia de *Bassariscus sumichrasti* (A), *Nasua narica* (B), *Procyon lotor* (C).

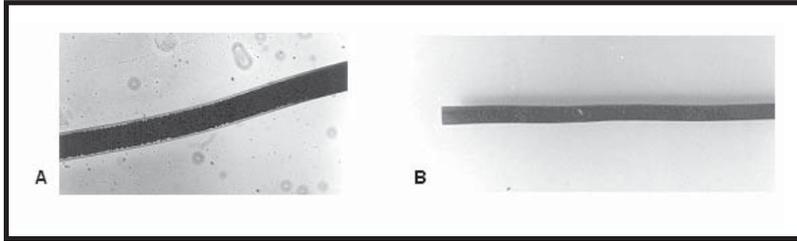


Figura 20. Sección espatular de los pelos de guardia de *Pecari tajacu* (A) y *Tayassu pecari* (B).

Familia Cervidae

Mazama americana (Erxleben, 1777)

Venadito cabrito, temazate (yuk)

Pelos con dos bandas (C-O-C-O) carentes de constricciones y escudo. Ancho máximo del cañón de $272\ \mu(\pm 10.07)$. La médula es continua en rejilla y termina antes de finalizar el pelo en los extremos (Figura 21A).

Odocoileus virginianus (Zimmermann, 1780)

Venado cola blanca (ceeh)

Pelos con dos bandas (C-O-C-O), carentes de constricciones y escudo. Ancho máximo del cañón de $204\ \mu(\pm 15.86)$. La médula es continua en rejilla (Figura 21B).

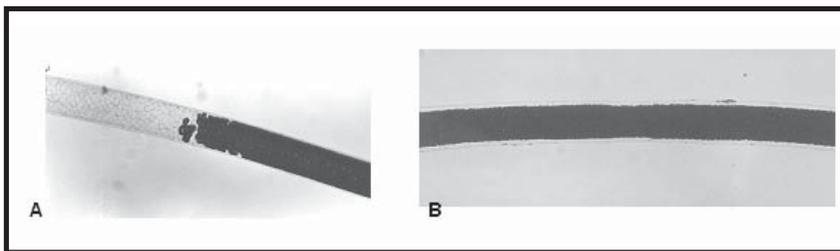


Figura 21. Sección espatular de los pelos de guardia de *Mazama americana* (A) y *Odocoileus virginianus* (B).



DISCUSIÓN

El catálogo y la colección de referencia resultantes representan el primer trabajo en la región sobre el tema y permiten conocer las características microscópicas de los pelos de los mamíferos no voladores con distribución en el Estado de Yucatán, México.

La técnica y las características evaluadas permiten una diferenciación clara a nivel de familia y género, ya que en las especies del mismo género la diferenciación se basó en características morfológicas como el cambio en el tipo médula. Las especies del Orden Didelphimorphia presentan en común médula espatular continua con intrusiones corticales, no encontrando diferencias morfológicas entre las especies del género *Didelphis*, en tanto que la característica distintiva de *P. opossum* es la médula secundaria escalonada uniserial.

Las especies de los Órdenes Cingulata y Pilosa carecen de médula, siendo la diferencia entre *D. novemcinctus* y *T. mexicana* que la primera presenta médula fragmentada en la región proximal. En el Orden Primates la diferenciación puede realizarse hasta especie ya que *A. pigra* carece de médula, mientras que *A. Geoffroyi* presenta médula espatular continua en celdilla. Con relación al Orden Carnívora, la diferenciación en la familia Canidae es a nivel de especie, ya que *U. cinereoargenteus* presenta médula espatular continua en celdilla mientras que en *C. latrans* es continua amorfa. En la familia Felidae todas las especies presentan médula espatular del tipo continua vacuolada; la diferencia entre los géneros es la médula secundaria (carente en *P. onca*) que en el caso de *P. yaguaroundi*, *P. concolor* y *L. wiedii* es continua con intrusiones corticales y en *L. pardalis* es escalonada uniserial. En las familias Mephitidae y Mustelidae la identificación se puede realizar hasta nivel de género, ya que *C. semistriatus* presenta médula espatular continua vacuolada, en *S. angustifrons* y *E. barbara* es continua en celdilla y *G. vittata* y *M. frenata* es continua con intrusiones corticales. En la familia Procyonidae todas las especies presentan médula continua vacuolada, sin embargo, en *B. sumichrasti* y *N. narica* se presenta en la sección espatular y en *P. lotor* en la médula proximal, ya que la espatular es del tipo continua en celdilla.

En el Orden Artiodactyla la identificación es a nivel de familia, con las especies de la familia Tayassuidae (*P. tajacu* y *T. pecari*) presentando médula continua multiserieal y de la familia Cervidae (*M. americana* y *O. virginianus*) con médula continua en rejilla. Dentro del Orden Rodentia, en las familias Sciuridae y Heteromyidae la identificación es a nivel de género, siendo la médula en el género *Sciurus* del tipo escalonada multiserieal y en el género *Heteromys* continua con intrusiones corticales. En las familias Muridae y Cricetidae la identificación es a nivel de género, ya que *R. rattus*, *O. couesi* y *R. gracilis* presentan médula espatular continua con intrusiones corticales, *M. musculus*, *O. melanotis*, *O. phyllotis* y *S. toltecus* presentan médula



espatular escalonada uniserial, en tanto que *P. leucopus* y *P. yucatanicus* cuentan con médula espatular escalonada multiserial.

En el Orden Lagomorpha la identificación es a nivel de género ya que tanto *S. brasiliensis* como *S. floridanus* cuentan con médula continua con médula escalonada multiserial. La técnica realizada sólo permite el reconocimiento de las estructuras internas. Se sugiere realizar técnicas adicionales para describir las escamas cuticulares porque éstas podrían proporcionar información adicional que permita la identificación a nivel de especie (Bowyer y Curry, 1983; Quadros y Monteiro-Filho, 2006; Short, 1978). Las guías y colecciones de referencia son especialmente útiles en aquellos trabajos en los cuales es preciso identificar mamíferos con base en una muestra de su pelo, como el caso de los análisis de hábitos alimentarios de animales carnívoros por medio de excretas y/o contenidos estomacales (Grajales-Tam *et al.*, 2003; Guerrero *et al.*, 2002; Guerrero *et al.*, 2004; Romero, 1993; Spaulding *et al.*, 2000; Villa-Meza *et al.*, 2002; Wallace y Diller, 1990).

Relación con otros estudios

Las características de los pelos descritas en el presente estudio son, en su mayoría, consistentes con las reportadas en otras regiones de México y el mundo. De todas las especies aquí evaluadas, existen reportes previos en México para 32 de ellas (Baca y Sánchez-Cordero, 2004; Monroy-Vilchis *et al.*, 2005), encontrando variaciones en la configuración de la médula solamente en 8 especies, lo cual puede deberse no sólo al bajo tamaño de muestra del presente estudio ($n = 3$), sino que también puede indicar que existe un efecto de la distribución geográfica en la configuración de la médula de los pelos pero que dicho efecto no es generalizado.

Esta variación geográfica en la configuración de la médula es más notoria en especies de amplia distribución, ya que la médula encontrada en *Canis latrans* en este estudio coincide con la reportada para la misma especie en algunos sitios de México (Baca y Sánchez-Cordero, 2004) y Norteamérica (Moore *et al.*, 1974); sin embargo difiere de lo registrado para la especie y familia en otras partes de México (Monroy-Vilchis *et al.*, 2005) y del mundo (Chakraborty y De, 2001).

AGRADECIMIENTOS

Al personal del Laboratorio de Biología de la FMVZ-UADY por su ayuda en la preparación de las muestras y por facilitarnos sus instalaciones. A C. MacSwiney y S. Hernández-Betancourt por la revisión de versiones previas del manuscrito. La colección de referencia y las fotografías pueden ser consultadas en la COZORE-UADY.

LITERATURACITADA

- Amman, B., R. Owen y R. Bradley. 2002. Utility of hair structure for taxonomic discrimination in bats, with an example from the bats of Colorado. *Occasional Papers The Museum Texas Tech University*, 216:1-14.
- Aranda, M. 2000. *Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México*. Ed. Instituto de Ecología A.C., Veracruz, México.
- Arita, H. 1985. *Identificación de los pelos de guardia dorsales de los mamíferos silvestres del Valle de México*. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Arita, H. y M. Aranda. 1987. Técnicas para el estudio y clasificación de los pelos. *Cuadernos de Divulgación, Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos*, 32:1-21.
- Baca, I. y V. Sánchez-Cordero. 2004. Catálogo de pelos de guardia dorsal en mamíferos del estado de Oaxaca, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 75:383-437.
- Barrera, A., J. Bastarrachea, W. Brito, R. Vermont y D. Dzul. 1980. Diccionario maya Cordemex: maya-español, español-maya. Ed. Cordemex. México.
- Bowyer, R.T. y K.D. Curry. 1983. Use of a roller press to obtain cuticular impressions of guard hairs on acetate strips. *Journal of Mammalogy*, 64:531-532.
- Brisbin, Jr, I.L. y M.S. Lenarz. 1984. Morphological comparisons of insular and mainland populations of southeastern white-tailed deer. *Journal of Mammalogy*, 65: 44-50.
- Carroll, D.S. y R.D. Bradley. 2005. Systematics of the genus *Sigmodon*: DNA sequences from beta-fibrinogen and cytochrome b. *The Southwestern Naturalist*, 50:342-349.
- Castro-Arellano, I.; C. Madrid-Luna; T.E. Lacher y L. León-Paniagua. 2008. Hair-trap efficacy for detecting mammalian carnivores in the tropics. *Journal of Wildlife Management*, 72:1405-1412.
- Chakraborty, R. y J. De. 2001. Identification of dorsal guard hairs of five Indian species of the family Canidae (Carnivora-Mammalia). *Mammalia*, 64:483-493.
- Chehébar, C. y S. Martín. 1989. Guía para el reconocimiento microscópico de los pelos de los mamíferos de la Patagonia. *Doñana, Acta Vertebrata*, 16:247-291.
- Chernova, O.F. 2001. Architectonics of the medulla of guard hair and its importance for identification of taxa. *Doklady Biological Sciences*, 376:81-85.
- De Marinis, A.M. y A. Asprea. 2006. Hair identification key of wild and domestic ungulates from southern Europe. *Wildlife Biology*, 12:305-320.
- Faliu, L., Y. Lignereux y J. Barrat. 1980. Identification des poils des mammifères Pyreneens. *Doñana, Acta Vertebrata*, 1:125-212.
- Fernández, G. y S. Rossi. 1998. Medullar type and cuticular scale patterns of hair of rodents and small marsupials from the Monte Scrubland (San Luis Province, Argentine). *Mastozoología Neotropical*, 5:109-116.
- Genoways, H. y J. Jones. 1975. Annotated checklist of mammals of the Yucatan Peninsula, Mexico. IV. Carnivora, Sirenia, Perissodactyla, Artiodactyla. *Occasional Papers The Museum Texas Tech University*, 26:1-22.
- Goodway, M. 2000. Fiber identification in practice. *Journal of the American Institute for Conservation*, 26:27-44.

- Grajales-Tam, K., R. Rodríguez-Estrella y J. Cancino-Hernández. 2003. Dieta estacional del coyote *Canis latrans* durante el periodo 1996-1997 en el desierto de vizcaino, Baja California sur, México. *Acta Zoológica Mexicana, Nueva Serie*, 89:17-28.
- Guerrero, S., M.H. Badii, S. Zalapa y J.A. Arce. 2004. Variación espacio-temporal en la dieta del coyote en la costa norte de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana, Nueva Serie*, 20:145-157.
- Guerrero, S., M.H. Badii, S.S. Zalapa y A.E. Flores. 2002. Dieta y nicho de alimentación del coyote, zorra gris, mapache y jaguarundi en un bosque tropical caducifolio de la costa sur del Estado de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana, Nueva Serie*, 86:119-137.
- Hall-Aspland, S. y T. Rogers. 2007. Identification of hairs found in leopard seal (*Hydrurga leptonyx*) scats. *Polar Biology*, 30:581-585.
- Jones, J., H. Genoways y J. Smith. 1974a. Annotated checklist of mammals of the Yucatan Peninsula, Mexico. III. Marsupialia, Insectivora, Primates, Edentata, Lagomorpha. *Occasional Papers The Museum Texas Tech University*, 23:1-11.
- Jones, J., H. Genoways y T. Lawler. 1974b. Annotated checklist of mammals of the Yucatan Peninsula, Mexico. II. Rodentia. *Occasional Papers The Museum Texas Tech University*, 22:1-23.
- Keogh, H. 1985. A photographic reference system based on the cuticular scale patterns and groove of the hair of 44 species of southern African Cricetidae and Muridae. *South African Journal of Wildlife Resource*, 15:109-159
- Mayer, W. 1952. The hair of California mammals with keys to the dorsal guard hairs of California mammals. *American Midland Naturalist*, 48:480-512.
- Monroy-Vilchis, O. y R. Rubio-Rodríguez. 1999. *Identificación de mamíferos de la Sierra de Nanchititla a través del pelo*. Cuadernos de Investigación, Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Edo. de México.
- Monroy-Vilchis, O. y R. Rubio-Rodríguez. 2003. *Guía de identificación de mamíferos terrestres del Estado de México, a través del pelo de guardia*. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Edo. de México.
- Monroy-Vilchis, O., C. García-Morales, R. Rubio-Rodríguez, A. Hernández-Saint Martín, J.P. Castro-Medina, U. Aguilera-Reyes y A. Ortiz-García. 2005. Variación intraespecífica e individual de los pelos de mamíferos del estado de México: implicaciones en la identificación interespecífica. *Ciencia Ergo Sum*, 12:264-270.
- Moore, T., L. Spence y E. Dugnonle. 1974. Identification of the dorsal guard hairs of some mammals of Wyoming. Wyoming Game and Fish Dept. Bull., No. 4, Cheyenne.
- Oli, M. K. 1993. A key for the identification of the hairs of mammals of a snow leopard (*Panthera uncia*) habitat in Nepal. *Journal of Zoology*, 231:71-93
- Quadros, J y E.L. Monteiro-Filho. 1998. Effects of digestion, putrefaction, and taxidermy processes on *Didelphis albiventris* hair morphology. *Journal of Zoology*, 244:331-334.
- Quadros, J. y E. Monteiro-Filho. 2006. Coleta e preparação de pêlos de mamíferos para identificação em microscopia óptica. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23:274-278.
- Rivero, J. 2002. *Método fácil para leer, escribir y hablar la lengua maya*. Ed. EDISAL, S.A. de C.V.

- Romero, F. 1993. Análisis de la alimentación del lince (*Lynx rufus escuinape*) en el centro de México. Pp. 217-230, en: *Avances en el estudio de los mamíferos de México* (R. A. Medellín y G. Ceballos, eds.). Publicaciones especiales, Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C.
- Sacks, B.N. y J.C. Neale. 2002. Foraging strategy of a generalist predator toward a special prey: coyote predation on sheep. *Ecological Applications*, 12:299-306
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2002. Norma Oficial Mexicana, NOM-059-SEMARNAT-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación México. 1-85 p.
- Short, H. 1978. Analysis of cuticular scales on hairs using the scanning electron microscope. *Journal of Mammalogy*, 59:261-268.
- Sosa-Escalante, J., S. Hernández, A. Segovia y V. Sánchez-Cordero. 1997. First record of the coyote, *Canis latrans* (Carnivora: Canidae), in the Yucatan, Peninsula, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 42:494-495.
- Sovada, M., J. Roaldson y A. Sargeant. 1999. Foods of American badgers in west-central Minnesota and southeastern North Dakota during the duck nesting season. *American Midland Naturalist*, 142:410-414.
- Spaulding, R., P.R. Krausman y W. Ballard. 2000. Observer bias and analysis of gray wolf diets from scats. *Wildlife Society Bulletin*, 28:947-950.
- Tóth, M. 2002. Identification of hungarian mustelidae and other small carnivores using guard hair analysis. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 48:237-250.
- Tumlison, R. 1993. An annotated key to the dorsal guard hairs of Arkansas game mammals and furbearers. *The Southwestern Naturalist*, 28:315-323.
- De Villa-Meza, A., E. Martínez-Meyer y C. López-González. 2002. Ocelot (*Leopardus pardalis*) food habits in a tropical deciduous forest of Jalisco, Mexico. *American Midland Naturalist*, 148:146-154.
- Wallace, R.L. y L.V. Diller. 1990. Feeding ecology of the rattlesnake, *Crotalus viridis oreganus*, in Northern Idaho. *Journal of Herpetology*, 24:246-253.
- Wasserman, D. y D.J. Nash. 1979. Variation in body size, hair length, and hair density in the deer mouse *Peromyscus maniculatus* along an altitudinal gradient. *Holarctic Ecology*, 2:115-118.
- Wilson, D.E. y D.M. Reeder. 2005. *Mammal Species of the World*. A Taxonomic and Geographic Reference. 3rd ed. Johns Hopkins University Press.