



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

CATÁLOGO DE PELO DE GUARDIA DE MAMÍFEROS EXÓTICOS ALBERGADOS EN COLECCIONES BIOLÓGICAS Y ZOOLOGICAS DE LA CIUDAD DE MÉXICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A:

DIANA ORDAZ GARCÍA

DIRECTORA DE TESIS:

M. EN C. JULIETA VARGAS CUENCA

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX., 2024





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DATOS DEL JURADO

Datos del alumno:

Ordaz García Diana

5523243586

dianaordazg@ciencias.unam.mx

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Biología

Datos del secretario tutor:

M. en C. Julieta Vargas Cuenca

Datos del presidente:

Dra. Nalleli Elvira Lara Díaz

Datos del vocal:

M. en C. Katia Estephanie Juárez Tejeda

Datos del sinodal 1:

Dr. Lázaro Guevara López

Datos del sinodal 2:

Dr. José Juan Flores Martínez

Datos del trabajo escrito:

Catálogo de pelo de guardia de mamíferos exóticos albergados en
Colecciones Biológicas y Zoológicas de la Ciudad de México.

107 p.

2024

AGRADECIMIENTOS ACADÉMICOS

Agradezco principalmente a mi asesora, la M. en C. Julieta Vargas Cuenca, por tanto, apoyo incondicional y cálido, motivación, consejos, inspiración, enseñanzas y vivencias a lo largo de este proceso.

A la M. María Berenit Mendoza Garfias, por su gran ayuda en la toma de las fotografías del Microscopio Electrónico de Barrido, su conocimiento compartido para conmigo y su inspirador amor por la ciencia.

Al Dr. Fernando A. Cervantes, curador de la Colección Nacional de Mamíferos (CNMA) de la UNAM, por permitirme acceder a la colección y tomar muestras de los ejemplares requeridos para este trabajo. Además de su apoyo y motivación para culminarlo.

A la Biól. Liliana Montañez Godoy, Coordinadora de Investigación, Colecciones, Curaduría y Conceptualización del Museo de Historia Natural y Cultura Ambiental (MHNCA), por su permiso en la toma de muestras de los ejemplares albergados en este museo.

A la Dirección General de Zoológicos y Conservación de la Fauna Silvestre (DGZCFS), por su aceptación, confianza en este trabajo y su ayuda en la facilitación de las muestras de los ejemplares encontrados en los tres zoológicos de la Ciudad de México.

A la M. en MVZ. Josefina Rosales Castillo, por su paciencia, por estar al pendiente y apoyarme a lo largo de este proceso.

A mis profesoras y profesores, M. en C. Katia Juárez, M. en C. Moisés López, M. en C. Julieta Vargas, Dr. Lázaro Guevara y Dra. Yolanda Hortelano, del taller *Perspectiva actual de la diversidad, sistemática y conservación de los mamíferos de México*, por tantas enseñanzas, compartirme su amor por los mamíferos y sus críticas constructivas.

A la M. en C. Katia E. Juárez Tejada por su apoyo brindado para la mejora de este trabajo.

AGRADECIMIENTOS PERSONALES

A mis padres, Elodia Rosa María García Ríos y Jorge Ordaz Sánchez, por siempre luchar y trabajar duro para que tuviéramos estudios y todo lo que a ustedes les hizo falta. Las palabras no alcanzan para agradecer tanto amor y apoyo sin condiciones que me han dado para lograr mis sueños y convertirme en la persona que soy.

A mi hermano, Jorge Ordaz García, por los momentos compartidos y el apoyo brindado en todos estos años. Por motivarme e inspirarme a crecer más y más.

A mi gran amor, Francisco Díaz Cerón, por inspirarme, acompañarme y apoyarme en absolutamente todo. Por mostrarme que el amor es lo mejor que existe, hacerme feliz, compartir tantos momentos y, sobre todo, por motivarme a seguir mis sueños, te amo.

A mi mejor amiga, Mitzvah G. Ramírez Villegas, por poner en alto el valor de la amistad. Por todos los momentos que hemos vivido a lo largo de estos 15 años. Por apoyarme, animarme en todo y ser de las personas más importantes en mi vida. También gracias por la edición de algunas fotos aquí mostradas.

A las familias Badillo García y Ordaz Ríos. Gracias, tíos, primos y sobrinos por quererme y apoyarme en todo lo que hago; y por ser un gran soporte en mi vida.

A mi amigo, Erick Palomeque, por su cariño, amistad y ayuda en la edición de las fotos presentadas en este trabajo.

A mis grandes amigos del alma de aquel 103A, Romi, Xime, Estef, Luz, Gaby, Dani, Axel, Héctor. Gracias por estar presentes en los momentos más importantes de mi vida. Por tanto amor, aliento, tantas experiencias y darme el privilegio de conocer a las mejores personas en ustedes.

A los grandes amigos que me dejó la carrera. No podría nombrar a todos los que me mostraron en algún momento su cariño y apoyo, algunos de ellos son: Vicky, Chrisáceo, Aldo, Elena, Anel, Amin, Vale, Verito, Carlos, Hipo, Carla, Daniel, Nahúm, Daniela, Danna, Heli, Estefanía, Marcos, Lalo, Erandi, Yure, Ari. Gracias por regalarme su amistad y hacer de la biología algo más maravilloso, les admiro. Gracias infinitas también a mi querida amiga Mez y a mi prima Ivonne, por su amor, soporte y buenas experiencias en el agua.

A mis colegas, amigos y compañeros que conocí en la CNMA. Gracias por el ánimo, experiencias, amor por los mamíferos y su cariño siempre.

A los profesores que más he admirado y han confiado en mí desde el principio, Wency E., Angélica G. A los de la carrera, Nalleli L., Eduardo B., Margarita S.†, Julieta V. Gracias por ser inspiración y confirmar que la biología es una ciencia fascinante.

DEDICATORIA

Al fin culmina esta etapa en mi educación. Y no podría estar más agradecida con todos aquellos que me han apoyado de alguna manera, ya sea familia o amigos. Gracias por su compañerismo, amistad, impulso y por estar ahí para mí. Me siento muy dichosa de rodearme de personas tan cálidas y fabulosas.

Esta tesis va dedicada principalmente a mis papás. Ustedes han sido mi motor en todo momento. Quiero que este triunfo lo vivan como si fuera de ustedes, porque esto es un poquito de todo el esfuerzo que han hecho para sacarnos adelante.

A mi hermano Jorge, porque al fin su hermana pequeña se convierte en profesional.

A Fran, por supuesto, porque gracias a ti me siento la más afortunada. Gracias por tantas porras y por cada gesto de amor que tienes conmigo. Eres una persona grandiosa en todos los sentidos.

A Mitz, porque me siento muy feliz de tener una mejor amiga como tú.

A Vicky, porque me has brindado uno de los cariños y amistades más sinceras. Te admiro mucho.

Finalmente, a todos mis amigos, compañeros y familia. Porque me han hecho sentir apapachada y apoyada.

ÍNDICE

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1 EL PELO	2
1.2 FORMACIÓN DEL PELO	2
1.3 FUNCIONES DEL PELO	4
1.4 TIPOS DE PELO	4
1.5 ESTRUCTURA DEL PELO DE GUARDIA	6
1.6 IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DEL PELO DE GUARDIA	9
2. ANTECEDENTES	10
3. JUSTIFICACIÓN	12
4. OBJETIVOS	13
4.1 OBJETIVO GENERAL	13
4.2 OBJETIVOS PARTICULARES	13
5. MATERIALES Y MÉTODOS	14
5.1 SELECCIÓN DE ESPECIES	14
5.2 RECOLECTA Y ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS	14
5.3 ANÁLISIS DEL PELO	15
5.4 DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LA MORFOLOGÍA DEL PELO	16
6. RESULTADOS	18
6.1 INFRACLASE MARSUPIALIA	20
6.1.1 Orden Diprotodontia	20
6.1.1.1 Familia Macropodidae	20
6.2 INFRACLASE PLACENTALIA	21
6.2.1. Orden Pilosa.....	21
6.2.1.1 Familia Choloepodidae	21
6. 2. 2 Orden Dermoptera.....	22
6.2.2.1 Familia Cynocephalidae	22
6. 2. 3 Orden Chiroptera.....	23
6.2.3.1 Familia Pteropodidae	23
6. 2. 4 Orden Primates.....	24
6.2.4.1 Familia Cebidae	24
6.2.4.2 Familia Lemuridae	25

6.2.4.3 Familia Hominidae.....	26
6.2.5 Orden Carnivora.....	27
6.2.5.1 Familia Hyaenidae	27
6.2.5.2 Familia Mustelidae.....	28
6.2.5.3 Familia Ursidae	29
6.2.5.4 Familia Canidae	30
6.2.5.5 Familia Felidae	31
6.2.6 Orden Perissodactyla.....	32
6.2.6.1 Familia Equidae	32
6.2.6.2 Familia Rhinocerotidae	33
6.2.7 Orden Artiodactyla.....	34
6.2.7.1 Familia Giraffidae.....	34
6.2.7.2 Familia Suidae.....	35
6.2.7.3 Familia Bovidae.....	36
6.2.7.4 Familia Camelidae	38
6.2.7.5 Familia Cervidae.....	39
7. DISCUSIÓN	40
8. CONCLUSIONES.....	52
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
10. REFERENCIAS FOTOGRÁFICAS.....	68
11. APÉNDICES	72
APÉNDICE I. PERMISOS NECESARIOS PARA LA TOMA Y OBTENCIÓN DE LAS MUESTRAS DE ESTE TRABAJO.....	72
APÉNDICE II. CATEGORIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS CUTICULARES Y MEDULARES DE LOS PELOS DE GUARDIA.....	76
APÉNDICE III. MUESTRAS DE PELO DE GUARDIA DORSAL DE 46 ESPECIES DE MAMÍFEROS EXÓTICOS PROCEDENTES DE COLECCIONES BIOLÓGICAS Y ZOOLOGICOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.	77
APÉNDICE IV. FICHAS INFORMATIVAS DE LAS ESPECIES Y FOTOGRAFÍAS DE SUS PELOS DE GUARDIA.	79

RESUMEN

El pelo es una de las características diagnósticas de la clase Mammalia. Es una estructura queratinizada dispuesta en tres capas, del exterior al interior: la cutícula, la corteza y la médula. Además, es una estructura resistente que no se altera ante procesos de digestión, taxidermia y putrefacción. Entre los diferentes tipos de pelo, el de guardia puede variar morfológicamente entre especies a partir del arreglo de escamas en la cutícula y la configuración de las células en la médula, por lo que es de importancia taxonómica al ayudar a identificar mamíferos a nivel de especie. Sin embargo, la elaboración y disponibilidad de catálogos a usuarios es muy limitada. El objetivo general de este trabajo fue realizar un catálogo de pelo de mamíferos exóticos, a partir de muestras de pelo de guardia de ejemplares que se encuentran en el Museo de Historia Natural y Cultura Ambiental, la Colección Nacional de Mamíferos del Instituto de Biología (IB) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y los tres zoológicos de la Ciudad de México: Chapultepec, Aragón y Los Coyotes. Se obtuvieron 81 muestras de 46 especies de mamíferos exóticos que se analizaron por microscopía óptica invertida para la observación de la médula, y microscopía electrónica de barrido para distinguir el patrón de las escamas de la cutícula. Se encontraron diferencias cualitativas y cuantitativas a nivel cuticular y medular entre el pelo de todas las especies estudiadas. Con base en lo anterior, el pelo de guardia es una herramienta útil para la identificación de especies de mamíferos. Por esta razón, este trabajo, además de ser útil en áreas afines a la ciencia, también lo es para el personal de museos, colecciones biológicas y autoridades que estén interesadas en identificar especies de mamíferos utilizando el pelo.

1. INTRODUCCIÓN

Los mamíferos conforman la clase Mammalia, un taxón diverso de vertebrados con características especiales y numerosas adaptaciones, por ejemplo, la presencia de pelo y glándulas mamarias (Vaughan et al., 2015). Debido a estos caracteres, los mamíferos son cosmopolitas (Feldhamer *et al.*, 2020), encontrando especies nativas y especies exóticas. Las especies nativas son aquellas encontradas dentro de su área natural, excluyendo toda mediación del ser humano. Por su parte, las especies exóticas son las que se pueden encontrar fuera de su distribución natural, generalmente producto de la intervención humana (Álvarez-Romero *et al.*, 2008).

1.1 El pelo

El pelo es una estructura epidérmica que ocupa la misma posición que las escamas de los reptiles y las plumas de las aves (Dhouailly, 2009). Cada uno representa adaptaciones distintas, pero todos se originan a partir de cambios morfogenéticos entre la epidermis y la dermis. Por tal razón, estas estructuras se consideran divergencias evolutivas entre estas clases de animales (Feldhamer *et al.*, 2020). En el caso de los mamíferos, el pelo es uno de los caracteres diagnósticos (Vaughan *et al.*, 2015). La mayoría de las especies presenta un pelaje de protección que cubre todo su cuerpo, aunque algunas no lo tienen desarrollado debido a sus diferencias evolutivas y ecológicas, como algunos mamíferos marinos (Mayer, 1952; Amerasinghe, 1983).

1.2 Formación del pelo

El pelo inicia su desarrollo en el estrato germinativo de la epidermis hacia la dermis en el lugar donde se formará un pelo (Fig. 1A), desarrollando una papila dérmica que se organiza debajo de la invaginación epidérmica, la cual comienza a formar el folículo (Fig. 1B) (Feldhamer *et al.*, 2020). Esta papila se rodea por células mesenquimales que forman vasos sanguíneos, los cuales nutren al pelo para que pueda crecer y desarrollarse. Aquí mismo se incluyen melanocitos, células

encargadas de proporcionar pigmentación, si es que producen melanina (Moore *et al.*, 2004). El folículo comienza a formar un bulbo de células epidérmicas alrededor de la papila en donde la mitosis continúa (Fig. 1C). Conforme el pelo sale a las capas cutáneas y se aleja de la capa germinativa, se forman nuevas capas de células que sintetizan queratina, las cuales tienden a aplanarse y morir. El producto es un tallo de células muertas que emerge de la piel, constituidas por láminas de queratina y gránulos de melanina fuertemente unidas en forma córnea y resistente, el cual es el filamento que observamos por fuera de la piel (Fig. 2) (Gilbert, 1985; Feldhamer *et al.*, 2000; Moore *et al.*, 2004; Pech *et al.*, 2009; Schacker *et al.*, 2018). La raíz se queda incrustada en la piel, rodeada de terminaciones nerviosas que transmiten señales táctiles cuando el tallo se desplaza y a ella se asocian el músculo erector del pelo y una glándula sebácea (Fig. 2) (Gilbert, 1985; Feldhamer *et al.*, 2000; Moore *et al.*, 2004). Después de una fase de crecimiento, el pelo permanece en reposo en el folículo para eventualmente desprenderse del cuerpo (Deedrick y Koch, 2004a).

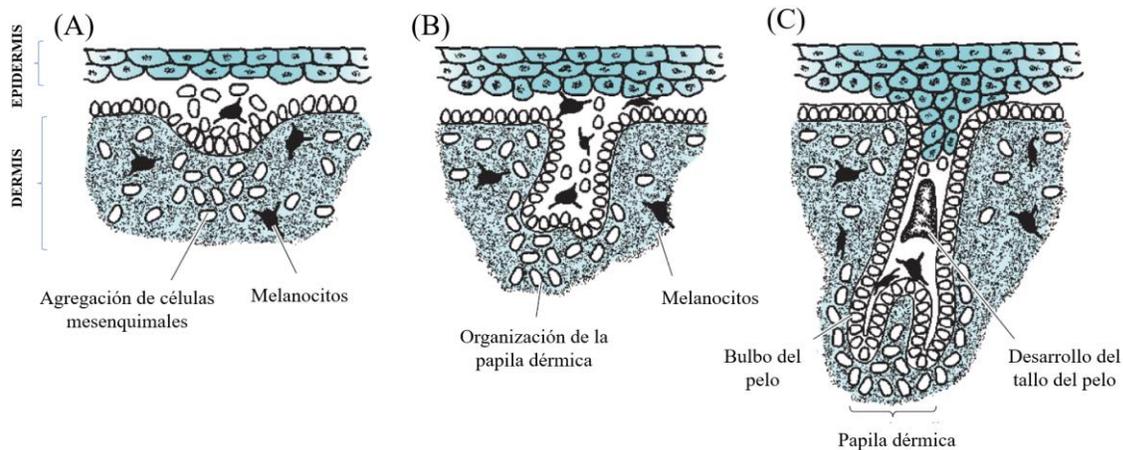


Figura 1. Desarrollo temprano del pelo. **A.** Invasión de la epidermis hacia la dermis. **B.** Formación del folículo. **C.** Un tallo piloso comienza su crecimiento (Traducido y modificado de Feldhamer *et al.*, 2020)

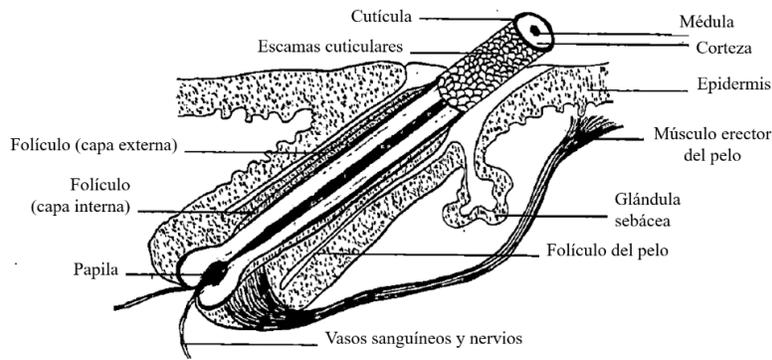


Figura 2. Desarrollo del tallo de un pelo (Traducido de Meade, 1969).

1.3 Funciones del pelo

El pelo ha brindado ventajas evolutivas para la supervivencia y el desarrollo de diversos órdenes de mamíferos en los distintos ambientes que habitan. Estas ventajas, por ejemplo, evidencian la protección contra depredadores, gracias al camuflaje obtenido por los distintos patrones y coloraciones del pelaje, y les confiere mecanismos fisiológicos como la regulación de su temperatura corporal (Quadros y Monteiro, 2006; Juárez *et al.*, 2007). Además, otorga un sentido de protección y aislamiento ante factores externos y puede conferir funciones sensoriales para percibir su ambiente (Baca y Sánchez-Cordero, 2004; Dhouailly, 2009).

1.4 Tipos de pelo

En general, se han reconocido cuatro tipos diferentes de pelo: las vibrisas, los pelos superiores, los de guardia y lanugo (Mathiak, 1938; Teerink, 1991; Tridico, 2005) (Fig.3); aunque la mayoría de los autores consideran relevantes sólo las vibrisas, el lanugo y los pelos de guardia (Chehébar y Martín, 1989; Juárez *et al.*, 2007; Pech *et al.*, 2009; Valdez, 2014).

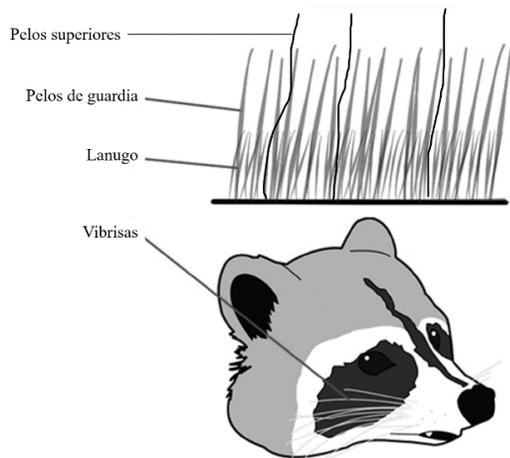


Figura 3. Tipos de pelo en mamíferos. Los que constituyen el pelaje en su mayoría son los pelos de guardia y el lanugo (Modificado de Valdez, 2014).

Las vibrisas son un tipo especial de pelo que se conocen comúnmente como pelos sensoriales o bigotes. Se caracterizan por ser los pelos más gruesos, rígidos y largos. Se ubican en regiones específicas del cuerpo, tales como el rostro, principalmente alrededor de las fosas nasales, los labios, y/o patas de algunos organismos (Arita, 1985; Juárez *et al.*, 2007; Knecht, 2012). Por tal motivo, son muy fáciles de reconocer. Sus propiedades y morfología son muy similares entre las especies, son los únicos pelos que se estrechan continuamente desde la base hasta la punta (Teerink, 1991). Actúan como sensores táctiles para la detección de movimiento dada su gran cantidad de terminaciones nerviosas (Arita, 1985; Juárez *et al.*, 2007).

El lanugo, también conocido como pelos finos, subpelo, de bajo piel o de lana, se encuentra por debajo de los pelos de guardia y son más cercanos a la piel. Se caracterizan por ser más cortos, numerosos y presentar una menor pigmentación que los pelos de guardia. Son muy finos y generalmente rizados. El escudo en este tipo de pelo es insignificante y presenta poco o ningún engrosamiento (Teerink, 1991). Su principal función es ser aislador térmico después de los pelos de guardia (Mathiak, 1938; Day, 1966; Arita, 1985; Chehébar y Martín, 1989; Pech *et al.*, 2009; Knecht, 2012). De acuerdo con Arita (1985), estos pelos comúnmente carecen de médula. Finalmente, el pelo superior es poco común y se encuentra escasamente distribuido. Es visible ante una evaluación minuciosa de las pieles, ya que son aquellos pelos finos que sobresalen por ser más

largos que todos los demás, pero con características de lanugo (Mathiak, 1938; Tridico, *et al.*, 2014).

Los pelos de guardia son conocidos también como de protección, cobertores o de contorno. Son pelos largos, rectos, lisos, gruesos y, en la mayoría de los casos, pigmentados que forman el pelaje superior (o pelaje externo), lo cual configura la forma, textura y coloración general del animal (Chehébar y Martín, 1989; Monroy *et al.*, 2005; Feldhamer *et al.*, 2020). La principal función de este tipo de pelo es brindar protección mecánica al animal y actuar como primera barrera térmica (Stains, 1958; Arita, 1985). Además, suelen ser repelentes al agua (Baca y Sánchez-Cordero, 2004) y son los más relevantes en el estudio de los mamíferos, ya que presentan características únicas que permiten la identificación de los mamíferos (Monroy *et al.*, 2005; Moyo, 2008).

1.5 Estructura del pelo de guardia

Un pelo de guardia promedio presenta una raíz que se divide en proximal e intermedia, y el tallo en espátula y punta (Juárez *et al.*, 2007). La región espatular también es conocida como escudo y se distingue de las demás por presentar un engrosamiento considerable que se va estrechando hasta llegar a la punta (Fig. 4) (Chehébar y Martín, 1989; Teerink, 1991; Baca y Sánchez-Cordero, 2004). Como sus nombres lo indican, la región proximal es la parte más cercana a la raíz; la región medial está en medio y comprende a la región espatular, y la distal se refiere a la punta del pelo (Knecht, 2012).

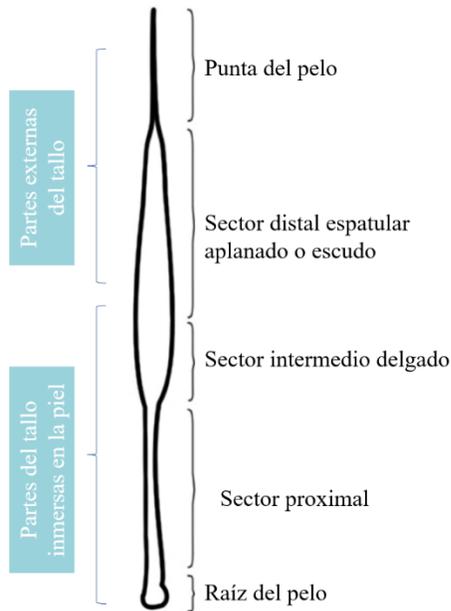


Figura 4. Estructura típica de un pelo de guardia (Modificado de Valdez, 2014).

Este tipo de pelo comparte una estructura básica constituida por tres capas (Fig. 5): (1) La cutícula, es la capa más externa del pelo y se caracteriza por presentar células escamosas aplanadas que cubren el tallo, denominadas *escamas cuticulares* dispuestas en diferentes patrones. Su configuración apunta desde el extremo proximal, hasta el extremo distal (Fig. 6A). (2) La corteza, es la capa intermedia del pelo, las células presentes son alargadas y fusiformes. Se encuentran compactadas, queratinizadas y, en su mayoría, pigmentadas (Fig. 6B). (3) La médula, es la capa más interna del pelo y consiste en células encogidas y queratinizadas que pueden separarse por espacios de aire (Fig. 6C) (Hicks, 1977; Amerasinghe, 1983; Chehébar y Martín, 1989; Teerink, 1991; Baca y Sánchez-Cordero, 2004; Moore *et al.*, 2004; Deedrick y Koch, 2004b; Valdez, 2014).

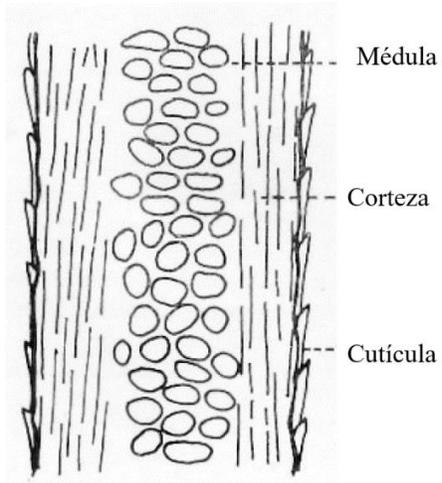


Figura 5. Esquema de un corte longitudinal de un pelo (Modificado de Chehébar y Martín, 1989).

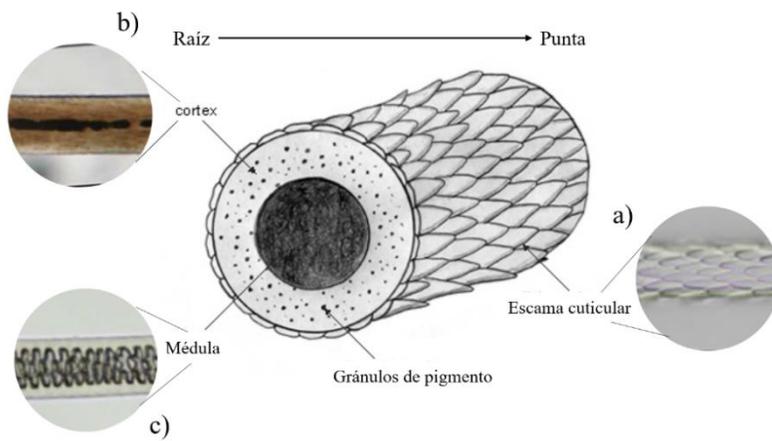


Figura 6. Esquema de un corte transversal de un pelo visto al microscopio. **A)** Células de la cutícula. **B)** Células pigmentadas de la corteza. **C)** Células de la médula. (Adaptado y modificado de Tridico *et al.*, 2014 y de http://www.ecobyte.com.au/using_.html)

1.6 Importancia del estudio del pelo de guardia

El pelo de guardia es el único que presenta patrones constantes y cambios particulares en la cutícula y en la médula entre especies (Juárez *et al.*, 2007; Valdez, 2014). Además, las regiones proximal, medial y distal se distinguen claramente (Chehébar y Martín, 1989; Baca y Sánchez-Cordero, 2004). Los cambios en los patrones de la cutícula y la médula, junto con características como la longitud y coloración y el ancho del pelo, permiten la identificación de las especies (Day, 1966; Moyo, 2008).

Estas diferencias observables en el pelo de guardia toman mayor importancia en la identificación de las especies cuando no se tienen otras partes del cuerpo para analizar, ya que el pelo es una estructura resistente, producto de la queratinización (Hausman, 1920; Benedict, 1957; Flores *et al.*, 2014). Muestras de pelos extraídos de pieles resguardadas en colecciones biológicas, muestras fecales, egagrópilas y de contenido gastrointestinal pueden permanecer sin modificaciones que comprometan su morfología, incluso después de haber estado expuestos a cambios extremos de calor y humedad (Teerink, 1991; Quadros y Monteiro, 1998; Knecht, 2012).

El aspecto general del pelo puede ser descrito con base en su longitud, diámetro y tonalidad. Las dos primeras características, aunque no ayudan a identificar especies, son útiles para descartar a ciertas especies de otras (Mayer, 1952). En cuanto a la tonalidad, se pueden observar diferentes tipos dependiendo de la distribución y densidad de gránulos de melanina, lo cual también es un complemento útil en la identificación de las especies (Moore *et al.*, 1974). Los patrones de tonalidad pueden ser tres: uniforme, cuando el pelo presenta un solo color; bicolor, cuando el pelo presenta dos colores distintos o tonos contrastados; y con bandas, cuando el pelo presenta tres o más zonas de distinto color (Valdez, 2014). Se ha expuesto que las regiones más útiles para identificar a las especies son los patrones cuticulares en la región proximal del tallo y los medulares en el escudo de los pelos de guardia (Quadros y Monteiro, 2006; Gómez y Cassini, 2010).

2. ANTECEDENTES

El estudio científico del pelo surgió a mediados del siglo XIX y se le conoce como tricología (Knecht, 2012). Algunos pioneros en el uso del microscopio como Marcelo Malpighi, Anton Von Leeuwenhoek y Robert Hooke observaron detalladamente pelos a través de sus lentes y quedaron asombrados, pues lograron distinguir diferentes formas y patrones (Stoves, 1957; Arita, 1985). Sin embargo, fue hasta el siglo XX que comenzaron las primeras comparaciones e identificaciones del pelo a partir de sus estructuras microscópicas (Amerasinghe, 1983). Uno de los primeros investigadores de las microestructuras del pelo como herramienta taxonómica fue el Dr. Leon Augustus Hausman (Benedict, 1957; Arita, 1985). Él describió la médula, la corteza, el pigmento y las escamas del pelo de algunas pieles comerciales y elaboró trabajos de identificación de 172 especies diferentes (Hausman, 1920, 1930).

Con el tiempo, la descripción microestructural del pelo ha sido motivo para la investigación en muchas partes del mundo. Las claves publicadas de identificación de mamíferos han servido de apoyo para el desarrollo de investigaciones regionales más complejas e interdisciplinarias, así como para la identificación de animales comercializados (Wildman, 1954; Appleyard, 1960). Cabe mencionar que, en México, el estudio del pelo con fines taxonómicos no está muy desarrollado (Monroy y Rubio, 1999, 2003), y muchas especies aún no cuentan con la caracterización de sus pelos de guardia.

En México, usar el pelo para identificar a especies de mamíferos que son traficadas de forma ilegal ha tomado importancia en los últimos años. De acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), el tráfico ilegal de vida silvestre no solo involucra a ejemplares vivos, sino también productos (partes no transformadas) y subproductos (partes transformadas) derivados de éstos (Zimmerman, 2003; SEMARNAT, 2013). Por su parte, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), colabora estrechamente a nivel internacional con la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) para establecer las regulaciones del comercio de especies (SEMARNAT, 2020; CONABIO, 2023). De acuerdo con la Base de datos de CITES sobre el comercio (CITES Secretariat and UNEP-WCMC, 2022), los órdenes de mamíferos que México

ha importado en los últimos 23 años son: Proboscidea, Artiodactyla, Carnivora, Primates, Perissodactyla, Pholidota, Pilosa, Rodentia, Tubulidentata y Cetacea. La PROFEPA realiza inspecciones en todos los niveles (extracción, transporte, acopio y comercialización) para controlar el tráfico ilegal de especies y es la autoridad responsable para decidir el destino de material decomisado, incluyendo colecciones biológicas en varias ocasiones (PROFEPA, 2010). Actualmente, las colecciones tienen el compromiso de resguardar los productos y/o subproductos. En caso de que se desconozca la especie del producto o subproducto, estudiar el pelo en las pieles de mamíferos puede brindar información suficiente para conocer su identificación. Así, es posible informar a las autoridades para proponer que se elaboren nuevos reglamentos referentes a la conservación de las especies.

Hoy en día, se han usado diferentes técnicas y tecnologías para estudiar el pelo y respaldar los trabajos previamente elaborados. Dos de estas herramientas son la microscopía electrónica de barrido (MEB) y la microscopía óptica, pues han sido de las principales técnicas en el análisis morfológico de esta estructura (Knecht, 2012). Al día de hoy, se han desarrollado distintas técnicas, por ejemplo, el reconocimiento automatizado de patrones de imagen para clasificar especies de mamíferos africanos, a partir de patrones de escala y secciones transversales del pelo como en el trabajo de Moyo (2005); y el sistema asistido llamado *HairSnap*, el cual clasifica a las especies a partir de una forma cuantitativa, basada en el análisis numérico y estadístico de los patrones del pelo de Foster *et al.* (2011). Las investigaciones a través del estudio del pelo son un foco de interés en diferentes áreas y aplicaciones. Por ejemplo, conocer las dietas de los animales (Williams, 1938; Stains, 1958; Day, 1966); conocer la identidad de animales en la medicina forense (Deedrick y Koch, 2004a, 2004b; Tridico, 2005); y confirmar la identificación de las especies de donde proceden los productos que se comercian (Hausman, 1920; Teerink, 1991), ya sea de manera legal o ilegal.

3. JUSTIFICACIÓN

La identificación de especies no solo resulta importante en el campo de la taxonomía y áreas afines de la biología, también se vuelve relevante en la investigación y monitoreo del tráfico ilegal. En el caso de los mamíferos, la identificación de especies ha sido posible gracias a la comparación macro y microscópica del pelo, carácter diagnóstico de esta clase de cordados. Tener un catálogo de pelo enfocado en las especies de mamíferos exóticos es de gran utilidad por muchas razones. No solo brinda una mejor visión sobre una de las diferencias específicas para identificar géneros y especies de mamíferos, también facilita y optimiza tiempo y recursos para la identificación de los ejemplares completos, productos y subproductos derivados. Por tal motivo, puede ser una herramienta de gran ayuda para aquellos sistemas enfocados en la vigilancia del cumplimiento de leyes que protegen nuestro medio ambiente, como PROFEPA y CITES. Además, este es el primer trabajo mexicano que reúne especies exóticas de mamíferos con dicha perspectiva. Existen otros enfoques que pueden darse a partir de la elaboración del presente trabajo. Cualquier persona podrá consultar la información, ya sea para estudios de campo, morfometría, genéticos, entre otros. Aquí se remarca la importancia de las colecciones biológicas y su resguardo controlado de especímenes. Queda por agregar que el método de identificación de especies a partir de la revisión morfológica del pelo es una técnica no invasiva para los ejemplares vivos.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Realizar un catálogo de pelo de mamíferos exóticos a partir de muestras de pelo de guardia dorsal de ejemplares resguardados en el Museo de Historia Natural y Cultura Ambiental (MHNCA), la Colección Nacional de Mamíferos (CNMA) y los zoológicos de la Ciudad de México.

4.2 Objetivos particulares

- Recopilar información micro y macroscópica de pelos de distintas especies de mamíferos exóticos.
- Identificar mediante análisis morfológicos del pelo a distintas especies de mamíferos exóticos, en especial aquellas vulnerables al tráfico ilegal.
- Elaborar un catálogo fotográfico digital de los pelos de mamíferos exóticos estudiados y ponerlo a disposición de cualquier persona interesada.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Selección de especies

Se hizo un listado de las especies de mamíferos exóticos presentes en dos colecciones biológicas, la CNMA del Instituto de Biología de la UNAM (IBUNAM), y la del MHNCA, así como en los tres zoológicos de la Ciudad de México: Chapultepec, Aragón y Los Coyotes. Esto fue a partir de visitas a las colecciones biológicas y solicitud al personal de la Dirección General de Zoológicos y Conservación de la Fauna Silvestre. Una vez definidas, las especies se consultaron en la Base de datos de comercio CITES (CITES Secretariat and UNEP-WCMC, 2022) para identificar si son blanco del tráfico ilegal y el principal objetivo de su comercialización. Además, se realizó una consulta en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2023) para asociar el estado de conservación a cada una de ellas. Todos los registros se almacenaron en una base de datos.

5.2 Recolecta y almacenamiento de muestras

Con los permisos necesarios de los curadores de las colecciones biológicas y el personal de la Dirección General de Zoológicos y Conservación de la Fauna Silvestre (Apéndice I), en el periodo de diciembre del 2020 a Julio del 2021, se colectaron muestras de pelo de guardia dorsal de mamíferos exóticos albergadas en colecciones biológicas y zoológicos de la Ciudad de México, específicamente de la CNMA del IBUNAM, la del MHNCA, el zoológico de Chapultepec, el zoológico Los Coyotes y zoológico de San Juan Aragón.

Las muestras fueron tomadas cuidadosamente de un solo sitio de la parte dorsal-interescapular de los ejemplares (Chehébar y Martín (1989); Quadros y Monteiro (2006); Gomez y Cassini (2010); y Knecht (2012) como estandarización para obtener mejores resultados (Adorjan y Kolenosky, 1969). En las colecciones biológicas, se utilizaron guantes y pinzas de disección para evitar dañar las pieles. En el caso de las muestras provenientes de los zoológicos, la recolecta de los pelos estuvo a cargo del personal de la Dirección General de Zoológicos y Conservación de la Fauna

Silvestre, de la Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) del Gobierno de la Ciudad de México. Las muestras fueron tomadas durante las revisiones de rutina, al realizar algún tipo de contención química o cuando ocurría algún fallecimiento.

Cada muestra analizada consistió en un grupo de tres a siete pelos de un mismo individuo, los cuales se colocaron en una bolsa pequeña de plástico con su respectiva etiqueta, la cual contenía la siguiente información: nombre común y científico de la especie, fecha de recoleta, sitio de procedencia y, en el caso de las colecciones biológicas, el número de catálogo.

5.3 Análisis del pelo

Análisis macroscópico. Con ayuda de un microscopio estereoscópico (Leica EZ4), se midió la longitud total del pelo de cada especie, promediando las mediciones de tres pelos. También se hizo un análisis cualitativo, describiendo la tonalidad del pelo con base en el número de bandas claras u oscuras (Valdez, 2014).

Análisis microscópico. Las muestras se dividieron en dos grupos para el análisis microscópico. El primer grupo correspondió al análisis cuticular, para la observación de la estructura externa del pelo, y el segundo al análisis medular, para la observación de la estructura interna.

En el análisis cuticular, para la observación de la morfología externa de los pelos, se utilizó la Microscopía Electrónica de Barrido (MEB; Homan y Genoways, 1978). Algunos pelos de cada muestra se cambiaron a tubos de vidrio pequeños, y se dejaron en agua con jabón por 24 horas. Posteriormente, se les aplicó fuerza mecánica para el desprendimiento de partículas contaminantes; a continuación, se colocaron en un sonicador (Branson, 2000) durante cinco minutos. Cada muestra se enjuagó con agua destilada y se sometió a la sonicación nuevamente. Al finalizar el tiempo, los pelos se colocaron en papel arroz para su secado, acelerando este proceso en una plancha de calor.

Una vez secas las muestras, se tomó un solo pelo y se hizo un corte en la región proximal. Los cortes se colocaron en porta-muestras de aluminio, sobre una cinta doble cara de carbono con su respectiva etiqueta. Después se introdujeron en un metalizador (Quorum Q150R-ES), donde se metalizaron para recubrirse con una fina capa de oro, durante dos ciclos de dos minutos cada uno.

Posteriormente, cada muestra se observó y fotografió en el microscopio electrónico de barrido (Hitachi, modelo SU1510), con la mejor escala para la visualización óptima de las células escamosas de la cutícula. Finalmente, con ayuda del software *Image Pro-Plus 7* (M.B. Mendoza, comunicación personal, 23 de junio de 2021), se midió la distancia entre las escamas, promediando cinco de ellas.

Respecto al análisis medular, fue necesario un aclaramiento del pelo para el reconocimiento de las células internas y el uso de la Microscopía Óptica Invertida (Sari y Arpacik, 2018). Las muestras se colocaron en tubos de vidrio con xilol durante aproximadamente 48 horas (adaptado de Pech *et al.*, 2009). Una vez transcurrido el tiempo, se realizaron cortes en la sección espatular del pelo, los cuales se montaron con bálsamo de Canadá, entre porta y cubreobjetos con su respectiva etiqueta y se llevaron a la plancha de calor para acelerar su secado. Tras el aclaramiento y secado, las células en la médula se observaron a través del Microscopio Óptico Invertido (OLYMPUS IX81) con el uso de una cámara (EvolutionMP). Con ayuda del software *Image Pro-Plus 7* (M.B. Mendoza, comunicación personal, 23 de junio de 2021), se fotografió la estructura interna de cada pelo y se hicieron mediciones del ancho total y medular, promediando cinco de ellas. Los análisis se llevaron a cabo en el Laboratorio de Microscopía y Fotografía de la Biodiversidad I del Instituto de Biología de la UNAM.

5.4 Descripción y clasificación de la morfología del pelo

Las descripciones de las estructuras cuticular y medular de los pelos de guardia se hicieron con base en el trabajo de Arita (1985) (Apéndice II). Dicho trabajo caracteriza la estructura externa a partir de la morfología de las escamas, tales como: el tipo de margen, la distancia marginal y el patrón de su configuración. Para la descripción de la distancia de los márgenes de las escamas se midieron y promediaron cinco mediciones de cinco escamas. Para evitar descripciones subjetivas de dichas distancias, se dividieron en tres intervalos. La distancia cercana abarcó medidas desde 0.1 μm a 8.9 μm ; la intermedia desde 9.0 μm a 17.9 μm ; y la lejana desde 18.0 μm a 26.9 μm . Para el análisis de la estructura interna, se describió el patrón celular en la médula y su ancho.

El catálogo fotográfico de los pelos de guardia de los mamíferos exóticos estudiados se encuentra en proceso de ser digitalizado a través de la galería virtual de imágenes IREKANI, del Instituto de Biología de la UNAM; y las preparaciones se ingresarán a la Colección Nacional de Mamíferos del IBUNAM, para que cualquier interesado pueda tener acceso a ellas.

6. RESULTADOS

Se obtuvo un total de 81 muestras, de las cuales, 11 proceden de la CNMA, 47 del MHNCA y 23 muestras de los tres zoológicos de la Ciudad de México: Chapultepec, Aragón y Los Coyotes (Apéndice III). Se analizó el pelo de guardia dorsal de 46 especies de mamíferos exóticos correspondientes a ocho órdenes, 19 familias y 40 géneros (Tabla 1). Los órdenes con mayor número de especies en este trabajo fueron Artiodactyla, Carnivora y Primates. De acuerdo con la Lista Roja de la IUCN (IUCN, 2023), 45 de estas especies se encuentran en alguna categoría de conservación y 12 de ellas han sido importadas en México de una manera ilegal (CITES Secretariat and UNEP-WCMC, 2022; Apéndice IV).

Tabla 1. Lista de especies exóticas albergadas en colecciones biológicas y zoológicos de la Ciudad de México utilizadas para la elaboración de un catálogo de identificación con base en el análisis de pelo de guardia.

Orden	Familia	Nombre común de la especie	Nombre científico de la especie
Diprotodontia	Macropodidae	Canguro gris oriental	<i>Macropus giganteus</i>
Pilosa	Choloepodidae	Perezoso de dos dedos	<i>Choloepus didactylus</i>
Dermoptera	Cynocephalidae	Colugo	<i>Galeopterus variegatus</i>
Chiroptera	Pteropodidae	Gran zorro volador de cuello rojo Murciélago frugívoro de Egipto	<i>Pteropus vampyrus</i> <i>Rousettus aegyptiacus</i>
Primates	Cebidae	Mono capuchino de cuernos	<i>Sapajus apella</i>
		Mono ardilla	<i>Saimiri sciureus</i>
		Mono capuchino cara blanca	<i>Cebus capucinus</i>
Primates	Lemuridae	Lémur cola anillada	<i>Lemur catta</i>
	Hominidae	Chimpancé	<i>Pan troglodytes</i>
		Orangután	<i>Pongo pygmaeus</i>
Carnivora	Hyaenidae	Hiena moteada	<i>Crocuta crocuta</i>
	Mustelidae	Glotón	<i>Gulo gulo</i>
	Ursidae	Panda gigante	<i>Ailuropoda melanoleuca</i>
		Oso pardo	<i>Ursus arctos</i>
		Oso polar	<i>Ursus maritimus</i>
Oso de anteojos		<i>Tremarctos ornatus</i>	
Canidae	Perro mapache	<i>Nyctereutes procyonoides</i>	

Orden	Familia	Nombre común de la especie	Nombre científico de la especie
		Zorro rojo	<i>Vulpes vulpes</i>
	Felidae	Guepardo	<i>Acinonyx jubatus</i>
		Caracal	<i>Caracal caracal</i>
		Tigre de bengala	<i>Panthera tigris</i>
		León africano	<i>Panthera leo</i>
		Leopardo	<i>Panthera pardus</i>
		Leopardo de las nieves	<i>Panthera uncia</i>
Perissodactyla	Equidae	Cebra de Grant	<i>Equus quagga</i>
	Rhinocerotidae	Rinoceronte negro	<i>Diceros bicornis</i>
Artiodactyla	Giraffidae	Jirafa	<i>Giraffa camelopardalis</i>
	Suidae	Jabalí euroasiático	<i>Sus scrofa</i>
		Facoquero	<i>Phacochoerus africanus</i>
	Bovidae	Ñu azul	<i>Connochaetes taurinus</i>
		Antílope Adax	<i>Addax nasomaculatus</i>
		Antílope nyala	<i>Tragelaphus buxtoni</i>
		Antílope Eland	<i>Tragelaphus oryx</i>
		Antílope sable	<i>Hippotragus niger</i>
		Antílope indio	<i>Antilope cervicapra</i>
		Cob acuático	<i>Kobus ellipsiprymnus</i>
Impala		<i>Aepyceros melampus</i>	
Nilgó	<i>Boselaphus tragocamelus</i>		
Redunca	<i>Redunca redunca</i>		
Camelidae	Dromedario	<i>Camelus dromedarius</i>	
	Camello	<i>Camelus bactrianus</i>	
Cervidae	Caribú	<i>Rangifer tarandus</i>	
	Venado sika	<i>Cervus nippon</i>	
	Alce	<i>Alces alces</i>	
	Gamo	<i>Dama dama</i>	

A continuación, se presentan generalidades de las especies estudiadas en este trabajo, junto con las descripciones macroscópicas y microscópicas de sus pelos, expuestas en tablas comparativas por familia. En dichas tablas se pueden encontrar las medidas de la longitud total promedio del

pelo (LT) en centímetros, el ancho promedio del mismo (AT) en micrómetros, el ancho medular promedio (AM) en micrómetros, y algunas descripciones cualitativas como tonalidad de la coloración (Arita, 1985; Monroy y Rubio, 1999), patrones cuticulares con base en las escamas y los patrones medulares con base en el arreglo celular (Arita, 1985). Las fichas informativas de cada especie junto con las imágenes de la estructura de sus pelos de guardia se encuentran en el Apéndice IV.

6.1 Infraclasse Marsupialia

6.1.1 Orden Diprotodontia

6.1.1.1 Familia Macropodidae

Este orden está representado por el canguro gris oriental (*Macropus giganteus*). Las características de los pelos de guardia de esta especie se resumen en la Tabla 2. El pelo del canguro gris oriental presenta una coloración bicolor, siendo las raíces de color claro y dejando al resto del pelo en una coloración oscura.

Tabla 2. Características del pelo de guardia del canguro gris oriental (*Macropus giganteus*). C - coloración clara, O - coloración oscura.

Característica	<i>Macropus giganteus</i>
AT (µm)	49.19
AM (µm)	27.907
LT (cm)	0.7
Tonalidad	C - O
Margen de escamas	Lisos
Distancia de escamas	Cercana
Patrón de escamas	Coronales adspresas, erosas
Ancho de las escamas (µm)	7.78
Tipo de médula	Escalonada uniserial

6.2 Infracalse Placentalia

6.2.1. Orden Pilosa

6.2.1.1 Familia Choloepodidae

Este orden está representado por el perezoso de dos dedos (*Choloepus didactylus*). Las características de los pelos de guardia de esta especie se resumen en la Tabla 3. El pelo de guardia del perezoso de dos dedos presenta tres bandas visibles, siendo las raíces y las puntas claras y la parte media oscura.

Tabla 3. Características del pelo de guardia del perezoso de dos dedos (*Choloepus didactylus*). C - coloración clara, O - coloración oscura.

Característica	<i>Choloepus didactylus</i>
Diámetro total (μm)	142.45
Diámetro medular (μm)	113.68
Longitud total (cm)	9.96
Tonalidad	C – O - C
Margen de escamas	Rizados
Distancia de escamas	Intermedia
Patrón de escamas	Imbricadas ondulado irregular
Ancho de las escamas (μm)	12.79
Tipo de médula	Continua amorfa

6. 2. 2 Orden Dermoptera

6.2.2.1 Familia Cynocephalidae

Este orden está representado por el colugo (*Galeopterus variegatus*). Las características de los pelos de guardia de esta especie se resumen en la Tabla 4. El pelo de guardia promedio de un colugo cuenta con una coloración homogéneamente clara.

Tabla 4. Características del pelo de guardia del colugo (*Galeopterus variegatus*). C - coloración clara.

Característica	<i>Galeopterus variegatus</i>
Diámetro total (μm)	17.556
Diámetro medular (μm)	7.226
Longitud total (cm)	1.1
Tonalidad	C
Margen de escamas	Lisos
Distancia de escamas	Intermedia
Patrón de escamas	Coronales divergentes - emarginadas
Ancho de las escamas (μm)	9.76
Tipo de médula	Continua con celdillas

6. 2. 3 Orden Chiroptera

6.2.3.1 Familia Pteropodidae

Este orden está representado por el gran zorro volador de cuello rojo (*Pteropus vampyrus*) y el murciélago frugívoro de Egipto (*Rousettus aegyptiacus*). Las características de los pelos de guardia de ambas especies se resumen en la Tabla 5. El pelo de guardia promedio del gran zorro volador de cuello rojo presenta una tonalidad bicolor, siendo la raíz y la parte media claras y las puntas oscuras. El pelo de guardia del murciélago frugívoro de Egipto es más corto y su tonalidad es completamente clara sin presencia de bandas.

Tabla 5. Características del pelo de guardia de la familia Pteropodidae. C - coloración clara, O - coloración oscura.

Característica	<i>Pteropus vampyrus</i>	<i>Rousettus aegyptiacus</i>
Diámetro total (μm)	42.39	13.38
Diámetro medular (μm)	21.9075	-
Longitud total (cm)	1.7	0.626
Tonalidad	C - O	C
Margen de escamas	Lisos	Lisos
Distancia de escamas	Intermedia	Intermedia
Patrón de escamas	Coronales - adpresas, astadas asimétricas	Coronales - divaricadas, astadas simétricas
Ancho de las escamas (μm)	14.7	12.762
Tipo de médula	Continua con celdillas	Ausente

6. 2. 4 Orden Primates

6.2.4.1 Familia Cebidae

Las características de los pelos de guardia de los tres cébidos se muestran en la Tabla 6. El pelo promedio del mono capuchino de cuernos (*Sapajus apella*) presenta una tonalidad bicolor, pero sin bandas visibles, sino una difuminación de claro en la raíz a oscuro en la punta. El pelo del mono ardilla (*Saimiri sciureus*) es el que presenta la menor longitud total promedio de las tres especies. Su tonalidad se divide en siete bandas notoriamente marcadas, alternando el color claro y oscuro. Por último, el pelo del mono capuchino cara blanca (*Cebus capucinus*) posee una tonalidad completamente oscura.

Tabla 6. Características del pelo de guardia de la familia Cebidae. C - coloración clara, O - coloración oscura.

Característica	<i>Sapajus apella</i>	<i>Saimiri sciureus</i>	<i>Cebus capucinus</i>
Diámetro total (μm)	95.78	78.64	58.89
Diámetro medular (μm)	55.63	33.11	17.32
Longitud total (cm)	3.5	2.5	2.9
Tonalidad	C - O	C - O - C - O - C - O - C	O
Margen de escamas	Crenados	Crenados	Crenados
Distancia de escamas	Cercana	Intermedia	Cercana
Patrón de escamas	Imbricadas - ondulado regular	Imbricadas - ondulado irregular	Imbricadas - ondulado regular
Ancho de las escamas (μm)	8.0244	12.11	6.8725
Tipo de médula	Escalonada uniserial	Continua con celdillas	Continua con celdillas

6.2.4.2 Familia Lemuridae

Las características de los pelos de guardia del lemúrido se resumen en la Tabla 7. El pelo promedio del lémur cola anillada (*Lemur catta*) cuenta con una tonalidad de tres bandas, siendo la raíz y la punta oscuras y la parte media clara.

Tabla 7. Características del pelo de guardia del lémur cola anillada (*Lemur catta*). C - coloración clara, O - coloración oscura.

Característica	<i>Lemur catta</i>
Diámetro total (μm)	38.77
Diámetro medular (μm)	24.966
Longitud total (cm)	3.4
Tonalidad	O – C - O
Margen de escamas	Lisos
Distancia de escamas	Intermedia
Patrón de escamas	Coronales - divergentes, astadas asimétricas
Ancho de las escamas (μm)	14.86
Tipo de médula	Escalonada multiserial

6.2.4.3 Familia Hominidae

Las características de los pelos de guardia de los dos homínidos se muestran en la Tabla 8. El pelo del chimpancé (*Pan troglodytes*) presenta una tonalidad oscura homogénea. Por otra parte, el pelo del orangután (*Pongo pygmaeus*) es mucho más largo que el del chimpancé. Su tonalidad es homogénea oscura de color rojizo.

Tabla 8. Características del pelo de guardia de la familia Hominidae. O - coloración oscura.

Característica	<i>Pan troglodytes</i>	<i>Pongo pygmaeus</i>
Diámetro total (μm)	124.79	179.11
Diámetro medular (μm)	106.28	44.84
Longitud total (cm)	2.9	9.6
Tonalidad	O	O
Margen de escamas	Crenados	-
Distancia de escamas	Cercana	-
Patrón de escamas	Imbricadas - ondulado regular	-
Ancho de las escamas (μm)	8.20	-
Tipo de médula	Vacuolada	Continua amorfa

6.2.5 Orden Carnivora

6.2.5.1 Familia Hyaenidae

Las características de los pelos de esta familia se muestran en la Tabla 9. El pelo de guardia promedio de la hiena moteada (*Crocuta crocuta*) presenta dos tipos de coloración. Aunque todos claros y homogéneos, algunos son blancos y otros naranjas.

Tabla 9. Características del pelo de guardia de la hiena moteada (*Crocuta crocuta*). C - coloración clara.

Característica	<i>Crocuta crocuta</i>
Diámetro total (μm)	100.708
Diámetro medular (μm)	12.91
Longitud total (cm)	2.6
Tonalidad	C
Margen de escamas	Crenados
Distancia de escamas	Cercana
Patrón de escamas	Imbricadas - ondulado irregular
Ancho de las escamas (μm)	5.82
Tipo de médula	Fragmentada

6.2.5.2 Familia Mustelidae

Las características de los pelos de guardia del mustélido estudiado se muestran en la Tabla 10. El pelo del glotón (*Gulo gulo*) presenta tres bandas. La raíz y la punta son claras y en la parte media presenta una coloración oscura de color rojiza.

Tabla 10. Características del pelo de guardia del glotón (*Gulo gulo*). C - coloración clara, O - coloración oscura.

Característica	<i>Gulo gulo</i>
Diámetro total (μm)	132.77
Diámetro medular (μm)	72.087
Longitud total (cm)	3.55
Tonalidad	C – O - C
Margen de escamas	Crenados
Distancia de escamas	Cercana
Patrón de escamas	Imbricadas - ondulado irregular
Ancho de las escamas (μm)	8.74
Tipo de médula	Continua vacuolar

6.2.5.3 Familia Ursidae

Las características de los pelos de guardia de los cuatro úrsidos se resumen en la Tabla 11. El pelo promedio del panda gigante (*Ailuropoda melanoleuca*) es bicolor, con dos bandas visibles, la raíz clara y el resto del pelo oscuro. El pelo del oso pardo (*Ursus arctos*) es el más largo de las cuatro especies de úrsidos. Su tonalidad es bicolor, mientras que la mayoría del pelo es oscuro, las puntas son claras. Por otra parte, el pelo del oso polar (*U. maritimus*) es completamente claro. Finalmente, el pelo del oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*) tiene cuatro bandas intercalando el color claro y oscuro, de la raíz a la punta.

Tabla 11. Características del pelo de guardia de la familia Ursidae. C - coloración clara, O - coloración oscura.

Característica	<i>Ailuropoda melanoleuca</i>	<i>Ursus arctos</i>	<i>Ursus maritimus</i>	<i>Tremarctos ornatus</i>
Diámetro total (µm)	56.536	84.99	102.86	128.77
Diámetro medular (µm)	37.07	69.78	32.397	108.83
Longitud total (cm)	2.4	5.15	3.83	4.4
Tonalidad	C - O	O - C	C	C - O - C - O
Margen de escamas	Crenados	Crenados	Crenados	Crenados
Distancia de escamas	Intermedia	Lejana	Intermedia	Intermedia
Patrón de escamas	Imbricadas - ondulado irregular	Imbricadas - ondulado irregular	Imbricadas - ondulado irregular	Imbricadas - ondulado irregular
Ancho de las escamas (µm)	9.24	21.859	14.81	11.4297
Tipo de médula	Continua amorfa	Continua con celdillas	Continua con celdillas	Continua amorfa

6.2.5.4 Familia Canidae

Las características de los pelos de guardia de los dos cánidos se muestran en la Tabla 12. El pelo promedio del perro mapache (*Nyctereutes procyonoides*) presenta una tonalidad con tres bandas, en donde la raíz y la punta son de color oscuro y la parte media claro. Por su parte, el pelo del zorro rojo (*Vulpes vulpes*) presenta una coloración dispuesta en tres bandas, la raíz es completamente oscura, la parte media es oscura, pero con tono rojizo y la punta es clara.

Tabla 12. Características del pelo de guardia de la familia Canidae. C - coloración clara, O - coloración oscura.

Característica	<i>Nyctereutes procyonoides</i>	<i>Vulpes vulpes</i>
Diámetro total (μm)	122.06	48.129
Diámetro medular (μm)	75.356	26.29
Longitud total (cm)	5.5	4.2
Tonalidad	O – C - O	O – O - C
Margen de escamas	Crenados	Crenados
Distancia de escamas	Intermedia	Cercana
Patrón de escamas	Coronales - divergentes, crenadas irregulares	Imbricadas - ondulado irregular
Ancho de las escamas (μm)	10.82	6.26
Tipo de médula	Continua amorfa	Escalonada multiserial

6.2.5.5 Familia Felidae

Las características de los pelos de guardia de los seis félidos se resumen en la Tabla 13. Todos presentan escamas con márgenes crenados. El pelo promedio del guepardo (*Acinonyx jubatus*) presenta una tonalidad bicolor. La punta es oscura y el resto de un color claro amarillento. Al igual que el pelo del caracal (*Caracal caracal*) que tiene dos tonalidades, la raíz clara y la punta oscura. El pelo del tigre de bengala (*Panthera tigris*) se describe con una tonalidad bicolor, siendo la raíz clara y el resto de color negro. El pelo del león africano (*P. leo*) tiene tres bandas visibles, raíz y punta oscuras y parte media clara. Por otra parte, el pelo del leopardo (*P. pardus*) presenta dos tipos de tonalidades, unos claros por completo y otros oscuros de manera homogénea. Finalmente, el pelo del leopardo de las nieves (*P. uncia*) es el más largo de los félidos estudiados en este trabajo. Su tonalidad muestra tres bandas, siendo la raíz y la punta claras y la parte media oscura.

Tabla 13. Características del pelo de guardia de la familia Felidae. C - coloración clara, O - coloración oscura.

Característica	<i>Acinonyx jubatus</i>	<i>Caracal caracal</i>	<i>Panthera tigris</i>	<i>Panthera leo</i>	<i>Panthera pardus</i>	<i>Panthera uncia</i>
Diámetro total (µm)	94.61	121.83	62.26	111.97	48.31	99.29
Diámetro medular (µm)	56.106	90.61	38.915	66.43	15.865	35.234
Longitud total (cm)	3	2.25	2.28	2.8	1.78	4.4
Tonalidad	C - O	C - O	C - O	O - C - O	C O	C - O - C
Margen de escamas	Crenados	Crenados	Crenados	Crenados	Crenados	Crenados
Distancia de escamas	Intermedia	Cercana	Intermedia	Cercana	Intermedia	Cercana
Patrón de escamas	Coronales-adpresas, erosas	Imbricadas-ondulado regular	Coronales-adpresas, crenadas	Imbricadas-ondulado regular	Imbricadas-ondulado regular	Imbricadas-en V sencillo
Ancho de las escamas (µm)	9.76	6.4788	11.4	7.457	9.533	7.7437
Tipo de médula	Continua amorfa	Continua vacuolar	Continua vacuolar	Continua amorfa	Continua con celdillas	Continua amorfa

6.2.6 Orden Perissodactyla

6.2.6.1 Familia Equidae

Las características de los pelos de la familia Equidae se muestran en la Tabla 14. El pelo de la cebra de Grant (*Equus quagga*) presenta dos tipos diferentes de tonalidad. Algunos pelos tienen la raíz oscura y el resto claro; mientras otros tienen la raíz clara y el resto es oscuro.

Tabla 14. Características del pelo de guardia de la cebra de Grant (*Equus quagga*). C - coloración clara, O - coloración oscura.

Característica	<i>Equus quagga</i>
Diámetro total (μm)	101.88
Diámetro medular (μm)	71.36
Longitud total (cm)	3.3
Tonalidad	O - C C - O
Margen de escamas	Rizados
Distancia de escamas	Intermedia
Patrón de escamas	Imbricadas - ondulado irregular
Ancho de las escamas (μm)	9.12
Tipo de médula	Continua amorfa

6.2.6.2 Familia Rhinocerotidae

Las características de los pelos de la familia Rhinocerotidae se encuentran resumidas en la Tabla 15. Los pelos del rinoceronte negro (*Diceros bicornis*) presentan una tonalidad marrón oscura.

Tabla 15. Características del pelo de guardia del rinoceronte negro (*Diceros bicornis*). O - coloración oscura.

Característica	<i>Diceros bicornis</i>
Diámetro total (μm)	77.39
Diámetro medular (μm)	50.37
Longitud total (cm)	0.6
Tonalidad	O
Margen de escamas	Crenados
Distancia de escamas	Cercana
Patrón de escamas	Imbricadas - ondulado regular
Ancho de las escamas (μm)	8.6069
Tipo de médula	Continua amorfa

6.2.7 Orden Artiodactyla

6.2.7.1 Familia Giraffidae

Las características de los pelos de la familia Giraffidae se muestran en la Tabla 16. El pelo de la jirafa (*Giraffa camelopardalis*) presenta dos tonalidades, la raíz es clara y el resto de un color más oscuro.

Tabla 16. Características del pelo de guardia de la jirafa (*Giraffa camelopardalis*). C - coloración clara, O - coloración oscura.

Característica	<i>Giraffa camelopardalis</i>
Diámetro total (μm)	105.4
Diámetro medular (μm)	68.311
Longitud total (cm)	5.25
Tonalidad	C - O
Margen de escamas	Crenados
Distancia de escamas	Intermedia
Patrón de escamas	Imbricadas - ondulado irregular
Ancho de las escamas (μm)	14.95
Tipo de médula	Continua amorfa

6.2.7.2 Familia Suidae

Las características de los pelos de la familia Suidae se encuentran resumidas en la Tabla 17. El pelo del jabalí euroasiático (*Sus scrofa*) presenta dos tipos diferentes de tonalidad. Algunos pelos son claros, mientras otros son rojizos en su totalidad. El pelo del facoquero (*Phacochoerus africanus*) presenta una tonalidad marrón oscura.

Tabla 17. Características del pelo de guardia de la familia Suidae. C - coloración clara, O - coloración oscura.

Característica	<i>Sus scrofa</i>	<i>Phacochoerus africanus</i>
Diámetro total (µm)	111.96	166.21
Diámetro medular (µm)	38.75	89.05
Longitud total (cm)	1.6	5
Tonalidad	C O	O
Margen de escamas	Crenados	-
Distancia de escamas	Intermedia	-
Patrón de escamas	Imbricadas - ondulado irregular	-
Ancho de las escamas (µm)	12.007	-
Tipo de médula	Continua vacuolar	Continua amorfa

6.2.7.3 Familia Bovidae

Las características de los pelos de guardia de los diez bóvidos incluidos en este estudio se resumen en las Tablas 18a y 18b. El pelo del ñu azul (*Connochaetes taurinus*) puede ser de dos tonos, mientras unos pelos son oscuros en su totalidad, otros son claros. El pelo del antílope Adax (*Addax nasomaculatus*) presenta pelos totalmente claros. Por otra parte, el pelo del antílope nyala (*Tragelaphus buxtoni*) es completamente oscuro, el del antílope Eland (*Tragelaphus oryx*) presenta coloraciones claras, el del antílope sable (*Hippotragus niger*) tiene coloraciones oscuras y el pelo del antílope indio (*Antelope cervicapra*) presenta una tonalidad bicolor, en el que la punta es clara mientras el resto del pelo es oscuro. El pelo del cob acuático (*Kobus ellipsiprymnus*) presenta una tonalidad una tonalidad marrón oscuro. El pelo del impala (*Aepyceros melampus*) presenta una coloración rojiza oscura. El pelo del nilgó (*Boselaphus tragocamelus*) tiene una tonalidad clara en la punta y oscura en el resto del pelo. Finalmente, el pelo del redunca (*Redunca redunca*) presenta una tonalidad bicolor, pero oscura en su mayoría, donde la punta del pelo es negra mientras el resto es de un tono rojizo oscuro.

Tabla 18a. Características del pelo de guardia de la familia Bovidae (Primera parte). C - coloración clara, O - coloración oscura.

Característica	<i>Connochaetes taurinus</i>	<i>Addax nasomaculatus</i>	<i>Tragelaphus buxtoni</i>	<i>Tragelaphus oryx</i>	<i>Hippotragus niger</i>
Diámetro total (µm)	179.90	400.90	94.37	114.33	150.15
Diámetro medular (µm)	89.391	314.89	63.85	74.18	133.33
Longitud total (cm)	6	0.2	0.5	3.5	7.45
Tonalidad	O C	C	O	C	O
Margen de escamas	Rizados	Rizados	Crenados	Rizados	Rizados
Distancia de escamas	Intermedia	Intermedia	Intermedia	Intermedia	Intermedia
Patrón de escamas	Imbricadas - ondulado irregular	Imbricadas - ondulado irregular	Coronales - adpresas, crenadas irregulares	Imbricadas - mosaico ondulado	Imbricadas - ondulado irregular

Característica	<i>Connochaetes taurinus</i>	<i>Addax nasomaculatus</i>	<i>Tragelaphus buxtoni</i>	<i>Tragelaphus oryx</i>	<i>Hippotragus niger</i>
Ancho de las escamas (µm)	10.21	10.80	9.87	9.77	10.28
Tipo de médula	Continua vacuolar	Continua con celdillas	Continua amorfa	Continua vacuolar	Continua amorfa

Tabla 18b. Características del pelo de guardia de la familia Bovidae (Segunda parte). C - coloración clara, O - coloración oscura.

Característica	<i>Antilope cervicapra</i>	<i>Kobus ellipsiprymnus</i>	<i>Aepyceros melampus</i>	<i>Boselaphus tragocamelus</i>	<i>Redunca redunca</i>
Diámetro total (µm)	143.9	170.67	115.94	212.28	107.51
Diámetro medular (µm)	107.75	110.83	83.83	179.27	80.98
Longitud total (cm)	1.35	2.3	1.8	3.1	1.9
Tonalidad	C - O	O	O	C - O	O - O
Margen de escamas	Crenados	Rizados	Lisos	Crenados	Crenados
Distancia de escamas	Intermedia	Intermedia	Lejana	Cercana	Intermedia
Patrón de escamas	Imbricadas - ondulado irregular	Imbricadas - ondulado irregular	Imbricadas - mosaico ondulado	Imbricadas - ondulado irregular	Imbricadas - ondulado irregular
Ancho de las escamas (µm)	10.68	10.48	19.42	7.29	11.003
Tipo de médula	Continua vacuolar	Continua vacuolar	Continua amorfa	Continua amorfa	Continua vacuolar

6.2.7.4 Familia Camelidae

Las características de los pelos de guardia de los dos camélidos se muestran en la Tabla 19. El pelo del dromedario (*Camelus dromedarius*) presenta una tonalidad con dos bandas, en donde la raíz es de color oscuro y el resto es claro. Por su parte, el pelo del camello (*Camelus bactrianus*) presenta una coloración clara en la raíz y rojiza en el resto del pelo.

Tabla 19. Características del pelo de guardia de la familia Camelidae. C - coloración clara, O - coloración oscura.

Característica	<i>Camelus dromedarius</i>	<i>Camelus bactrianus</i>
Diámetro total (μm)	68.14	135.68
Diámetro medular (μm)	33.485	66.67
Longitud total (cm)	4.9	7.0
Tonalidad	O - C	C - O
Margen de escamas	Crenados	Crenados
Distancia de escamas	Intermedia	Intermedia
Patrón de escamas	Imbricadas - en V sencillo	Imbricadas - mosaico ondulado
Ancho de las escamas (μm)	9.37	10.1178
Tipo de médula	Continua vacuolar	Continua amorfa

6.2.7.5 Familia Cervidae

Las características de los pelos de guardia de los cérvidos se muestran en la Tabla 20. El pelo del caribú (*Rangifer tarandus*) presenta una coloración completamente clara. El pelo del venado sika (*Cervus nippon*) presenta una tonalidad oscura. Por su parte, los pelos del alce (*Alces alces*) presentan dos tipos de coloraciones, mientras que algunos pelos son totalmente claros, algunos son completamente oscuros. Por último, el pelo del gamo (*Dama dama*) presenta una coloración completamente clara.

Tabla 20. Características del pelo de guardia de la familia Cervidae. C - coloración clara, O - coloración oscura.

Característica	<i>Rangifer tarandus</i>	<i>Cervus nippon</i>	<i>Alces alces</i>	<i>Dama dama</i>
Diámetro total (μm)	131.69	103.29	237.90	55.507
Diámetro medular (μm)	117.60	66.20	210.50	46.12
Longitud total (cm)	2.5	2.9	2.85	1.45
Tonalidad	C	O	C O	C
Margen de escamas	Lisos	Crenados	Lisos	Crenados
Distancia de escamas	Lejana	Intermedia	Lejana	Intermedia
Patrón de escamas	Imbricadas - pétalo regular	Imbricadas - ondulado irregular	Imbricadas - mosaico ondulado	Imbricadas - ondulado regular
Ancho de las escamas (μm)	22.07	11.89	22.89	12.2373
Tipo de médula	Rejilla continua	Rejilla continua	Rejilla continua	Rejilla continua

7. DISCUSIÓN

A partir del análisis del pelo de guardia fue posible la caracterización e identificación de las 46 especies estudiadas en este trabajo. El catálogo aquí presentado puede ser de ayuda para cualquier situación en donde se requiera conocer la morfología cuticular y medular de los pelos de guardia de mamíferos exóticos que por algún motivo se introdujeron a nuestro país, e incluso para países en donde son fauna nativa.

De acuerdo con la Base de datos de la Sociedad Americana de Mastozoólogos (ASM, 2023), actualmente existen dos especies de canguros del género *Macropus*. La especie de canguro estudiada, *Macropus giganteus*, sólo estaba identificada a nivel de género en la colección biológica del Museo de Historia Natural y Cultura Ambiental. Sin embargo, a través de la guía de Taylor (1985) sobre mamíferos de Tasmania, se pudo conocer su especie por datos como el color y la medida del diámetro del pelo de guardia. La cutícula y médula en el pelo de *M. giganteus* no habían sido analizadas ni fotografiadas anteriormente.

El patrón cuticular del pelo de *Choloepus didactylus*. es de tipo imbricado-ondulado irregular, tal como lo describen Ajala y Monteiro (2016). Además, se corrobora que los pelos de guardia del perezoso de dos dedos se pueden reconocer fácilmente porque presentan surcos longitudinales en la parte medial del pelo (Ajala y Monteiro, 2016). De acuerdo con Wujek y Coccuzza (1986), estos surcos se habían descrito con anterioridad en otra especie de perezoso (*C. hoffmanni*), por lo que podrían ser diagnósticos del género *Choloepus*.

El patrón cuticular y medular del pelo de guardia de *Galeopterus variegatus* no había sido analizado ni mostrado anteriormente. Este es el primer trabajo que presenta la micromorfología de su pelo de guardia.

Las dos especies de la familia Pteropodidae, *Pteropus vampyrus* y *Rousettus aegyptiacus*, presentan diferencias cualitativas y cuantitativas en sus pelos de guardia. El pelo de *P. vampyrus* presenta un diámetro considerablemente mayor (42.39 μm) que el de *R. aegyptiacus* (13.38 μm). Se encuentran similitudes en la morfología de la cutícula, por ejemplo, en ambas especies las escamas presentan márgenes lisos y están a una distancia intermedia entre ellas. A pesar de que ambos tipos de escamas presentan un patrón coronal, las de *P. vampyrus* se encuentran más cercanas al tallo del pelo (adpresas), con forma astada asimétrica, mientras que las de *R.*

aegyptiacus están más alejadas del tallo principal (divaricadas) y tienen forma astada simétrica. Albayrak y Çoban (1997) analizaron el pelo de mamíferos de Turquía y muestran patrones cuticulares del pelo de guardia de *R. aegyptiacus* idénticos a los mostrados en este trabajo, pero no hay estudios previos que analicen el pelo de *P. vampyrus*.

Una de las características diagnósticas del pelo de los quirópteros es que carecen de médula (Benedict, 1957; Arita, 1985; Baca y Sánchez-Cordero, 2004). Sin embargo, en este trabajo, el pelo de *P. vampyrus* presentó una médula muy notoria. Flores *et al.* (2014), analizaron dos especies de murciélagos de la familia Pteropodidae y en ambas se observa claramente una médula. Por ello, la ausencia de la médula no es característica de todas las especies del orden Chiroptera. Es necesario el estudio general de la médula en más especies de esta familia de quirópteros para saber qué otras especies presentan esta condición e investigar si existe una relación con el tamaño de los murciélagos o es por la historia evolutiva.

De las tres familias de Primates con las que se trabajó, Cebidae, Lemuridae y Hominidae, sus pelos de guardia no habían sido descritos previamente a pesar de que es uno de los órdenes más traficados a nivel mundial (CITES Secretariat and UNEP-WCMC, 2022). De manera general, al comparar las tres familias, los pelos de guardia de los homínidos son los más gruesos. Dentro de la familia Cebidae, los pelos de las tres especies estudiadas comparten ciertas características, como el diámetro medular que es directamente proporcional al diámetro total. Además, las escamas en la parte externa presentan márgenes crenados, aunque la distancia entre ellas es diferente. Algunas características distinguibles están, por ejemplo, relacionadas con la parte interna. *Saimiri sciureus* y *Cebus capucinus* presentan médulas continuas con celdillas, a diferencia de *Sapajus apella* que tiene una médula escalonada uniserial. Quadros (2002) describe la médula de *S. apella* como discontinua uniseriala, porque a pesar de que se ve una serie de células en el centro del pelo, presenta septos de la corteza que interceptan estas células medulares. Este patrón se aprecia en la fotografía de la médula del pelo de esta especie, sólo que Arita (1985) la llama escalonada uniserial. A pesar de que los pelos de *S. apella* y *C. capucinus* presentan muchas similitudes, el patrón medular y el diámetro de sus pelos son características relevantes para diferenciarlas. Por último, la tonalidad en los pelos de las tres especies se suma a las diferencias que presentan entre ellas, ya que varían. El pelo de *C. capucinus* presenta una coloración homogéneamente oscura, el

de *S. apella* muestra una difuminación constante de claro a oscuro y el de *S. sciureus* posee siete bandas alternadas.

Las características que pudieron estudiarse en los pelos de las dos especies de la familia Hominidae, *Pan troglodytes* y *Pongo pygmaeus* fueron la médula y algunos caracteres cuantitativos. A pesar de que la cutícula en *P. troglodytes* se muestra sin ninguna alteración, la de *P. pygmaeus* se observa totalmente lisa sin presencia de escamas. Si bien el pelo es una estructura resistente de manera general (Teerink, 1991), pueden existir factores externos que modifiquen las estructuras morfológicas. No se encontró algún estudio previo en donde se describan los patrones cuticulares y medulares de estas especies. No obstante, por las características descritas en el presente trabajo, a pesar de ambas especies presentan pelos con médulas continuas, la de *P. troglodytes* es vacuolada y la de *P. pygmaeus* es amorfa. Otro factor para tomar en cuenta es que tanto la longitud como el diámetro medular son notablemente diferentes. *P. pygmaeus* presenta pelos de mayor longitud (9.6 cm) en comparación con los de *P. troglodytes* (2.9 cm). Así mismo, *P. troglodytes* presenta un diámetro medular mayor (106.28 μm) que el *P. pygmaeus* (44.84 μm), a pesar de que *P. troglodytes* presente un diámetro total menor.

Debido a que el orden Carnivora contiene muchas especies, existen distintas formas y patrones que distinguen a sus pelos (Ballet, 2018). Si bien, existen algunas similitudes entre los pelos de los mamíferos provenientes de las cinco familias registradas en el presente estudio, la mayoría presenta diferencias importantes entre las especies. La única característica compartida entre estas familias de carnívoros es que las escamas en la cutícula presentan márgenes crenados. En cuanto a *Crocuta crocuta*, sus patrones de escamas en la cutícula en la parte medial son idénticos a los expuestos en el trabajo de Wade (2016). Respecto a las células en la médula, los resultados de este trabajo concuerdan con los que Wade (2016) propone como la región distal del pelo, por lo que se sugiere la realización de más estudios para conocer los patrones celulares de la médula a lo largo del pelo de guardia.

A pesar de que la familia Mustelidae es altamente estudiada, la micromorfología del pelo de guardia de *Gulo gulo* no había sido previamente fotografiada ni descrita. En este trabajo se describen la cutícula y médula, del pelo de guardia dorsal. Las mismas, se observan diferentes que en otras especies de mustélidos que han sido examinados en trabajos como los de Juárez *et al.*,

(2007) y Lee *et al.* (2014). Se sugiere el desarrollo de más trabajos que analicen estas estructuras del pelo de guardia de esta especie.

Los pelos de guardia de las cuatro especies analizadas de la familia Ursidae, poseen un patrón de escamas imbricado de tipo ondulado irregular. Con relación a las células en la médula, hay dos patrones, continua amorfa y continua con celdillas. Las especies del género *Ursus*, se pudieron distinguir gracias a más características descritas en este trabajo. Las escamas de *U. arctos* se encuentran a una distancia más lejana unas de otras (21.859 μm) que las de *U. maritimus* (14.81 μm). Además, el diámetro total y medular es mayor en *U. arctos*. Finalmente, la coloración del pelo de *U. arctos* es bicolor, mientras que en *U. maritimus* se vio uniforme. Albayrak y Çoban (1997) presentan las escamas en la parte medial de un pelo de *U. arctos*. El patrón que se muestra no se parece al patrón descrito en este trabajo. Sin embargo, Ballet (2018) mostró un pelo de guardia de la misma especie en la región proximal y, efectivamente, corresponden con los patrones presentados en este trabajo. Por lo que, para hacer una comparación de este tipo, se sugiere estandarizar la región del pelo, para evitar diferencias debidas al método y no las relacionadas con las especies. Por otra parte, Sari y Arpacik (2018) muestran la médula del pelo de *U. arctos*, cuyo patrón es muy similar al que se presenta en este trabajo.

El pelo de guardia de *U. maritimus* muestra una médula bien definida, lo cual apoya el trabajo de Tridico *et al.* (2014), ya que refuta la propuesta de Morioka (2005), de que los osos polares carecen de médula. Tridico *et al.* (2014) mencionan que a veces, debido al tipo de luz transmitida que se utiliza en la microscopía óptica, el pelo se puede ver traslúcido y aparentemente sin médula, debido a que las células medulares y los espacios de aire pueden ser llenados con el xilol. Esto no afectó al pelo de *U. maritimus*, pero posiblemente sea la causa por la que no se distinguen claramente las células de la médula del pelo de *Ailuropoda melanoleuca*.

En cuanto a la familia Canidae, el pelo de *Nyctereutes procyonoides* ya ha sido analizado anteriormente, pero los resultados son diferentes en cada uno de los trabajos (Teerink, 1991; Lee *et al.*, 2014). Las descripciones de las escamas cuticulares de este trabajo no coinciden con ninguno de los trabajos pasados. Los resultados obtenidos se parecen a los que Teerink (1991) describió para un bajo pelo de *N. procyonoides*, por lo que se sugiere tomar más muestras y analizar de nuevo el pelo. Sin embargo, las células medulares descritas previamente por Teerink (1991) sí corresponden con las observadas en este trabajo, en donde la médula ocupa la mayor parte del

ancho del pelo. La única diferencia es que no se lograron aclarar adecuadamente y sólo se ve una forma amorfa, tal y como lo presentan Lee *et al.* (2014) para los pelos de guardia. Se sugieren más estudios del pelo de guardia de *N. procyonoides* para abordar estas diferencias. Cabe destacar que en el trabajo de Lee *et al.* (2014) no se usó ninguna sustancia para decolorar el pelo y, a diferencia de este trabajo, Teerink (1991) utilizó aceite de parafina.

Acerca de *Vulpes vulpes*, existen varios trabajos en donde se describe la morfología de sus pelos de guardia (Teerink, 1991; Wallis, 1993; Kondo, 2000; Ballet, 2018; Sari y Arpacik, 2018; Arpacik, 2021). La cutícula de *V. vulpes* presentada en Teerink (1991) y en Ballet (2018) corresponde con los patrones obtenidos en este trabajo, además de que su descripción es igual a la presentada por Sari y Arpacik (2018), con escamas cercanas entre ellas siguiendo un patrón ondulado irregular. La médula que muestran Teerink (1991), Sari y Arpacik (2018) y Arpacik (2021), coincide con el patrón multiserial aquí presentado. Sin embargo, el trabajo de Kondo (2000) no muestra claramente las células medulares, ya que se utilizó microscopía electrónica de barrido.

La familia Felidae estuvo representada por cuatro especies del género *Panthera*, una del género *Acinonyx*, y una del género *Caracal*. Las escamas cuticulares de los pelos de guardia de las seis especies presentan márgenes crenados. *Acinonyx jubatus* y *Panthera tigris* poseen patrones coronales, erosos y crenados irregulares, respectivamente, mientras que las demás especies tienen patrones imbricados ondulados irregularmente y en V sencillo. La distancia entre las escamas también difiere, *A. jubatus*, *P. tigris* y *P. pardus* presentan una distancia intermedia, mientras *P. leo*, *P. uncia* y *C. caracal* la tienen cercana. *C. caracal* es el que presenta el pelo de guardia más ancho (121.83 μm) y *P. pardus* el menor (48.31 μm). Muchas especies de esta familia son carismáticas y, por ende, susceptibles al tráfico ilegal, por lo que existen varios estudios de su pelo.

Kitpipip y Thanakiatkrai (2013) y Sarma *et al.* (2014) están de acuerdo en que el pelo de guardia de *Panthera tigris* puede presentar diferencias intraespecíficas con base en diversos factores como la coloración, el sexo, la temporada del año y la edad, lo cual puede complicar el trabajo de identificación para esta especie. Kitpipip y Thanakiatkrai (2013) mencionan que, a pesar de existir diferentes patrones, el más común en los márgenes de las escamas es el crenado, lo cual se comprueba en este trabajo. Sarma *et al.* (2014) mencionan que los patrones en las escamas de la región proximal en un pelo de guardia, pueden ser ondulados regulares, irregulares y de mosaico

ondulado. Y que los pelos que presentan un patrón regular generalmente corresponden a los pelos de guardia de la parte de la cabeza, dorsal y ventral, lo que apoya la morfología de la cutícula en este trabajo. El patrón cuticular aquí descrito coincide con el de Patle *et al.* (2022), a pesar de no especificarse la región del cuerpo de donde provienen las muestras. En cuanto a la médula, Sarma *et al.* (2014) encontraron diferencias en cuanto a los sexos de *P. tigris*, mientras los machos tenían médula amorfa, las hembras la tenía escalonada uniserial. En este trabajo se desconoce el sexo de los individuos analizados, pero la médula de *P. tigris* se describe como continua vacuolar, por lo que sugiere la elaboración de investigaciones del pelo de guardia dirigidas a las diferencias sexuales. Por último, Sarma *et al.* (2014) agregaron que una característica diagnóstica en los pelos de guardia de los tigres es que el ancho se vuelve estrecho notoriamente en el extremo distal.

En el pelo de guardia de *Panthera leo*, el patrón de las escamas en la cutícula en la región proximal presentadas en este trabajo se asemeja más a la presentada en la región medial del trabajo de Wade (2016). Sin embargo, la limitante del trabajo de Wade (2016) fue que desconoce la procedencia de la región de los pelos de *P. leo*, ya que fueron recolectados de las heces fecales de los leones. Muy posiblemente, las diferencias encontradas entre estos patrones cuticulares se deban a esta falla en la estandarización de la región del cuerpo que provienen los pelos. Dharaiya y Soni (2012) describen el patrón cuticular de las escamas como ondulado regular, al igual que el descrito en este trabajo. La médula de los pelos de guardia de *P. leo*, se muestra únicamente en el trabajo de Wade (2016), pero la fotografía es muy lejana y carece de escala para poder ser comparada.

Para los pelos de *Panthera pardus*, se encontraron cuatro trabajos que analizaron la microestructura del pelo de guardia. Albayrak y Çoban (1997) describieron el patrón cuticular como diamante. Sin embargo, ni en los trabajos de Dharaiya y Soni (2012), Wade (2016) y Sari y Arpacik (2018), ni en el presente trabajo se vuelve a describir algo similar. De igual manera, el patrón cuticular del pelo de guardia en la región proximal, resultado de este trabajo, es parecido al que muestra Wade (2016) para la región medial, posiblemente porque estos pelos provienen del flanco inferior izquierdo y no de la zona dorsal interescapular. Dharaiya y Soni (2012) describen al patrón de las escamas como ondulado regular, igual que como aquí fue descrito, incluso cuando sus muestras provinieron de la grupa de los animales y no de la parte dorsal interescapular. La médula presentada se ve muy lejana y carece de escala, lo que dificulta su comparación. Sin embargo, Sari y Arpacik (2018) describen y muestran estructuras medulares de los pelos de guardia

dorsales iguales a los resultados de este trabajo y patrones cuticulares muy parecidos, ya que no se alcanza a observar propiamente el patrón formado por las escamas.

No existen trabajos previos que analicen las estructuras cuticulares y medulares de *Acinonyx jubatus* o *Panthera uncia*, por lo que no hay forma de comparar los resultados obtenidos en este trabajo. En cuanto a los pelos de guardia de *Caracal caracal*, sólo se han estudiado las escamas en la cutícula por Perrin y Campbell (1980) y Chaka (2004). En ambas, se puede observar que estas escamas se encuentran dispuestas en forma de un patrón ondulado fino y parecen muy cercanas, tal y como se muestran en este trabajo.

En el orden Perissodactyla, el pelo de guardia de *Equus quagga* no ha sido extensamente estudiado. Foster *et al.* (2011) fotografiaron e identificaron el pelo de *E. quagga* a partir de un software automatizado. Si bien se hace a partir de datos cualitativos y cuantitativos, no mencionan ni la región ni la zona del pelo del que se extrajo la fotografía y no coincide con los resultados de este trabajo. Sería de gran ayuda que en este tipo de trabajos se exponga más información para que puedan ser comparables y replicables. Wade (2016) también analizó la estructura externa del pelo de guardia en la región dorsal-interescapular de *E. quagga*, donde la morfología de las escamas en la región medial coincide con la presentada aquí. No hay forma de compararla con la región proximal, ya que esta zona del pelo se dañó en los resultados presentados por Wade (2016). En cuanto a la médula, los resultados que muestra Wade (2016) no son óptimos para comparar, debido a la lejanía de la foto y carencia de escala y claridad.

Artiodactyla fue el orden con más especies estudiadas en este trabajo, con 19 de las 46 especies obtenidas, es decir el 41% del total. Al ser tantas especies, aquí se presenta una descripción general de todo el orden. Aun así, en algunas familias se pueden observar características compartidas. La familia Giraffidae sólo presenta a *Giraffa camelopardalis*, cuyos pelos de guardia se estudiaron por Wade (2016). En la imagen donde se muestran las escamas cuticulares en la región proximal, se observan un poco maltratadas, pero el patrón ondulado de manera irregular es algo notorio. Por otro lado, la médula se puede describir en este trabajo como amorfa, apoyado en lo que Wade (2016) publicó.

En la familia Suidae, el pelo de *Sus scrofa* es muy fácil de identificar sin necesidad de llevar a cabo un análisis microscópico, ya que su punta siempre está septada (Teerink, 1991; Lee *et al.*, 2014). Sin embargo, en este trabajo se priorizaron las estructuras cuticulares y medulares del pelo

de guardia para una identificación precisa. Su cutícula presenta escamas con patrones ondulados, aunque existe un debate entre los autores. Algunos lo describen como un patrón irregular para la parte lateral, dorsal y de la grupa en el cuerpo del animal (Teerink, 1991; Dharaiya y Soni, 2012; Lee *et al.*, 2014), mientras otros mencionan que es regular en la región dorsolateral (De Marinis y Asprea, 2006; Sari y Arpacik, 2018). Este trabajo apoya la descripción del patrón de las escamas del pelo de guardia como ondulado irregular. Este primer grupo de autores llegaron a la misma descripción a pesar de que algunos analizaron pelos de diferentes partes del cuerpo. De Marinis y Asprea (2006) y Sari y Arpacik (2018) analizaron regiones similares, pero en sus resultados no muestran fotografías de buena calidad para poder observar los criterios que siguieron para observar un patrón regular. Por lo que esta diferencia puede estar dada por la subjetividad al describir los patrones de las estructuras morfológicas. La médula se ve amorfa en las fotografías presentadas en algunos estudios, sin embargo, Sari y Arpacik (2018) la describen como continua vacuolar, justo como se describió en este trabajo.

La estructura externa de los pelos de guardia de *Phacochoerus africanus*, carece de células escamosas en la cutícula. Al compararlo con los trabajos de Chaka (2004) y Wade (2016), parece ser que es una condición general de los pelos dorsales de este animal, ya que las escamas se ven dañadas en las fotografías mostradas. Sin embargo, hacen falta más estudios para investigar a fondo las razones y su relación con su hábitat. La médula en los pelos de estos animales no está estudiada, sólo Chaka (2004) menciona que presentan una médula de mediana a grande, lo cual puede ser muy subjetivo. Sin embargo, si se compara con el ancho medular de todos los demás mamíferos, es alto (89.05 μm).

La familia Bovidae es la mejor representada en este trabajo, pues más de la mitad de todos los artiodáctilos estudiados (53%), son de esta familia. De manera muy general, los bóvidos presentan pelos muy gruesos en promedio (168.9 μm). Aunque pertenecen a la misma familia, las características estructurales del pelo suelen ser muy diferentes entre especies. No hay descripciones previas para los pelos de guardia de *Addax nasomaculatus*, *Tragelaphus buxtoni* ni *Redunca redunca*. El pelo más grueso (400.90 μm) de todos los analizados en este trabajo es el de *A. nasomaculatus*. A pesar de que presentan una distancia intermedia entre sus escamas, su patrón es distinto y también lo es la composición de las células en la médula.

El pelo de guardia de *Connochaetes taurinus* se describe como ondulado irregular, coincidiendo con lo descrito en otros trabajos (Keogh, 1983; Taru *et al.*, 2013; Taru y Backwell, 2014; Wade, 2016). Las fotos que ellos muestran son muy similares a las presentadas en este trabajo. Keogh (1983) menciona que las escamas son cercanas unas a otras, pero no menciona los rangos que sugirió para determinar esto. La médula de *C. taurinus* no ha sido muy estudiada, sin embargo, Wade (2016) la presenta en su región distal, en donde solo se ve continua sin más detalle.

El pelo de guardia de *Tragelaphus oryx* sólo ha sido analizado en su parte externa. En este trabajo, sus escamas presentan un patrón de mosaico ondulado a una distancia intermedia unas de otras. Taru y Backwell (2014) presentan una imagen de este antílope, pero con las escamas dañadas. Lo poco que se puede ver de las escamas, corresponde con un patrón ondulado. Por otro lado, Keogh (1983) presenta una fotografía del patrón cuticular, el cual corresponde con los resultados de este trabajo. A pesar de que la otra especie con el mismo género (*T. buxtoni*) no había sido analizada, las diferencias son notorias. Mientras el pelo de *T. buxtoni* tiene escamas coronales y una médula amorfa, el pelo de *T. oryx* presenta escamas imbricadas y una médula vacuolar.

La microestructura externa del pelo de guardia dorsal de *Hippotragus niger* se describe como ondulado irregular, lo cual coincide con estudios previos (Keogh, 1983; Chaka, 2004). En cuanto a la médula, Chaka (2004) menciona que, bajo el microscopio óptico, la médula del pelo de *H. niger* parece muy oscura, tal como en este trabajo. El patrón en las células medulares sólo se pudo describir como amorfa por la falta de aclaramiento.

El pelo de guardia dorsal de *Antilope cervicapra* presenta un patrón de escamas imbricadas de tipo ondulado irregular. Además, éstas presentan márgenes crenados, a una distancia intermedia. La médula por su parte se describe como continua vacuolar. Las descripciones que dieron Dharaiya y Soni (2012) coinciden con las antes mencionadas para el pelo de guardia de este animal. Sahajpal *et al.* (2009) agregaron que la parte proximal y medial de un pelo de guardia dorsal de *A. cervicapra* son muy similares, pero que la región distal suele ser diferente. En este caso, la imagen que se muestra para el área distal es muy parecida a la que se muestra en este trabajo, por lo que se sugiere que en futuros trabajos se fotografíen las tres áreas del pelo de guardia para complementar y tener mayores fuentes de comparación. En cuanto a la médula, Sahajpal *et al.* (2009) la muestran muy similar y ancha, como el resultado de este trabajo.

Por otro lado, el pelo de guardia de *Kobus ellipsiprymnus* ha sido estudiado previamente. Keogh (1983), Chaka (2004) y Wade (2016) presentaron una región medial muy similar a la aquí mostrada para la región proximal, con patrones de escamas de forma ondulada irregular, a pesar de que en el caso de Keogh (1983), los pelos hayan sido tomados de distintas regiones del cuerpo. Algo importante es que los primeros dos autores describen la distancia entre las escamas como cercana. Sin embargo, se sugiere no guiarse simplemente con la imagen *per se*, ya que cuando se miden, las escamas pueden estar separadas por una distancia mayor a la que parece. Wade (2016) es el único autor que analizó la médula del pelo de guardia de *K. ellipsiprymnus*, y se muestra continua como los resultados en el presente trabajo, en cambio, en la que se muestra en el trabajo de Wade (2016) no se distingue el arreglo celular.

El pelo de guardia de *Aepyceros melampus* presentó en su región proximal un patrón cuticular de tipo mosaico ondulado. No obstante, en la literatura se muestran diferentes descripciones que pueden dificultar su identificación si se tienen únicamente los datos de la cutícula. Chaka (2004) y Wade (2016) presentan distintos patrones de las escamas en la cutícula y el que se presenta en este trabajo se asemeja al presentado en Wade (2016). Otros autores como Foster *et al.* (2011) y Taru y Backwell (2014), no tuvieron una región estandarizada durante la toma de las muestras y los patrones cuticulares son muy diferentes entre ellos, tendiendo hacia lo regular. Este tipo de trabajos puede ser de apoyo en futuros y profundos trabajos en donde se busque conocer las diferencias entre el sexo, distribución y madurez de *A. melampus* a partir del pelo. Con respecto al patrón medular, el único que lo presenta es Wade (2016) en donde se muestra amorfo y con gránulos de pigmento, tal y como se observa en la fotografía de este trabajo.

Para la estructura externa del pelo de guardia de *Boselaphus tragocamelus* ocurre lo contrario, puesto que su descripción parece ser la misma en todos los trabajos previos. El patrón de las escamas en la cutícula es ondulado irregular, con márgenes crenados y una distancia cercana entre ellas, lo cual es apoyado por Dharaiya y Soni (2012), Raval *et al.* (2018) y Charjan *et al.* (2019). En cuanto a la médula del pelo de *B. tragocamelus*, resultó amorfa y ocupando casi todo el diámetro del pelo (Raval *et al.*, 2018; Charjan *et al.*, 2019). En el trabajo de Charjan *et al.* (2019), la médula se pudo decolorar más y las células son más claras de observar.

En la familia Camelidae, se presentan dos especies, *Camelus dromedarius* y *Camelus bactrianus*. A pesar de que ambas especies provienen de un mismo género, sus pelos de guardia dorsal

presentan diferencias notorias. Mientras que *C. dromedarius* presenta pelos menos gruesos (68.14 μm), un patrón de escamas imbricadas en V sencillo y una médula continua vacuolar, *C. bactrianus* presenta pelos más gruesos (135.68 μm), con un patrón de escamas imbricadas de mosaico ondulado y una médula amorfa. Con respecto a otros autores, el patrón cuticular de *C. dromedarius* es muy semejante al que se presenta en este trabajo, aunque Harizi *et al.* (2012) lo describen como una apariencia ondulada. La médula se distingue más como continua en el trabajo de Yvanez *et al.* (2020), por lo que se sugiere la toma de más muestras para evaluar la morfología de la microestructura en general para *C. dromedarius*. En cuanto a *C. bactrianus*, el patrón morfológico en la cutícula que se muestra en este trabajo es muy similar al mostrado en el trabajo de Farag *et al.* (2015), aunque las medidas que se muestran del pelo son mucho menores a las obtenidas en este trabajo. Posiblemente, teniendo más muestras puede haber una mayor variación en cuanto al ancho del pelo. La médula mostrada en el trabajo de Farag *et al.* (2015) también es muy parecida a los resultados aquí obtenidos.

Por último, se presenta a la familia Cervidae, en donde existen características generales similares en los pelos de guardia entre las especies. Los pelos de guardia de esta familia se muestran como un conjunto de células en forma de red o de patrón ondulado. La médula suele ser amplia y con células o espacios aéreos en forma de rombo o polígono (Kondo *et al.*, 1985). A pesar de compartir estas características, algunos caracteres como el ancho total y medular, longitud y coloración, ayudan a discriminar entre especies de cérvidos. El pelo de guardia de *Rangifer tarandus* es un pelo fácil de reconocer a partir de sus estructuras cuticulares y medulares. Todas las imágenes publicadas en trabajos previos (Kennedy y Carbyn, 1981; Debrot *et al.*, 1982) coinciden con la micro morfología presentada en este trabajo. Los márgenes de las escamas son lisos y tienen forma de red y las células en la médula también se encuentran como en rejilla reticulada y son de forma redonda (Debrot *et al.*, 1982; Kirkinen *et al.*, 2020). El pelo de guardia de *Cervus nippon* presenta escamas cuticulares en forma de ondulaciones irregulares con márgenes crenados y una distancia intermedia entre ellas, junto con una médula en forma de rejilla continua, tal y como se muestra en el trabajo de Ballet (2018). No obstante, en ese trabajo se presenta una fotografía en donde las células se muestran aún muy pigmentadas. El pelo de guardia dorsal de *Alces alces* presenta escamas en forma de mosaico ondulado y una médula en forma de rejilla continua. Estas descripciones coinciden con las imágenes de trabajos previos (Kennedy y Carbyn, 1981; Debrot *et al.*, 1982). Si bien las células en la médula se pueden parecer a las de *R. tarandus*, en *A. alces*

son más abundantes y tienen forma hexagonal (Kennedy y Carbyn, 1981; Kirkinen *et al.*, 2020). Finalmente, el pelo de guardia dorsal de *Dama dama* presenta un patrón de escamas ondulado regular y una médula con células en forma de rejilla continua muy pigmentadas. Estos resultados coinciden con todos los obtenidos en trabajos previos (Debrot *et al.*, 1982; Teerink, 1991; De Marinis y Asprea, 2006; Ballet, 2018; Sari y Arpacik, 2018).

Si bien, muchos de los patrones descritos previamente y en este trabajo son similares, para las descripciones de las médulas amorfas en este trabajo y en algunos otros que se citan, existe la posibilidad de que la médula siga muy pigmentada y obstaculice ver el patrón celular real. Cabe resaltar que esto no es un impedimento para poder discriminar a las especies correctamente, ya que el patrón medular amorfo es algo conocido con base en estudios previos y recientes. En conjunto con toda la información recabada, resultan evidentes las diferencias entre especies a partir del análisis del pelo de guardia. El 98% presentan una categoría de conservación de acuerdo con la Lista Roja de la IUCN (IUCN, 2023). Y del total, el 26% de ellas han sido importadas en México de una manera ilegal (CITES Secretariat and UNEP-WCMC, 2022). La recopilación de la información micro y macroscópica de los pelos aquí mostrada, puede ser apoyo de futuros trabajos que deseen conocer y abordar temas de la morfología de los pelos de guardia de las 46 especies de mamíferos estudiadas. Con este estudio se comprobaron descripciones que han tenido lugar previamente en muchos de los pelos de las especies a pesar de utilizar otra metodología y se caracterizaron otras que no habían sido anteriormente.

8. CONCLUSIONES

- Se elaboró el primer catálogo de pelo de guardia de 46 especies de mamíferos exóticos en México con el fin de ampliar el conocimiento que se tiene sobre estos animales.
- A partir del arreglo de las escamas en la cutícula y de las células en la médula de pelos de guardia, fue posible identificar a las especies de mamíferos exóticos.
- La información complementaria, como datos de la coloración y/o medidas del pelo, apoyan y facilitan la discriminación de especies.
- Este trabajo reúne información macro y microscópica del pelo de 46 especies de mamíferos exóticos con el fin de que sea útil para elaborar y complementar futuros trabajos.
- La continuación de futuros trabajos sobre el estudio de pelos de guardia de mamíferos que involucren más muestras es fundamental para ampliar el conocimiento que se tiene de las especies y apoyar o descubrir nuevos patrones en la morfología de esta estructura.
- Este trabajo se pone a disposición de cualquier autoridad interesada en identificar, a partir del pelo de guardia, especies de mamíferos traficadas.
- Las colecciones biológicas y los zoológicos son sitios que resguardan ejemplares como fuente de investigación, la cual puede aplicarse a distintos ámbitos y áreas.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abramov, A.V. (2016). *Gulo gulo*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016: e.T9561A45198537. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T9561A45198537.en>

Fecha de consulta: 06 de abril del 2023.

Adorjan, A.S. y G.B. Kolenosky. (1969) A manual for the identification of hairs of selected Ontario mammals. *Ontario Department of Lands Forestry Research Report (Wildlife)*, 90: 1-64

Ajala, L. y Monteiro, E.L.A. (2016). *Identificação dos bichos-preguiça brasileiros por meio das características morfológicas de seus pelos-guarda*. (Bacharelado em Ciências Biológicas) da Universidade Federal do Paraná, Curitiba. Pp. 32

Albayrak, I. y Çoban, N. (1997). Hair morphology of some mammalian species in Turkey. *Commun. Fac. Sci. Univ. Ank. Series C*, 15: 21-39.

Álvarez-Romero, J.G., R.A. Medellín, A. Oliveras de Ita, Gómez de Silva y O. Sánchez. (2008). *Animales exóticos en México: una amenaza para la biodiversidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Ecología, UNAM, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, D. F., 518pp.

Amerasinghe, F. P. (1983). The structure and identification of the hairs of the mammals of Sri Lanka. *Ceylon J. Sci., Biol. Sci*, 16(182): 76-135

Ancrenaz, M., Gumal, M., Marshall, A.J., Meijaard, E., Wich, S.A. y Husson, S. (2016). *Pongo pygmaeus* (errata version published in 2018). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016: e.T17975A123809220. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T17975A17966347.en>. Fecha de consulta: 06 de abril del 2023.

Appleyard, H.M. (1960). Guide to the identification of animal fibres. Leeds, *Wool Industries Research Association*, 124p.

Arita, H. (1985). *Identificación de los pelos de guardia dorsales de los mamíferos silvestres del Valle de México*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Arpacik, A. (2021). Microanatomical Observations of Hair Characteristics of Red Fox (*Vulpes vulpes*), Golden Jackal (*Canis aureus*), and Gray Wolf (*Canis lupus*): A Comparative Study. *Pakistan J. Zool.*: 1-8

ASM (American Society of Mammalogists). (2023). The Mammal Diversity Database. Current version: v1.11, released 15 April 2023. Consultado en: <https://www.mammaldiversity.org/explore.html>. Fecha de consulta: 30 de julio del 2023.

Avgan, B., Henschel, P. y Ghoddousi, A. (2016). *Caracal caracal* (errata version published in 2016). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016: e.T3847A102424310. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T3847A50650230.en>
Fecha de consulta: 09 de abril del 2023.

Baca, I. I. y Sánchez-Cordero, V. (2004). Catálogo de pelos de guardia dorsal en mamíferos del estado de Oaxaca, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología*, 75(2): 383-437p

Ballet, X. (2018). *Caracterisation morphologique des poils de mammiferes terrestres de la faune sauvage française metropolitaine*. (These pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire). Université Claude Bernard - Lyon I.

Bauer, H., Packer, C., Funston, P.F., Henschel, P. y Nowell, K. (2016). *Panthera leo* (errata version published in 2017). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016: e.T15951A115130419. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T15951A107265605.en> Fecha de consulta: 09 de abril del 2023.

Benedict, F.A. (1957). Hair structure as a generic character in bats. *Univ. California Publ. Zool.*, 59: 285-548.

Boedi y Steinmetz, R. (2008). *Galeopterus variegatus*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2008: e.T41502A10479343. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T41502A10479343.en>. Fecha de consulta: 05 de abril del 2023.

Bohm, T. y Höner, O.R. (2015). *Crocota crocota*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2015: e.T5674A45194782. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-2.RLTS.T5674A45194782.en>. Fecha de consulta: 06 de abril del 2023.

Boubli, J.P., Stevenson, P.R., Palacios, E., De la Torre, S., Ravetta, A.L., Messias, M.R., Carvalho, A.S. y Mittermeier, R.A. (2021). *Sapajus apella* (amended version of 2020 assessment). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2021: e.T172351505A192594550. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-1.RLTS.T172351505A192594550.en>. Fecha de consulta: 05 de abril del 2023.

Chaka, K.J. (2004). *The microscopic identification of mammal species from hair samples*. (Tesis de pregrado). University of the Free State Bloemfontein, Sudáfrica.

Charjan, R., Nandeshwar, N.C., Banubakode, S.B., Kurkure, N.V. y Bonde, S.W. (2019). Cuticular and Medullary Structure of Some Wild Herbivores of India. *The Indian Journal of Veterinary Sciences and Biotechnology*, 15(1): 14-16.

Chehébar, C. y Martín, S. (1989). Guía para el reconocimiento microscópico de los pelos de los mamíferos de la Patagonia. *Doñana, Acta Vertebrata*, 16(2): 247-291

Chiarello, A., Plese, T., De Thoisy, B., Pool, M., Aliaga-Rossel, E., Santos, P. y Moraes-Barros, N. (2022). *Choloepus didactylus*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2022: e.T4777A210443323. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2022-2.RLTS.T4777A210443323.en>
Fecha de consulta: 05 de abril del 2023.

CITES Secretariat and UNEP-WCMC. (2022). Full CITES Trade Database (version 2023.1). Geneva, Switzerland, and Cambridge, UK. Consultado en: <https://trade.cites.org/#>. Fecha de consulta: Septiembre, 2022.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (2023). CITES. Consultado en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/planeta/cites/> Fecha de consulta: 28 de junio del 2023.

Day, M. G. (1966). Identification of hair and feather remains in the gut and faces of stoats and weasels. *Journal of Zoology* 148:201-217.

De Jong, Y.A., Cumming, D., d'Huart, J. y Butynski, T. (2016). *Phacochoerus africanus* (errata version published in 2017). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016: e.T41768A109669842. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T41768A44140445>.
en. Fecha de consulta: 12 de abril del 2023.

De la Torre, S., Moscoso, P., Méndez-Carvajal, P.G., Rosales-Meda, M., Palacios, E., Link, A., Lynch Alfaro, J.W. y Mittermeier, R.A. (2021). *Cebus capucinus* (amended version of 2020 assessment). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2021: e.T81257277A191708164. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-1.RLTS.T81257277A191708164>.en. Fecha de consulta: 06 de abril del 2023.

De Marinis, A.M. y Asprea, A. (2006). Hair identification key of wild and domestic ungulates from southern Europe. *Wildlife Biology*, 12: 305-320.

Debrot, S., Fivaz, G., Mermod, C. y Weber, J.M. (1982). Atlas des poils de mammifères d'Europe. Université de Neuchâtel, Switzerland, 208 pp. (In French).

Deedrick, D.W. y Koch, S.L. (2004a). Microscopy of Hair Part I: A practical guide and manual for human hairs. *Forensic Science Communications: Research and Technology*, 6(1)

Deedrick, D. W. y Koch, S. L. (2004b). Microscopy of Hair Part II: A practical guide and manual for animal hairs. *Forensic Science Communications: Research and Technology*, 6(3)

Dharaiya, N. y Soni, V.C. (2012). Identification of hairs of some mammalian prey of large cats in Gir Protected Area, India. *Journal of Threatened Taxa*, 4(9): 2928-2932.

Dhouailly, D. (2009), A new scenario for the evolutionary origin of hair, feather, and avian scales. *Journal of Anatomy*, 214: 587-606. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7580.2008.01041.x>

Durant, S.M., Groom, R., Ipavec, A., Mitchell, N. y Khalatbari, L. (2022). *Acinonyx jubatus*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2022: e.T219A124366642. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2022-1.RLTS.T219A124366642>.en
Fecha de consulta: 08 de abril del 2023.

Emslie, R. (2020). *Diceros bicornis*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2020: e.T6557A152728945. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-1.RLTS.T6557A152728945.en>

Fecha de consulta: 11 de abril del 2023.

Farag, M.F., Ghoniem, M.H., Abou, A.H., Dhama, K. (2015). Forensic identification of some wild animal hair using light and scanning electron microscopy. *Adv. Anim. Vet. Sci.*, 3(10): 559-568.

Feldhamer, G. A., Merritt, J.F., Krajewski, C., Rachlow, J.L. y Stewart, K.M. (2020). *Mammalogy: adaptation, diversity, ecology*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, Fifth edition.

Flores, M.L., Masangkay, J.S, Maala, C.P., Abuton, J.B. y Murphy, M.E. (2014). Guard hair morphology of the greater musky fruit bat (*Ptenochirus jagori*: Peters, 1861) (Chiroptera: Pteropodidae) and the Lesser Dog-faced Fruit Bat (*Cynopterus brachyotis*: Muller, 1838) (Chiroptera: Pteropodidae). *Philippine Journal of Veterinary Medicine*, 51: 8-14.

Foster, G.G., Moyo, T., Bangay, S. y Bernard, R.T.F. (2011). *HairSnap: a computer-aided system for the identification of mammalian hair cuticle scale patterns*. Technical report. Department of information systems. Universidad de Rhodes.

Gilbert, S.F. (1985). *Developmental biology*. Sinauer Associates: 7th edition.

Gomez, J.J. y Cassini, M. H. (2010). Uso de pelos de guardia para la identificación de mustélidos costeros en la Patagonia. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 45(2): 365-370.

Goodrich, J., Wibisono, H., Miquelle, D., Lynam, A.J., Sanderson, E., Chapman, S., Gray, T.N.E., Chanchani, P. y Harihar, A. (2022). *Panthera tigris*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2022: e.T15955A214862019. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2022-1.RLTS.T15955A214862019.en>. Fecha de consulta: 09 de abril del 2023.

Gunn, A. (2016). *Rangifer tarandus*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016: e.T29742A22167140. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T29742A22167140.en>

Fecha de consulta: 14 de abril del 2023.

Hare, J. (2008). *Camelus bactrianus*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2008: e.T63543A12689285. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T63543A12689285.en>.

Fecha de consulta: 14 de abril del 2023.

Harizi, T., Dhouib, S., Msahli, S., Moslah, M., Hammadi, M., Sakli, F. y Khorchani, T. (2012). Surface Morphology Investigation of Tunisian Dromedary Hair. *Third Conference of Isocard: Muskat-Saltanate Oman*: 153-154.

Harris, R.B. (2015). *Cervus nippon*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2015: e.T41788A22155877. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-2.RLTS.T41788A22155877.en>

Fecha de consulta: 14 de abril del 2023.

Hausman, L.A. (1920). Structural characteristics of the hair of mammals. *American Naturalist*, 54: 496-523.

Hausman, L. A. (1930). Recent Studies of hair structure relationships. *The Scientific Monthly*, 30(3): 258-277

Hicks, J.W. (1977). *Microscopy of Hairs: A practical Guide and Manual*. Federal Bureau of Investigation. U.S. Department of Justice. FBI Laboratory: Technical Supplement.

Hoffmann, M. y Sillero-Zubiri, C. (2021). *Vulpes vulpes* (amended version of 2016 assessment). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2021: e.T23062A193903628. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-1.RLTS.T23062A193903628.en>. Fecha de consulta: 08 de abril del 2023.

Homan, J.A. y Genoways, H.H. (1978). An Analysis of Hair Structure and Its Phylogenetic Implications among Heteromyid Rodents. *Journal of Mammalogy*, 59(4), 740-760. <https://doi.org/10.2307/1380139>

Humle, T., Maisels, F., Oates, J.F., Plumptre, A. & Williamson, E.A. (2016). *Pan troglodytes* (errata version published in 2018). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016: e.T15933A129038584. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T15933A17964454.en>. Fecha de consulta 06 de abril del 2023.

Hundertmark, K. (2016). *Alces alces*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016: e.T56003281A22157381. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T56003281A22157381.en>. Fecha de consulta: 14 de abril del 2023.

IUCN. (2023). *The IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2022-2. Consultado en: <https://www.iucnredlist.org>. Fecha de consulta: Abril, 2023.

IUCN SSC Antelope Specialist Group. (2016). *Addax nasomaculatus*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016: e.T512A50180603. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T512A50180603.en>. Fecha de consulta: 12 de abril del 2023.

IUCN SSC Antelope Specialist Group. (2016). *Aepyceros melampus*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016: e.T550A50180828. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T550A50180828.en>. Fecha de consulta: 12 de abril del 2023.

IUCN SSC Antelope Specialist Group. (2016). *Boselaphus tragocamelus* (errata version published in 2017). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016: e.T2893A115064758. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T2893A50182076.en>. Fecha de consulta: 14 de abril del 2023.

IUCN SSC Antelope Specialist Group. (2016). *Connochaetes taurinus* (errata version published in 2020). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016: e.T5229A163322525. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T5229A163322525.en>. Fecha de consulta: 12 de abril del 2023.

IUCN SSC Antelope Specialist Group. (2016). *Kobus ellipsiprymnus*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016: e.T11035A50189324. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T11035A50189324.en>. Fecha de consulta: 12 de abril del 2023.

IUCN SSC Antelope Specialist Group. (2016). *Redunca redunca*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016: e.T19392A50194059. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T19392A50194059.en>. Fecha de consulta: 14 de abril del 2023.

IUCN SSC Antelope Specialist Group. (2016). *Tragelaphus buxtoni* (errata version published in 2017). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016: e.T22046A115164345. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T22046A115164345.en>. Fecha de consulta: 14 de abril del 2023.

doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T22046A50195483.en. Fecha de consulta: 12 de abril del 2023.

IUCN SSC Antelope Specialist Group. (2016). *Tragelaphus oryx* (errata version published in 2017). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016: e.T22055A115166135. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T22055A50196938.en>. Fecha de consulta: 12 de abril del 2023.

IUCN SSC Antelope Specialist Group. (2017). *Antilope cervicapra*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2017: e.T1681A50181949. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-2.RLTS.T1681A50181949.en>. Fecha de consulta: 12 de abril del 2023.

IUCN SSC Antelope Specialist Group. (2017). *Hippotragus niger*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2017: e.T10170A50188654. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-2.RLTS.T10170A50188654.en>. Fecha de consulta: 12 de abril del 2023.

Juárez, D., Estrada, C., Bustamante, M., Quintana, Y., Moreira, J. y López, J. E. (2007). *Guía ilustrada de pelos para la identificación de mamíferos medianos y mayores de Guatemala*. Dirección General de Investigación – DIGI- Universidad de San Carlos de Guatemala – USAC. 88p

Kauhala, K. y Saeki, M. (2016). *Nyctereutes procyonoides*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016: e.T14925A85658776. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T14925A85658776.en>. Fecha de consulta: 07 de abril del 2023.

Kennedy, A.J. y Carbyn, L.N. (1981). Identification of wolf prey using hair and feather remains with special reference to western Canadian National Parks. *Canadian Wildlife Service*, Edmonton, Alberta, 65pp.

Keogh, H.J. (1983). A photographic reference system of the microstructure of the hair of southern African bovinds. *S. Afr. J. Wildl. Res.*, 13(4): 89-132.

Keuling, O. y Leus, K. (2019). *Sus scrofa*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2019: e.T41775A44141833. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T41775A44141833.en>. Fecha de consulta: 12 de abril del 2023.

King, S.R.B. y Moehlman, P.D. (2016). *Equus quagga*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016: e.T41013A45172424. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T41013A45172424.en>. Fecha de consulta: 10 de abril del 2023.

Kirkinen, T., Vajanto, K. y Björklund, S. (2020). Animal-hair evidence in an 11th century female grave in Luistari, Finland. *Archaeological textiles review*, 62: 109-125.

Kitpipip, T. y Thanakiatkrai, P. (2013). Tiger hair morphology and its variations for wildlife forensic investigation. *Maejo International Journal of Science and Technology*, 7(03), 433-443.

Knecht, L. (2012). The use of hair morphology in the identification of mammals. En: J. E. Huffman y J. R. Wallace. (Ed.) *Wildlife Forensics: Methods and Applications*, First Edition. (pp. 129-143). Published by John Wiley & Sons, Ltd.

Kondo, K. (2000). The diversity of mammalian pelage. *Journal of the Graduate School of Agriculture, Hokkaido University*, 70(1): 9-17

Kondo, K., Araki, E. y Ohsugi, T. (1985). An Observation of the Morphology of the Medulla in Mammalian Hairs Using a Scanning Electron Microscope. *Mamm. Soc. Japan*, 10(3): 115-121.

Korine, C. (2016). *Rousettus aegyptiacus*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016: e.T29730A22043105. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T29730A22043105.en>
Fecha de consulta: 05 de abril del 2023.

LaFleur, M. y Gould, L. (2020). *Lemur catta*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2020: e.T11496A115565760. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-2.RLTS.T11496A115565760.en>. Fecha de consulta: 06 de abril del 2023.

Lee, E., Choi, T.Y., Woo, D., Min, M.S., Sugita, S. y Lee, H. (2014). Species Identification Key of Korean Mammal Hair. *J. Vet. Med. Sci.*, 75(5): 667-675

Masseti, M. & Mertzaniidou, D. (2008). *Dama dama*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2008:e.T42188A10656554. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T42188A10656554.en>. Fecha de consulta: 14 de abril del 2023.

Mathiak, H.A. (1938). A key to hairs of the mammals of southern Michigan. *The Journal of Wildlife Management*, 2: 251-268

Mayer, W.V. (1952). The hair of California mammals with keys to dorsal hairs. *Am. Midl. Nat.*, 48: 480-512

McCarthy, T., Mallon, D., Jackson, R., Zahler, P. y McCarthy, K. (2017). *Panthera uncia*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2017: e.T22732A50664030. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-2.RLTS.T22732A50664030.en> Fecha de consulta: 10 de abril del 2023.

McLellan, B.N., Proctor, M.F., Huber, D. y Michel, S. (2017). *Ursus arctos* (amended version of 2017 assessment). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2017: e.T41688A121229971. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T41688A121229971.en>. Fecha de consulta: 07 de abril del 2023.

Meade, L.E. (1969). *A microscopic study of dorsal guard hairs of fifty-eight species of Kentucky mammals*. (Tesis de maestría). Universidad Estatal de Morehead.

Mildenstein, T., Abdul Aziz, S., Paguntalan, L., Jakosalem, P.G., Mohd-Azlan, J., Tagtag, A., Bansa, L., Reintar, A.R., Struebig, M., Fredriksson, G., Lee, B., Thong, V.D. y Sheherazade. (2022). *Pteropus vampyrus*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2022: e.T18766A22088824. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2022-2.RLTS.T18766A22088824.en> Fecha de consulta: 05 de abril del 2023.

Moyo, T. (2005). *The identification of mammalian species through the classification of hair patterns using image pattern recognition*. (Tesis de pregrado). Universidad de Rhodes, Sudáfrica.

Moyo, T. (2008). A literature review of techniques applicable to mammalian hair identification. ICT Research Portal, Department of Computer Science. Rhodes University.

Monroy, O., García, C., Rubio, R., Hernández, A., Castro, J.P., Aguilera, U. y Ortiz, A. (2005). Variación intraespecífica e individual de los pelos de mamíferos del Estado de México: implicaciones en la identificación interespecífica. *Ciencia Ergo. Sum.*, 12(3): 264-270

Monroy, O. y Rubio, R. (1999). Identificación de mamíferos de la Sierra de Nanchititla a través del pelo. *Cuadernos de investigación*, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México.

Monroy, O. y Rubio, R. (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, México.

Moore, K.L., Persaud, T.V. y Torchia, M.G. (2004). *Embriología clínica*. Elsevier: 9ª edición.

Moore, T.D., Spence, L.E. y Dugnolle, C.E. (1974). Identification of the dorsal guard hairs of some mammals of Wyoming. *Wyoming Game and Fish Department*. Wyoming, Estados Unidos de América.

Morioka, K. (2005). Hair Follicle Differentiation Under the Electron Microscope an Atlas, Springer-Verlag, Tokyo, Japan.

Muller, Z., Bercovitch, F., Brand, R., Brown, D., Brown, M., Bolger, D., Carter, K., Deacon, F., Doherty, J.B., Fennessy, J., Fennessy, S., Hussein, A.A., Lee, D., Marais, A., Strauss, M., Tutchings, A. y Wube, T. (2018). *Giraffa camelopardalis* (amended version of 2016 assessment). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2018: e.T9194A136266699. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T9194A136266699.en>
Fecha de consulta: 11 de abril del 2023.

Munny, P., Menkhorst, P. y Winter, J. (2016). *Macropus giganteus*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016: e.T41513A21952954. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T41513A21952954.en>. Fecha de consulta: 05 de abril del 2023.

Naumann, R. (1999). “*Camelus dromedarius*” (On-line), Animal Diversity Web. Consultado en: https://animaldiversity.org/accounts/Camelus_dromedarius/

Patle, S., Singh, K.P. y Bagchi, D. (2022). Comparative analysis of wild and domestic carnivore animal hairs. *Research Square*: 1-10.

Pech, J. M., Sosa, J. E y Koyoc, M. E. (2009). Guía para la identificación de pelos de guardia de mamíferos no voladores del estado de Yucatán, México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 13: 7-33.

Perrin, M.R. y Campbell, M.S. (1980). Key to the mammals of the Andries Vosloo Kudu Reserve (eastern Cape), based on their hair morphology, for use in predator scat analysis. *S.- Afr. Tydskr. Natuurnav*, 10:1-14.

PROFEPA (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente). (2010). Tráfico ilegal de especies. Gobierno de la Ciudad de México. Consultado en: https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/436/1/mx.wap/trafico_ilegal_de_especies_.html. Fecha de consulta: 21 de enero del 2023.

Quadros, J. (2002). Identificação microscópica de pêlos de mamíferos brasileiros e sua aplicação no estudo da dieta de carnívoros. (*Tese à obtenção do título de doutor em ciências – zoologia*). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

Quadros, J. y Monteiro, E.L.A. (1998). Effects of digestion, putrefaction, and taxidermy processes on *Didelphis albiventris* hair morphology. *Journal of Zoology*, London, 244: 331-334.

Quadros, J. y Monteiro, E.L.A. (2006). Revisão conceitual, padrões microestruturais e proposta nomenclatória para os pêlos-guarda de mamíferos brasileiros. *Revista Brasileira de Zoologia* 23(1): 279-292.

Raval, V.B., Radadiya, B.B., Roy, A.K. y Singh, A.P. (2018). Tricho-Taxonomic Study of Guard Hairs of Three Species of Bovidae of Saurashtra Region of Gujarat, India. *International Journal of Zoology and Applied Biosciences*, 3(3): 393-398.

Sahajpal, V., Goyal, S.P., Thakar, M.K. y Jayapal, R. (2009). Microscopic hair characteristics of a few bovid species listed under Schedule-I of Wildlife (Protection) Act 1972 of India. *Forensic Science International*, 189: 34-45

Sari, A. y Arpacik, A. (2018). Morphological hair identification key of common mammals in Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research*, 16(4): 4593-4603.

Sarma, K.K., Bhattacharjee, P.C., y Dey. S. (2014). Microscopical Analysis of Guard Hair of Tiger, *Panthera tigris*, with Reference to Wildlife Forensic Applications. *Journal of Advanced Microscopy Research*, 9: 1-7

Schacker, U., Schatzl, M., Hecht, W., Kern, T., Gögler, M. y Koenen, A. (2018). *Forensic animal hair analysis*. ZEISS Light Microscope. Application note.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2013). *Tráfico ilegal de vida silvestre*. México: Cuadernos de divulgación ambiental. Recuperado de: <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD001601.pdf>. Fecha de consulta: 24 de enero del 2023.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2020). Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Gobierno de la Ciudad de México. Recuperado de: https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio_2020/dgeiawf.semarnat.gob.mx_8080/aproot/dgeia_mce/html/RECUADROS_INT_GLOS/D3_BIODIVERSIDAD/D3_BIODIVERSIDAD_03/D3_R_BIODIV03_02.htm. Fecha de consulta: 24 de enero del 2023.

Silva Júnior, J.S., Mittermeier, R.A., Lynch Alfaro, J.W., Valença-Montenegro, M.M. y Carvalho, A.S. (2021). *Saimiri sciureus* (amended version of 2020 assessment). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2021: e.T43968A192584742. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-1.RLTS.T43968A192584742.en>. Fecha de consulta: 05 de abril del 2023.

Stains, H.J. (1958). Field Key to Guard Hair of Middle Western Furbearers. *Journal of Wildlife Management*, 22(1): 95-97

Stein, A.B., Athreya, V., Gerngross, P., Balme, G., Henschel, P., Karanth, U., Miquelle, D., Rostro-Garcia, S., Kamler, J.F., Laguardia, A., Khorozyan, I. y Ghoddousi, A. (2020). *Panthera pardus* (amended version of 2019 assessment). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2020: e.T15954A163991139. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-1.RLTS.T15954A163991139.en>. Fecha de consulta: 10 de abril del 2023.

Stoves, J.I. (1957). Fibre microscopy: its technique and application. *National Trade Press*. London. 286pp.

Swaisgood, R., Wang, D. y Wei, F. (2016). *Ailuropoda melanoleuca* (errata version published in 2017). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016: e.T712A121745669. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T712A45033386.en> Fecha de consulta: 06 de abril del 2023.

Taru, P. y Backwell, L. (2014). Hair morphology of some artiodactyls from southern Africa. *Annals of the Ditsong National Museum of Natural History*, 4: 26-32

Taru, P., Mukwada, G. y Chingombe, W. (2013). Microscopic Hair Characteristics of South African Blue Wildebeest (*Connochaetes taurinus*), Black wildebeest (*Connochaetes gnou*) and Red Rock Hare (*Pronolagus crassicaudatus*). *Life Sciences*, 5: 123-126.

Taylor, R.J. (1985). Identification of the hair of Tasmanian mammals. *Papers and proceedings of the Royal Society of Tasmania*, 119: 69-82.

Teerink, B. J. (1991). *Hair of West-European Mammals: Atlas and Identification Key*. Cambridge. Cambridge University Press

Tridico, S.R. (2005). Examination, análisis, and application of hair in forensic science – animal hair. *Forensic Science Review*, 17: 18-28

Tridico, S.R., Houck, M.M., Kirkbride, K.P., Smith, M.E. y Yates, B.C. (2014). Morphological identification of animal hairs: Myths and misconceptions, possibilities, and pitfalls. *Forensic Science International*, 238: 101-107

Valdez, C.M. (2014). *Catálogo de los pelos de guardia dorsal de los mamíferos terrestres en el municipio de Hermosillo, Sonora, México*. (Tesis de pregrado). Universidad de Sonora, México.

Vaughan, T.A., Ryan, J.M. y Czaplewski, N.J. (2015). *Mammalogy*. Burlington, Estados Unidos. 6th Edition. Jones & Bartlett Learning.

Velez-Liendo, X. y García-Rangel, S. (2017). *Tremarctos ornatus* (errata version published in 2018). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2017: e.T22066A12379295 2. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T22066A45034047.en> Fecha de consulta: 07 de abril del 2023.

Wade, S.K. (2016). *The Effects of Drought on Diets of Apex Predators in the South African Lowveld Inferred by Fecal Hair Analysis*. (Thesis for Bachelor of Science Degree). Western Kentucky University. Pp. 87

Wallis, R. (1993). A key for the identification of guard hairs of some Ontario mammals. *Canadian Journal of Zoology*, 71: 587-591.

Wiig, Ø., Amstrup, S., Atwood, T., Laidre, K., Lunn, N., Obbard, M., Regehr, E. y Thiemann, G. (2015). *Ursus maritimus*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2015: e.T22823A14871490. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T22823A14871490.en> Fecha de consulta: 07 de abril del 2023.

Wildman, A.B. (1954). The microscopy of animal textile fibres. Leeds, *Wool Industries Research Association*, 209p.

Williams, C.S. (1938). Aids to the identification of mole and shrew hairs with general comments on hair structure and hair determination. *Journal of Wildlife Management*, 2: 239-250.

Wujek, D.E. y Cocuzza, J.M. (1986). Morphology of hair of two-and three-toed sloths (Edentata: Bradypodidae). *Rev. Biol. Trop.*, 34(2): 243-246.

Yvanez, E.C.F., Murillo, M.L., Francigny, V. y De Voogt, A. (2020). Cultural interconnections of textile and craft and burial practices in Early Medieval Sai (Sudan). *Archaeological Textiles Review*, 62: 32-44.

Zimmerman, M. E. (2003). The Black Market for Wildlife: Combating Transnational Organized Crime in the Illegal Wildlife Trade. *Vanderbilt Journal of Transnational Law*, 36(5): 1657-1689.

10. REFERENCIAS FOTOGRÁFICAS

[**Fotografía de Greg Lasley**]. (Tanzania, 2018). Archivo fotográfico de Naturalista. –Antílope Eland

[**Fotografía de Alex Sliwa**]. Archivo fotográfico de The IUCN Red List of Threatened Species.- Tigre de bengala

[**Fotografía de Allan Hopkins**]. (India, 2012). Archivo fotográfico de Naturalista. – Nilgó

[**Fotografía de Anne Laudisoit**]. (Matemwe, Tanzanie. 2023). Archivo fotográfico de Naturalista. – Murciélago frugívoro de Egipto

[**Fotografía de Ashutosh Shinde**]. (Gujarat, 2015). Archivo fotográfico de Naturalista. – León africano

[**Fotografía de Brent Huffman**]. Archivo fotográfico de The IUCN Red List of Threatened Species.- Antílope indio

[**Fotografía de Brent Huffman**]. Archivo fotográfico de The IUCN Red List of Threatened Species.- Antílope nyala

[**Fotografía de Brent Huffman**]. Archivo fotográfico de The IUCN Red List of Threatened Species.- Caribú

[**Fotografía de Brent Huffman**]. Archivo fotográfico de The IUCN Red List of Threatened Species.- Redunca

[**Fotografía de Brent Huffman**]. Archivo fotográfico de The IUCN Red List of Threatened Species.- Venado sika

[**Fotografía de Carmelo López**]. (Philippines, 2013). Archivo fotográfico de Naturalista. – Gran zorro volador de cuello rojo

[**Fotografía de Dave Hamman**]. Archivo fotográfico de The IUCN Red List of Threatened Species.- Rinoceronte negro

[Fotografía de David Sheppard]. Archivo fotográfico de The IUCN Red List of Threatened Species.- Panda gigante

[Fotografía de Denis Doucet]. (Canadá, 2017). Archivo fotográfico de Naturalista. – Zorro rojo

[Fotografía de Dennis Barneveld]. (Países Bajos, 2018). Archivo fotográfico de Naturalista. – Gamo

[Fotografía de Diogo Luiz]. (Parque Nacional del Lago Manyara, Tanzania. 2019). Archivo fotográfico de Naturalista. – Impala

[Fotografía de Felix Riegel]. (Provincia del Cabo Oriental, Sudáfrica. 2021). Archivo fotográfico de Naturalista. – Hiena moteada

[Fotografía de Hong Wenyang]. (Bukit Batok, Singapore. 2021). Archivo fotográfico de Naturalista. – Colugo

[Fotografía de Ian Nichols]. Archivo fotográfico de The IUCN Red List of Threatened Species. – Chimpancé

[Fotografía de Irene Domhoff]. (Sur de Kajiado, 2019). Archivo fotográfico de Naturalista. – Guepardo

[Fotografía de Jana Ohrner]. (Laikipia, Kenia. 2017). Archivo fotográfico de Naturalista. – Leopardo

[Fotografía de Joachim S. Müller]. Archivo fotográfico de Naturalista. – Leopardo de las nieves

[Fotografía de John A. Nyakatura]. Archivo fotográfico de The IUCN Red List of Threatened Species. – Perezoso de dos dedos

[Fotografía de John Mildinhal]. Archivo fotográfico de The IUCN Red List of Threatened Species. – Jirafa

[Fotografía de Josh More]. Archivo fotográfico de Naturalista. – Antílope Adax

[Fotografía de Ken Chen]. (Parque Nacional de Hell's Gate, Kenia. 2022). Archivo fotográfico de Naturalista. – Facoquero

[Fotografía de Kirsten Skinner]. (Matambwe, Tanzania. 2013). Archivo fotográfico de Naturalista. – Antílope sable

[Fotografía de Kudaibergen Amirekul]. (Kazajstán, 2021). Archivo fotográfico de Naturalista. – Camello

[Fotografía de Lilian Tomazelli]. (Feliz Natal, Mato Grosso. 2020). Archivo fotográfico de Naturalista. – Mono capuchino de cuernos

[Fotografía de Manuel A. Pérez R.]. (Lago Gatún, Panamá. 2022). Archivo fotográfico de Naturalista. – Mono capuchino cara blanca

[Fotografía de Masumi Palhof]. (Alaska, 2018). Archivo fotográfico de Naturalista. – Oso pardo

[Fotografía de Misooksun]. (Seosan, Corea del Sur. 2011). Archivo fotográfico de Naturalista. – Perro mapache

[Fotografía de Morten Ross]. (Océano Ártico, 2016). Archivo fotográfico de Naturalista. – Oso polar

[Fotografía de Oliver Drescher]. (Pwani, Tanzania. 2017). Archivo fotográfico de Naturalista. – Cebra de Grant

[Fotografía de Patrickdebeuf]. (Kabalebo, Surinam. 2019). Archivo fotográfico de Naturalista. – Mono ardilla

[Fotografía de Peter Archdale]. (Sudáfrica, 2019). Archivo fotográfico de Naturalista. – Caracal

[Fotografía de Philipp Salzgeber]. (Irán, 2014). Archivo fotográfico de Naturalista. – Dromedario

[Fotografía de Robyn Appleton]. Archivo fotográfico de The IUCN Red List of Threatened Species. – Oso de anteojos

[Fotografía de Sergey Pisarevskiy]. Archivo fotográfico de Naturalista. – Cob acuático

[Fotografía de Seth Beaudreault]. (Alaska. 2022). Archivo fotográfico de Naturalista. – Glotón

[Fotografía de Simon Nicholas]. (Bracken Ridge, Queensland. 2022). Archivo fotográfico de Naturalista. – Canguro gris oriental

[Fotografía de Ted Schmitt]. (Tanzania, 2018). Archivo fotográfico de Naturalista. – Ñu azul

[Fotografía de Tambako]. (2018). Archivo fotográfico de Naturalista. – Lémur cola anillada

[Fotografía de Tim Lumley]. (2015). Archivo fotográfico de Naturalista. – Alce

[Fotografía de Tom]. (Vienne, Francia. 2013). Archivo fotográfico de Naturalista. – Jabalí euroasiático

[Fotografía de Victor Ulijn]. Archivo fotográfico de The IUCN Red List of Threatened Species.
– Orangután

11. APÉNDICES

Apéndice I. Permisos necesarios para la toma y obtención de las muestras de este trabajo.



8 dic 2020

Dr. Fernando A. Cervantes
Curador de la Colección Nacional de Mamíferos
Instituto de Biología, UNAM
Presente

Estimado Dr. Cervantes, esperando se encuentre bien de salud, por medio de la presente le solicito su autorización para que la estudiante de licenciatura de la Facultad de Ciencias Diana Ordaz García con No. Cta. 315020069, una vez que la contingencia sanitaria lo permita, pueda acceder a la Colección que usted dirige, para tomar muestras de pelo de la Colección de Docencia, de especies exóticas de mamíferos, preservadas como pieles curtidas o taxidermias. El proyecto de Diana se titula: *Catálogo de pelo de guardia de mamíferos exóticos albergados en colecciones biológicas y zoológicas de la Ciudad de México y sus alrededores.*

Diana necesita tomar muestras de pelo de la región dorsal, específicamente de la zona interescapular. La recolecta se hará con dedos o con pinzas, siempre teniendo todo el cuidado necesario para no dañar los ejemplares. Se pretende coleccionar un máximo de 10 pelos por ejemplar, de los órdenes Carnívora, Cetartiodactyla y Primates. Una vez que se nos permita el ingreso a la Colección, revisaremos los ejemplares y especificaremos con qué especies vamos a trabajar.

La idea del trabajo es elaborar un catálogo de pelos que permita la identificación correcta de estas especies y que esté al alcance de cualquier persona interesada, ya sean estudiantes, autoridades o público en general.

Sin más por el momento, le agradezco su atención.

Atentamente,
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Ciudad Universitaria, Cd. Mx., a 08 de diciembre de 2020

M. en C. Julieta Vargas Cuenca
Técnico Académico
Colección Nacional de Mamíferos
Instituto de Biología



Biól. Liliana Montañez Godoy
Coordinadora de Investigación, Colecciones, Curaduría y Conceptualización del Museo de Historia Natural y Cultura Ambiental (MHNCA)
Museo de Historia Natural
Presente

Estimada Biól. Montañez, esperando se encuentre bien de salud, por medio de la presente le solicité su autorización para que la estudiante de licenciatura de la Facultad de Ciencias Diana Ordaz García con No. Cta. 315020069, pueda acceder a la Colección del Museo de Historia Natural, para tomar muestras de pelo de especies exóticas de mamíferos, preservados como pieles curtidas o taxidermias. El proyecto de Diana se titula: *Catálogo de pelo de guardia de mamíferos exóticos albergados en colecciones biológicas y zoológicas de la Ciudad de México y sus alrededores.*

Diana necesita tomar muestras de pelo de la región dorsal, específicamente de la zona interescapular. La recolecta se hará con dedos o con pinzas, siempre teniendo todo el cuidado necesario para no dañar los ejemplares. Se pretende coleccionar un máximo de 10 pelos por ejemplar.

La idea del trabajo es elaborar un catálogo de pelos que permita la identificación correcta de estas especies y que esté al alcance de cualquier persona interesada, ya sean estudiantes, autoridades o público en general.

Sin más por el momento, le agradezco su atención.

Atentamente,
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Ciudad Universitaria, Cd. Mx., a 08 de diciembre de 2020

M. en C. Julieta Vargas Cuenca
Técnico Académico
Colección Nacional de Mamíferos, Instituto de Biología
Profesora de asignatura, Facultad de Ciencias



GOBIERNO DE LA
CIUDAD DE MÉXICO

SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE
DIRECCIÓN GENERAL DE ZOOLOGICOS Y
CONSERVACIÓN DE LA FAUNA SILVESTRE
DIRECCIÓN DE OPERACIÓN CIENTÍFICA Y

Ciudad de México, a 19 de enero del 2021
OF/SEDEMA/DGZCFS/DOCT/ 061 /2021

ASUNTO: APROBACIÓN
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PBIol. Diana Ordaz García.

PRESENTE

Por este conducto me permito informar a usted, que el proyecto de investigación "Catálogo de pelo de guardia de mamíferos silvestres albergados en colecciones biológicas y Zoológicos de la Ciudad de México y sus alrededores", ha sido aceptado por el comité de investigación de esta Dirección General de Zoológicos y Conservación de la Fauna Silvestre, durante la tercera reunión ordinaria virtual del Grupo de Trabajo de Investigación, bajo los procedimientos y lineamientos establecidos por la Dirección de Operación Científica y Técnica. Quedando como apoyo asesor interno la M en MVZ. Josefina Rosales Castillo, Enlace de Programas Científicos quien estará al pendiente del desarrollo de su proyecto.

Recuerde que la publicación que pudiera generarse de este estudio, deberá dar créditos a la Institución, así como a todo el personal que participe de la DGZCFS.

De manera interna su proyecto será identificado con la clave «Ordaz_Catálogo de pelo de guardia de mamíferos silvestres -enero2021». A partir del momento en que se dé fecha al acuse de recepción de la misma, podrá dar inicio el proyecto de investigación, deseándole mucho éxito en el desarrollo del mismo y reiterándole nuestro compromiso en apoyarle en su elaboración.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

Av. Chivatito s/n, 1ra. Sección del Bosque de Chapultepec,
Col. San Miguel Chapultepec, C.P. 11850
Alc. Miguel Hidalgo, Ciudad de México. Tel. 55 53 62 63 Ext. 2060

CIUDAD **INNOVADORA**
Y DE **DERECHOS**



GOBIERNO DE LA
CIUDAD DE MÉXICO

SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE
DIRECCIÓN GENERAL DE ZOOLOGICOS Y
CONSERVACIÓN DE LA FAUNA SILVESTRE
DIRECCIÓN DE OPERACIÓN CIENTÍFICA Y

ATENTAMENTE


M.V.Z. MSC. Valeria Aguilar Sánchez
Directora de Operación Científica y Técnica

Por el uso responsable en el consumo de papel, las copias se enviarán en formato electrónico

C.c.e. p_MSC. MVZ. Fernando Gual Sill. Director General de Zoológicos y Conservación de Fauna Silvestre. copias.dgzcfcs.sedema@gmail.com

VAS/jrc

ARCHIVO OF/SEDEMA/DGZCFCS/DOCT/ 061 /2021.

Av. Chivatito s/n, 1ra. Sección del Bosque de Chapultepec,
Col. San Miguel Chapultepec, C.P. 11850
Alc. Miguel Hidalgo, Ciudad de México. Tel. 55 53 62 63 Ext. 2060

CIUDAD INNOVADORA
Y DE DERECHOS

Apéndice II. Categorización y descripción de las estructuras cuticulares y medulares de los pelos de guardia.

Los nombres para las descripciones de las estructuras cuticulares y medulares de los pelos de guardia se obtuvieron del trabajo de Arita (1985), ya que él reúne clasificaciones y descripciones de otros autores, lo que lo hace una guía completa e integral. Consultar su trabajo para mayores detalles y la visualización de esquemas de los distintos patrones celulares.

Arita (1985) toma en cuenta diferentes criterios para describir y caracterizar las estructuras externas e internas de los pelos de guardia. En el caso de la parte externa, las tres características que describen y difieren en el patrón de las escamas cuticulares son el tipo de margen, la distancia marginal y los patrones de escamas.

El margen es lo que delimita una escama con la siguiente y puede ser de tres tipos diferentes: liso, cuando no presenta irregularidades y es continuo; crenado, cuando presenta irregularidades de tipo aserradas o dentadas; y rizado, cuando las irregularidades presentes son muy pronunciadas.

La distancia marginal es el espacio que hay entre las escamas. Esta puede ser de tres formas: cercana, intermedia y lejana, lo cual puede llegar a ser muy subjetivo si no se miden directamente.

Los patrones de escamas presentan varias divisiones. De manera general pueden ser clasificados como coronales, cuando una escama abarca toda la circunferencia del pelo; e imbricadas, cuando se necesita más de una escama para cubrir toda la circunferencia. A su vez, las escamas coronales pueden describirse por su divergencia al tallo principal. Son adpresas cuando la divergencia es mínima y parecen sin volumen, divergentes, cuando se alejan del tallo principal y divaricadas cuando su volumen es mayor y parecen levantadas.

Los patrones de las escamas se describen conforme la forma de acomodo de las escamas, sus nombres se relacionan con la morfología presentada. Aquí se mencionan los nombres de los patrones de las escamas coronales: enteras, repandas, sinuadas, emarginadas, astadas simétricas, astadas asimétricas, denticuladas, dentadas, erosas, crenadas, crenadas irregulares, lobadas anchas y lobadas angostas. Por su parte, los nombres de los patrones de las escamas imbricadas son: pétalo regular, pétalo romboidal, pétalo irregular, pectinado, mosaico regular, mosaico irregular, en V sencillo, en V doble, ondulado regular, ondulado irregular, mosaico ondulado y ondulado irregular.

Arita (1985) también reúne la información de trabajos previos para completar las descripciones de los patrones celulares encontrados en la médula del pelo. Existen cuatro tipos de patrones medulares de manera general: médula ausente, médula continua, médula fragmentada y médula escalonada. El patrón de médula ausente es cuando hay carencia de esta estructura al interior del pelo. La médula continua puede dividirse en cinco: amorfa, cuando la médula es un tubo continuo sin distinción de células; con celdillas, cuando se distinguen células de forma irregular; vacuolar, cuando las células internas se observan como vacuolas; con intrusiones corticales, cuando la corteza se invagina hacia el tubo continuo de la médula; rejilla continua, cuando la médula es un continuo ancho de células generalmente pequeñas y poligonales.

Apéndice III. Muestras de pelo de guardia dorsal de 46 especies de mamíferos exóticos procedentes de colecciones biológicas y zoológicas de la Ciudad de México.

Núm. de especie	Núm. individuos muestreados	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	
1	2	Diprotodontia	Macropodidae	Canguro gris oriental _b	<i>Macropus giganteus</i>	
2	2	Pilosa	Choloepodidae	Perezoso de dos dedos _c	<i>Choloepus didactylus</i>	
3	1	Dermoptera	Cynocephalidae	Colugo _a	<i>Galeopterus variegatus</i>	
4	1	Chiroptera	Pteropodidae	Gran zorro volador de cuello rojo _a	<i>Pteropus vampyrus</i>	
5	1			Murciélago frugívoro de Egipto _c	<i>Rousettus aegyptiacus</i>	
6	1	Primates	Cebidae	Mono capuchino de cuernos _c	<i>Sapajus apella</i>	
7	1			Mono ardilla _c	<i>Saimiri sciureus</i>	
8	1			Mono capuchino cara blanca _c	<i>Cebus capucinus</i>	
9	1		Lemuridae	Lémur cola anillada _c	<i>Lemur catta</i>	
10	1		Hominidae	Chimpancé _b	<i>Pan troglodytes</i>	
11	1			Orangután _c	<i>Pongo pygmaeus</i>	
12	1		Carnivora	Hyaenidae	Hiena moteada _c	<i>Crocuta crocuta</i>
13	1	Mustelidae		Glotón _b	<i>Gulo gulo</i>	
14	2	Ursidae			Panda gigante _{b,c}	<i>Ailuropoda melanoleuca</i>
15	3				Oso pardo _b	<i>Ursus arctos</i>
16	3				Oso polar _b	<i>Ursus maritimus</i>
17	2				Oso de anteojos _{b,c}	<i>Tremarctos ornatus</i>
18	3	Canidae			Perro mapache _{a,c}	<i>Nyctereutes procyonoides</i>
19	1				Zorro rojo _b	<i>Vulpes vulpes</i>
20	1	Felidae			Guepardo _a	<i>Acinonyx jubatus</i>
21	5				Caracal _c	<i>Caracal caracal</i>
22	5				Tigre de bengala _{a,b,c}	<i>Panthera tigris</i>
23	3				León africano _{a,b,c}	<i>Panthera leo</i>
24	1				Leopardo _b	<i>Panthera pardus</i>
25	1				Leopardo de las nieves _c	<i>Panthera uncia</i>
26	2	Perissodactyla		Equidae	Cebra de Grant _{b,c}	<i>Equus quagga</i>
27	1	Rhinocerotidae		Rinoceronte negro _b	<i>Diceros bicornis</i>	
28	3	Artiodactyla	Giraffidae	Jirafa _{b,c}	<i>Giraffa camelopardalis</i>	
29	1		Suidae		Jabalí euroasiático _b	<i>Sus scrofa</i>
30	2				Facoquero _b	<i>Phacochoerus africanus</i>
31	2		Bovidae		Ñu azul _{a,b}	<i>Connochaetes taurinus</i>
32	1				Antílope Adax _b	<i>Addax nasomaculatus</i>
33	1				Antílope nyalab _b	<i>Tragelaphus buxtoni</i>
34	1				Antílope Eland _c	<i>Tragelaphus oryx</i>
35	1				Antílope sable _b	<i>Hippotragus niger</i>
36	1				Antílope indio _c	<i>Antelope cervicapra</i>

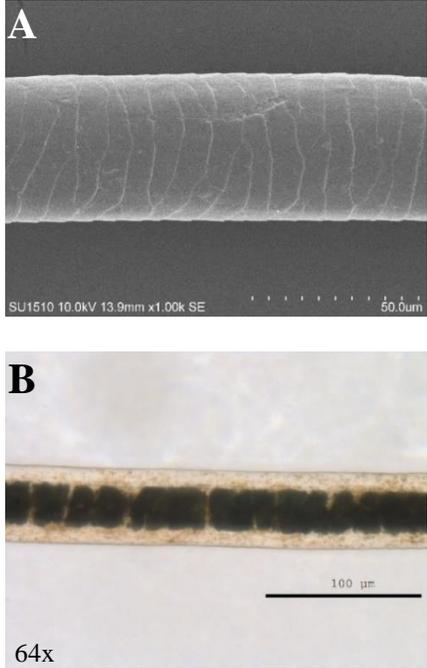
Núm. de especie	Núm. individuos muestreados	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico
37	2			Cob acuático _b	<i>Kobus ellipsiprymnus</i>
38	1			Impala _b	<i>Aepyceros melampus</i>
39	1			Nilgób _b	<i>Boselaphus tragocamelus</i>
40	2			Redunca _{a,b}	<i>Redunca redunca</i>
41	2		Camelidae	Dromedario _{b,c}	<i>Camelus dromedarius</i>
42	1			Camello _c	<i>Camelus bactrianus</i>
43	7		Cervidae	Caribú _{a,b}	<i>Rangifer tarandus</i>
44	1			Venado sika _b	<i>Cervus nippon</i>
45	2			Alce _b	<i>Alces alces</i>
46	1			Gamo _c	<i>Dama dama</i>

a: especies procedentes de la CNMA, UNAM; b: especies procedentes del MHNCA; c: especies procedentes de los tres zoológicos de la Ciudad de México.

Apéndice IV. Fichas informativas de las especies y fotografías de sus pelos de guardia.

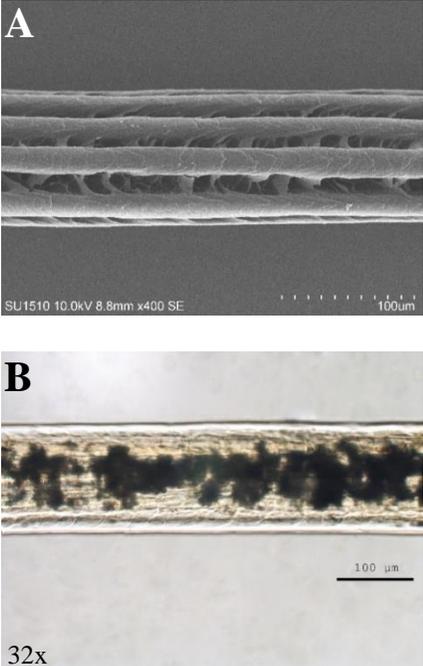
Orden: Diprotodontia

Familia: Macropodidae

Especie	Distribución, estatus de conservación y comercio	Estructuras del pelo de guardia. A) Disposición de escamas en la cutícula. B) Disposición de células en la médula.
<p>Canguro gris oriental (<i>Macropus giganteus</i>)</p>  <p>Fotografía: Simon Nicholas</p>	<p>Esta especie se distribuye la zona oriental de Australia. Sus poblaciones actuales son estables y, por lo tanto, su categoría de conservación es de Preocupación Menor (LC) (Munny <i>et al.</i>, 2016).</p>	

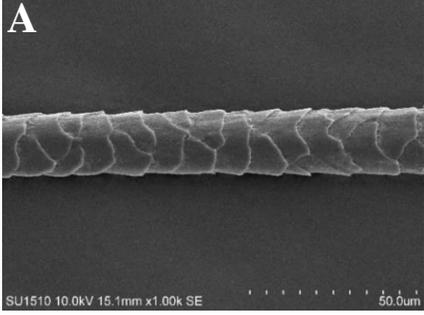
Orden: Pilosa

Familia: Choloepodidae

Especie	Distribución, estatus de conservación y comercio	Estructuras del pelo de guardia. A) Disposición de escamas en la cutícula. B) Disposición de células en la médula.
<p>Perezoso de dos dedos (<i>Choloepus didactylus</i>)</p>  <p>Fotografía: John A. Nyakatura</p>	<p>Esta especie se distribuye en países de Sudamérica como Bolivia, Brasil, Colombia, Venezuela y Perú. A pesar de que su población actual es decreciente, su categoría de conservación es de Preocupación Menor (LC) (Chiarello <i>et al.</i>, 2022).</p>	 <p>Micrographs showing the structure of the guard hair. Image A shows the cuticle with scales, and Image B shows the medulla with cells. Both images include scale bars (100 μm for A, 100 μm for B) and technical details (SU1510 10.0kV 8.8mm x400 SE for A, 32x for B).</p>

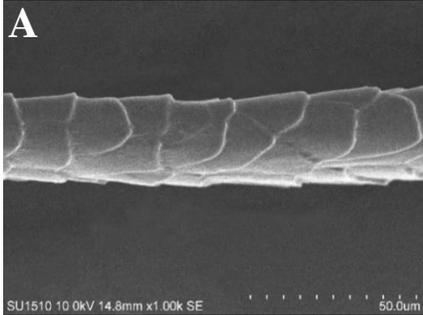
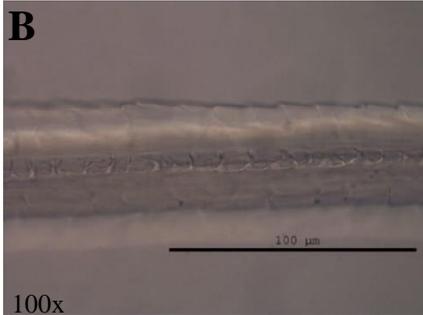
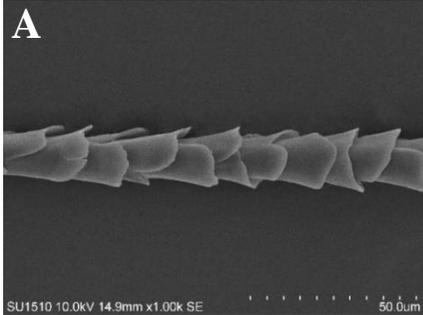
Orden: Dermoptera

Familia: Cynocephalidae

Especie	Distribución, estatus de conservación y comercio	Estructuras del pelo de guardia. A) Disposición de escamas en la cutícula. B) Disposición de células en la médula.
<p data-bbox="267 472 539 546">Colugo (<i>Galeopterus variegatus</i>)</p>  <p data-bbox="256 940 548 972">Fotografía: Hong Wenyang</p>	<p data-bbox="626 472 941 821">Esta especie se distribuye en las regiones tropicales del archipiélago malayo. A pesar de que su población actual es decreciente, su categoría de conservación es de Preocupación Menor (LC) (Boeadi y Steinmetz, 2008).</p>	 

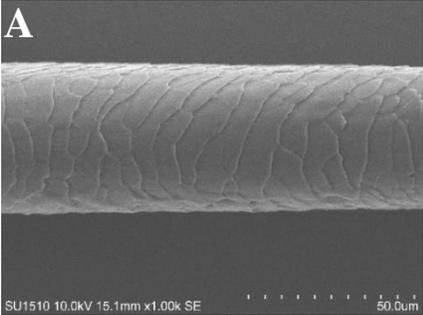
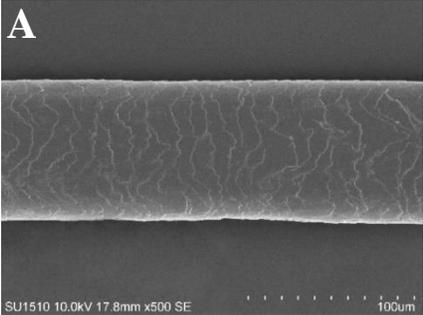
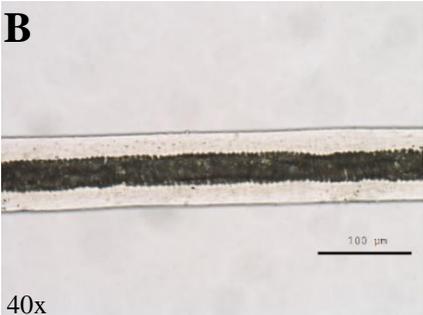
Orden: Chiroptera

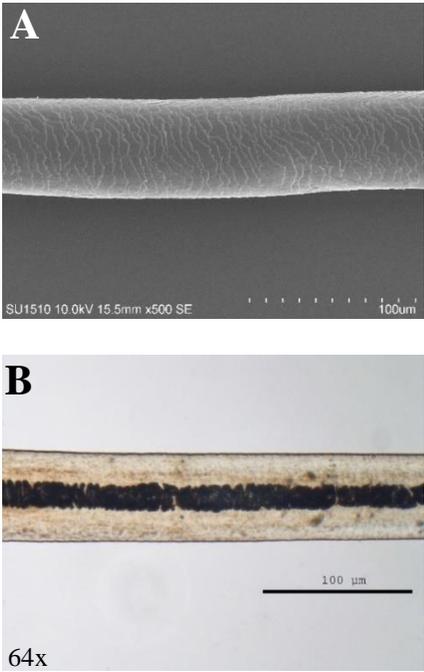
Familia: Pteropodidae

Especie	Distribución, estatus de conservación y comercio	Estructuras del pelo de guardia. A) Disposición de escamas en la cutícula. B) Disposición de células en la médula.
<p>Gran zorro volador de cuello rojo (<i>Pteropus vampyrus</i>)</p>  <p>Fotografía: Carmelo López</p>	<p>Esta especie se distribuye en países del sudeste asiático, como Camboya, Indonesia, Malasia, Filipinas, Tailandia y Vietnam. Su población actual es decreciente y debido a que sus principales amenazas son disturbios causados por humanos, se encuentra En Peligro (EN) (Mildenstein <i>et al.</i>, 2022).</p>	<p>A</p>  <p>SU1510 10.0kV 14.8mm x1.00k SE 50.0um</p> <p>B</p>  <p>100 μm 100x</p>
<p>Murciélago frugívoro de Egipto (<i>Rousettus aegyptiacus</i>)</p>  <p>Fotografía: Anne Laudisoit</p>	<p>Esta especie se distribuye por el África Subsahariana y amplias zonas del Mediterráneo oriental. Su población actual se considera estable, por lo que su categoría de conservación es de Preocupación Menor (LC) (Korine, 2016).</p>	<p>A</p>  <p>SU1510 10.0kV 14.9mm x1.00k SE 50.0um</p> <p>B</p>  <p>100 μm 100x</p>

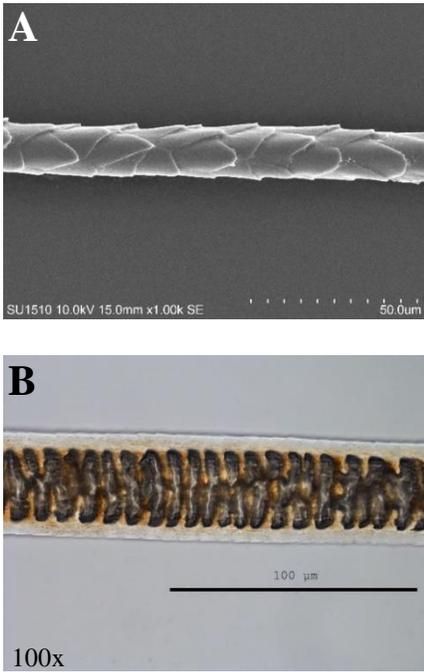
Orden: Primates

Familia: Cebidae

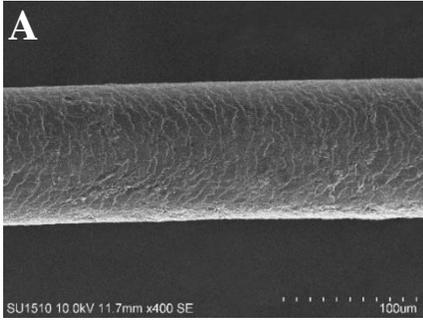
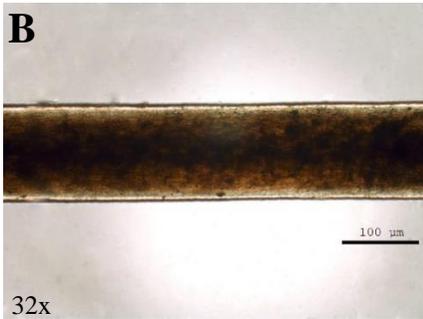
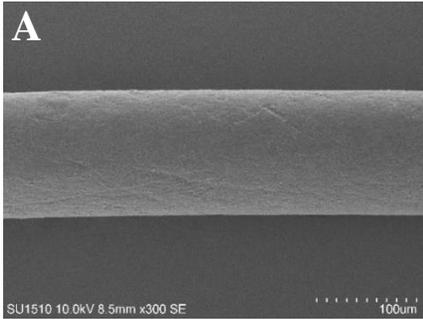
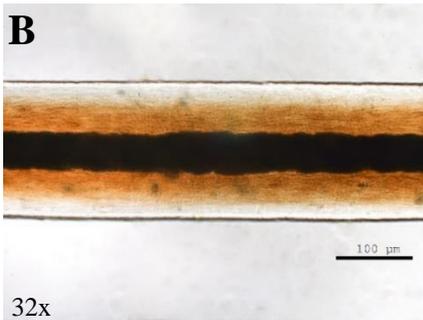
Especie	Distribución, estatus de conservación y comercio	Estructuras del pelo de guardia. A) Disposición de escamas en la cutícula. B) Disposición de células en la médula.
<p>Mono capuchino de cuernos (<i>Sapajus apella</i>)</p>  <p>Fotografía: Lilian Tomazelli</p>	<p>Esta especie se distribuye en Sudamérica. A pesar de que su población actual es decreciente, su categoría de conservación es de Preocupación Menor (LC) (Boubli <i>et al.</i>, 2021).</p>	<p>A</p>  <p>B</p> 
<p>Mono ardilla (<i>Saimiri sciureus</i>)</p>  <p>Fotografía: Patrickdebeuf</p>	<p>Esta especie se distribuye en Brasil, Guayana Francesa y Surinam. A pesar de que su población actual es decreciente, su categoría de conservación es de Preocupación Menor (LC) (Silva <i>et al.</i>, 2021). Esta especie de cébido también se ha importado en México con fines de comercio (CITES Secretariat and UNEP-WCMC, 2022).</p>	<p>A</p>  <p>B</p> 

<p>Mono capuchino cara blanca (<i>Cebus capucinus</i>)</p>  <p>Fotografía: Manuel A. Pérez R.</p>	<p>Esta especie se distribuye en Colombia, Ecuador y Panamá. Su población actual es decreciente y se refleja en su categoría de conservación, la cual es Vulnerable (VU) (De la Torre <i>et al.</i>, 2021).</p>	 <p>A) Disposición de escamas en la cutícula. B) Disposición de células en la médula.</p>
--	---	---

Familia: Lemuridae

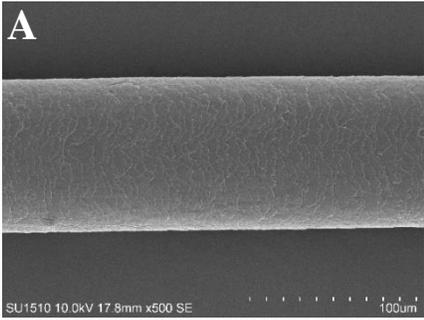
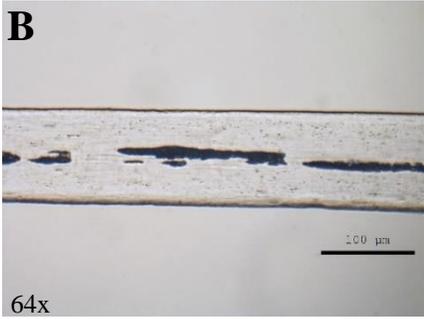
Especie	Distribución, estatus de conservación y comercio	Estructuras del pelo de guardia. A) Disposición de escamas en la cutícula. B) Disposición de células en la médula.
<p>Lémur cola anillada (<i>Lemur catta</i>)</p>  <p>Fotografía: Tambako</p>	<p>Esta especie se distribuye en Madagascar. Su población actual es decreciente debido a la pérdida de su hábitat y su caza ilegal. Esto se refleja en su categoría de conservación, la cual es En Peligro (EN) (LaFleur y Gould, 2020).</p>	 <p>A) Disposición de escamas en la cutícula. B) Disposición de células en la médula.</p>

Familia: Hominidae

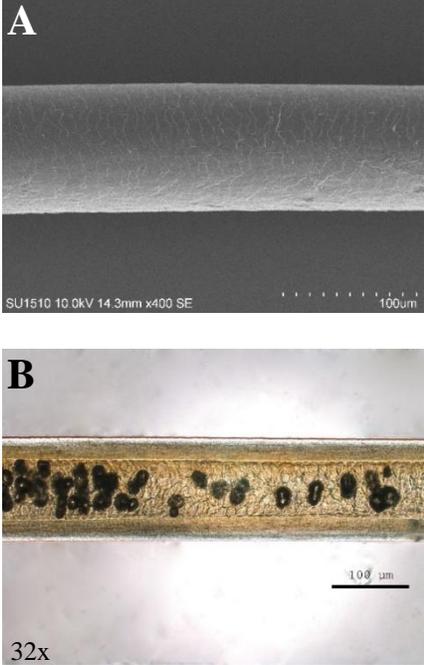
Especie	Distribución, estatus de conservación y comercio	Estructuras del pelo de guardia. A) Disposición de escamas en la cutícula. B) Disposición de células en la médula.
<p style="text-align: center;">Chimpancé (<i>Pan troglodytes</i>)</p>  <p style="text-align: center;">Fotografía: Ian Nichols</p>	<p>Esta especie se distribuye en algunas regiones del Oeste de África. Su población actual es decreciente debido a la pérdida de su hábitat y su caza furtiva. Esto se refleja en su categoría de conservación, la cual es En Peligro (EN) (Humble <i>et al.</i>, 2016).</p>	 
<p style="text-align: center;">Orangután (<i>Pongo pygmaeus</i>)</p>  <p style="text-align: center;">Fotografía: Victor Ulijn</p>	<p>Esta especie se distribuye en las selvas tropicales de las islas del sudeste asiático de Borneo y Sumatra. Su población actual es decreciente, principalmente por la pérdida y fragmentación de su hábitat. Esto se refleja en su categoría de conservación, la cual es En Peligro Crítico (CR) (Ancrenaz <i>et al.</i>, 2016).</p>	 

Orden: Carnivora

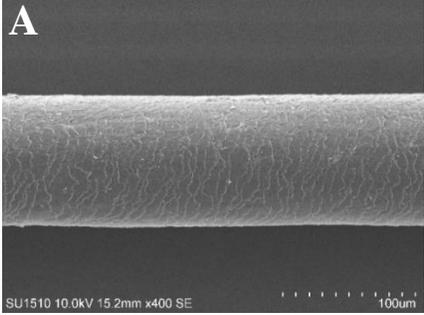
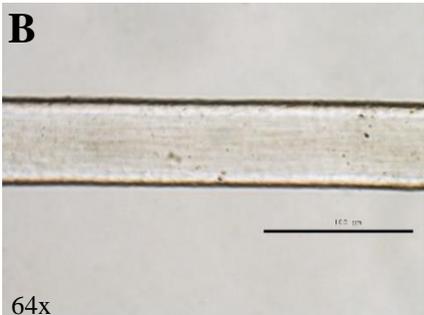
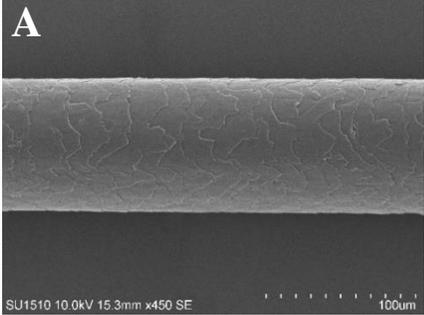
Familia: Hyaenidae

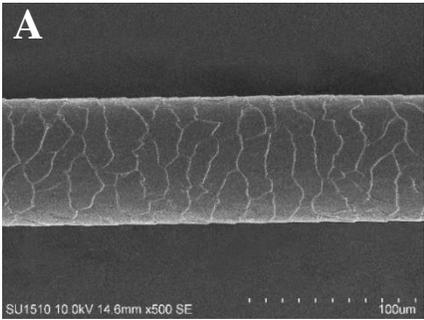
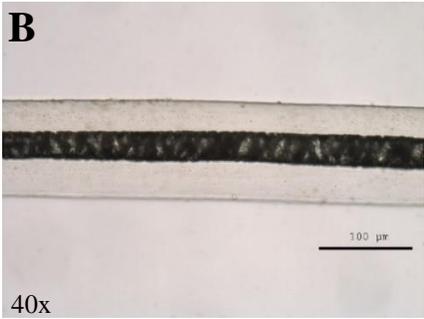
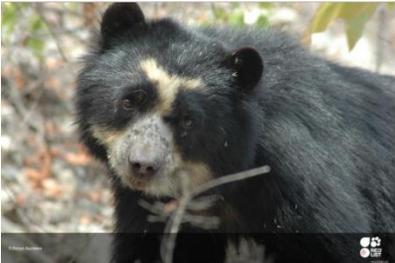
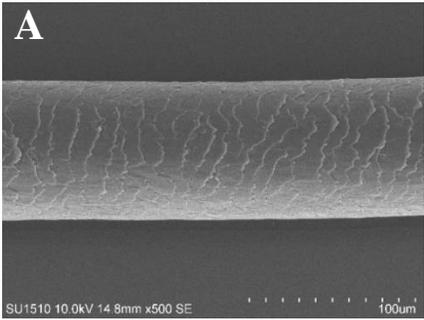
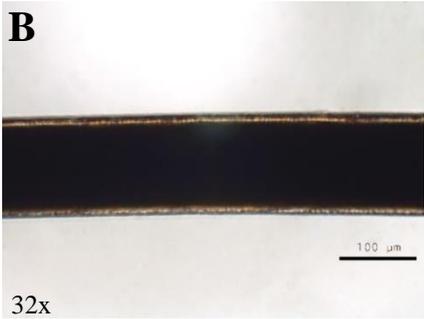
Especie	Distribución, estatus de conservación y comercio	Estructuras del pelo de guardia. A) Disposición de escamas en la cutícula. B) Disposición de células en la médula.
<p>Hiena moteada (<i>Crocuta crocuta</i>)</p>  <p>Fotografía: Felix Riegel</p>	<p>Esta especie se distribuye en las sabanas africanas. Aunque su población actual es decreciente, su categoría de conservación es de Preocupación Menor (LC) (Bohm y Höner, 2015).</p>	 <p>A</p>  <p>B</p> <p>64x</p>

Familia: Mustelidae

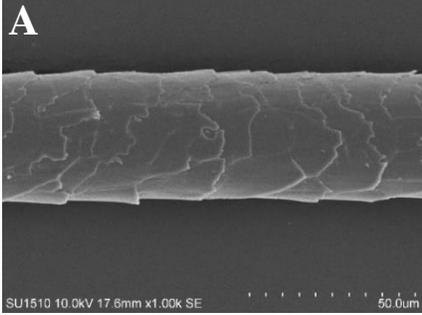
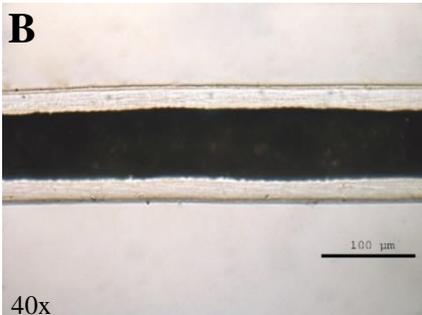
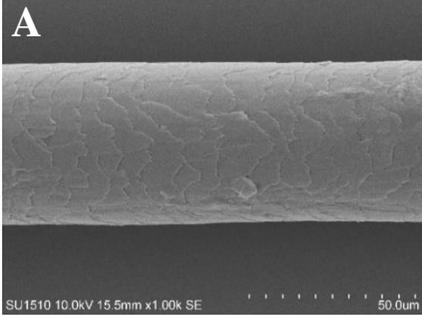
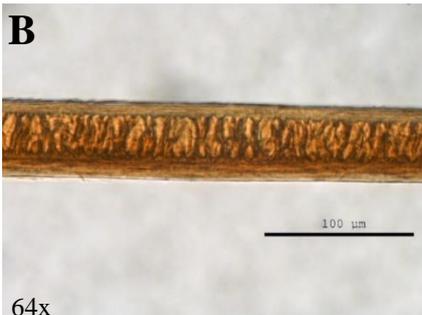
Especie	Distribución, estatus de conservación y comercio	Estructuras del pelo de guardia. A) Disposición de escamas en la cutícula. B) Disposición de células en la médula.
<p style="text-align: center;">Glotón (<i>Gulo gulo</i>)</p>  <p style="text-align: center;">Fotografía: Seth Beaudreault</p>	<p>Esta especie se distribuye en los bosques boreales de Asia, Europa y América. Aunque su población actual es decreciente, su categoría de conservación es de Preocupación Menor (LC) (Abramov, 2016).</p>	 <p style="text-align: center;">32x</p>

Familia: Ursidae

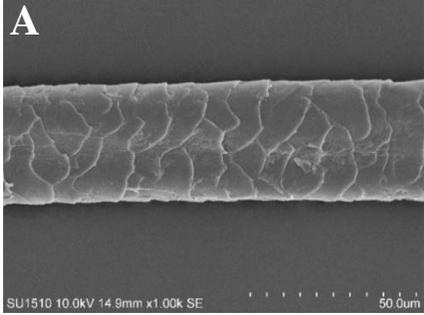
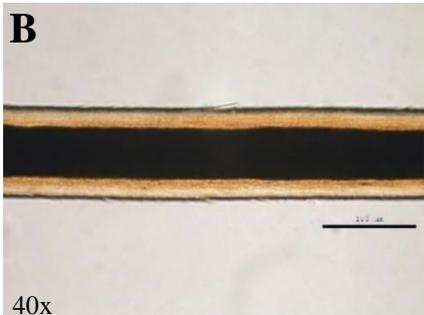
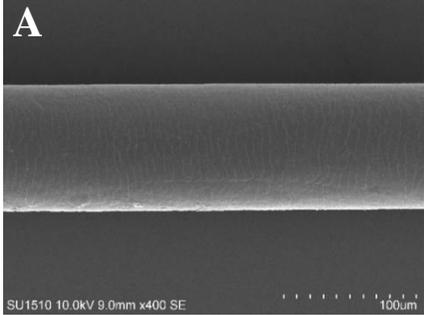
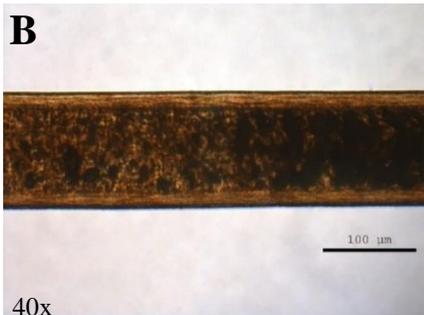
Especie	Distribución, estatus de conservación y comercio	Estructuras del pelo de guardia. A) Disposición de escamas en la cutícula. B) Disposición de células en la médula.
<p>Panda gigante (<i>Ailuropoda melanoleuca</i>)</p>  <p>Fotografía: David Sheppard</p>	<p>Esta especie se distribuye en algunas regiones de China. Aunque su población actual es creciente, su categoría de conservación sigue siendo Vulnerable (VU) debido a la pérdida de su hábitat (Swaigood <i>et al.</i>, 2016).</p>	  <p>64x</p>
<p>Oso pardo (<i>Ursus arctos</i>)</p>  <p>Fotografía: Masumi Palhof</p>	<p>Actualmente, esta especie se distribuye en el norte de Europa, Asia y América. Su población actual es estable y se considera que su categoría de conservación es de Preocupación Menor (LC) (McLellan <i>et al.</i>, 2017). México ha importado pieles de esta especie con fines de comercio (CITES Secretariat and UNEP-WCMC, 2022).</p>	  <p>40x</p>

<p style="text-align: center;">Oso polar (<i>Ursus maritimus</i>)</p>  <p style="text-align: center;">Fotografía: Morten Ross</p>	<p>Esta especie se distribuye en las zonas heladas del hemisferio norte. Su población actual es decreciente y su categoría de conservación sigue siendo Vulnerable (VU) debido a todos los cambios ambientales actuales (Wiig <i>et al.</i>, 2015). Piel y huesos de esta especie de oso han sido importados en México en los últimos años (CITES Secretariat and UNEP-WCMC, 2022).</p>	 <p style="text-align: right;">A</p> <p style="text-align: right;">SU1510 10.0kV 14.6mm x500 SE 100µm</p>  <p style="text-align: right;">B</p> <p style="text-align: right;">100 µm</p> <p style="text-align: right;">40x</p>
<p style="text-align: center;">Oso de anteojos (<i>Tremarctos ornatus</i>)</p>  <p style="text-align: center;">Fotografía: Robyn Appleton</p>	<p>Esta especie se distribuye en los bosques húmedos andinos, al oeste de Sudamérica. Su población actual es decreciente y se refleja en su categoría de conservación, la cual es Vulnerable (VU) (Velez-Liendo y García-Rangel, 2017).</p>	 <p style="text-align: right;">A</p> <p style="text-align: right;">SU1510 10.0kV 14.8mm x500 SE 100µm</p>  <p style="text-align: right;">B</p> <p style="text-align: right;">100 µm</p> <p style="text-align: right;">32x</p>

Familia: Canidae

Especie	Distribución, estatus de conservación y comercio	Estructuras del pelo de guardia. A) Disposición de escamas en la cutícula. B) Disposición de células en la médula.
<p style="text-align: center;">Perro mapache (<i>Nyctereutes procyonoides</i>)</p>  <p style="text-align: center;">Fotografía: Misooksun</p>	<p>Esta especie se distribuye en el sudeste asiático. Su población actual es estable y su categoría de conservación se considera de Preocupación Menor (LC) (Kauhala y Saeki, 2016).</p>	  <p>40x</p>
<p style="text-align: center;">Zorro rojo (<i>Vulpes vulpes</i>)</p>  <p style="text-align: center;">Fotografía: Denis Doucet</p>	<p>Esta especie se distribuye a lo largo de la región paleártica y norteamérica. Su población actual es estable y su categoría de conservación se considera de Preocupación Menor (LC) (Hoffmann y Sillero-Zubiri, 2021).</p>	  <p>64x</p>

Familia: Felidae

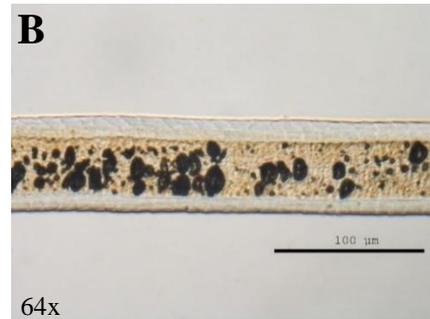
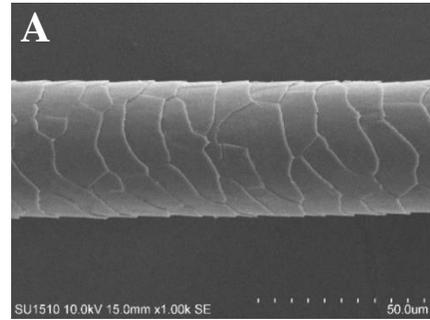
Especie	Distribución, estatus de conservación y comercio	Estructuras del pelo de guardia. A) Disposición de escamas en la cutícula. B) Disposición de células en la médula.
<p style="text-align: center;">Guepardo (<i>Acinonyx jubatus</i>)</p>  <p style="text-align: center;">Fotografía: Irene Domhoff</p>	<p>Esta especie se distribuye en las sabanas africanas y en Irán. Su población actual es decreciente y se refleja en su categoría de conservación la cual es Vulnerable (VU) debido a la pérdida y fragmentación de su hábitat (Durant <i>et al.</i>, 2022). Esta especie ha sido importada ilegalmente en México en forma de trofeos (CITES Secretariat and UNEP-WCMC, 2022).</p>	  <p>40x</p>
<p style="text-align: center;">Caracal (<i>Caracal caracal</i>)</p>  <p style="text-align: center;">Fotografía: Peter Archdale</p>	<p>Esta especie habita las sabanas y semidesiertos de África y el Oeste de Asia. Se desconoce el estado de su población actual, pero su categoría de conservación se considera de Preocupación Menor (LC) (Avgan <i>et al.</i>, 2016). Esta especie ha sido importada ilegalmente en México con distintos propósitos, como trofeos, pieles, cráneos y fines de comercio (CITES Secretariat and UNEP-WCMC, 2022).</p>	  <p>40x</p>

Tigre de bengala
(*Panthera tigris*)



Fotografía: Alex Sliwa

Esta especie se distribuye en el continente asiático. Su población actual es decreciente y su categoría de conservación es En Peligro (EN) debido, principalmente, a su caza indiscriminada (Goodrich *et al.*, 2022). Esta especie ha sido importada ilegalmente en México con fines de comercio y uso personal (CITES Secretariat and UNEP-WCMC, 2022).

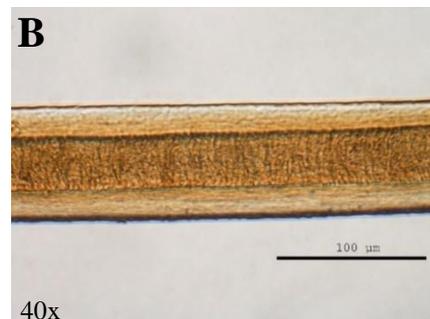
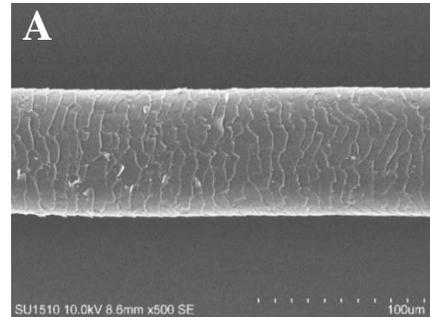


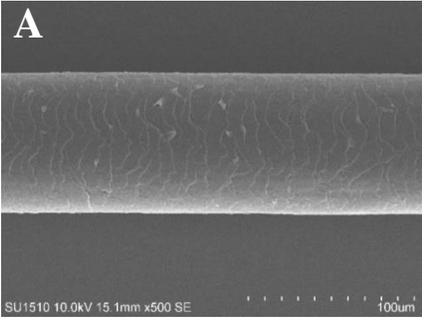
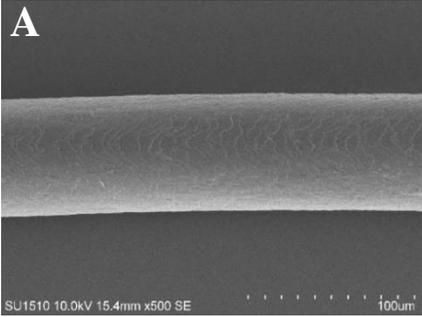
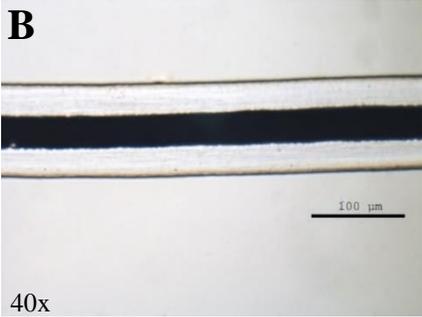
León africano
(*Panthera leo*)



Fotografía: Ashutosh Shinde

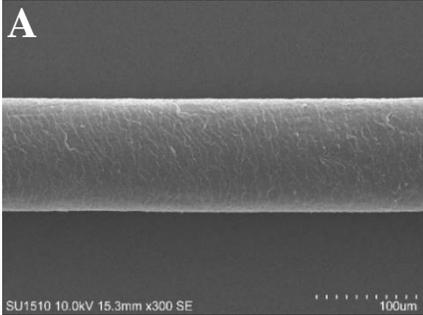
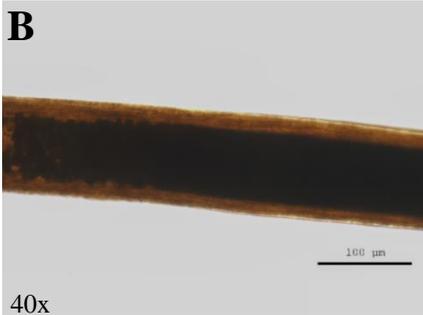
Esta especie se distribuye en África subsahariana y Asia. Su población actual es decreciente y se refleja en su categoría de conservación la cual es Vulnerable (VU) debido a la caza indiscriminada (Bauer *et al.*, 2016). Esta especie ha sido importada ilegalmente en México con distintos propósitos, como trofeos, pieles, cráneos y animales de circo (CITES Secretariat and UNEP-WCMC, 2022).



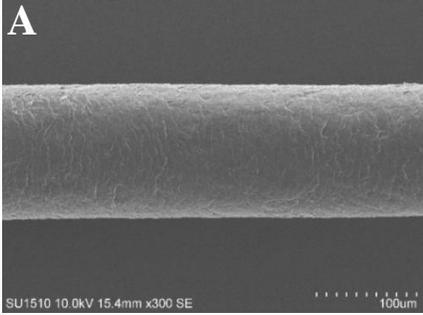
<p style="text-align: center;">Leopardo (<i>Panthera pardus</i>)</p>  <p style="text-align: center;">Fotografía: Jana Ohrner</p>	<p>Esta especie se distribuye en África, Oriente Medio y Asia. Su población actual es decreciente y se refleja en su categoría de conservación la cual es Vulnerable (VU) debido a la pérdida de su hábitat (Stein <i>et al.</i>, 2020). Esta especie ha sido importada ilegalmente en México con distintos propósitos, como trofeos, pieles, y cráneos (CITES Secretariat and UNEP-WCMC, 2022).</p>	 <p style="text-align: right;">100µm</p>  <p style="text-align: right;">100 µm 64x</p>
<p style="text-align: center;">Leopardo de las nieves (<i>Panthera uncia</i>)</p>  <p style="text-align: center;">Fotografía: Joachim S. Müller</p>	<p>Esta especie habita las montañas de Asia central. Su población actual es decreciente y se refleja en su categoría de conservación la cual es Vulnerable (VU) debido a degradación del hábitat (McCarthy <i>et al.</i>, 2017).</p>	 <p style="text-align: right;">100µm</p>  <p style="text-align: right;">100 µm 40x</p>

Orden: Perissodactyla

Familia: Equidae

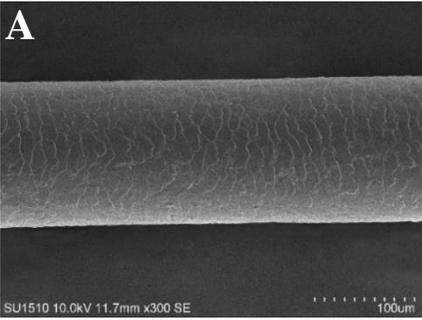
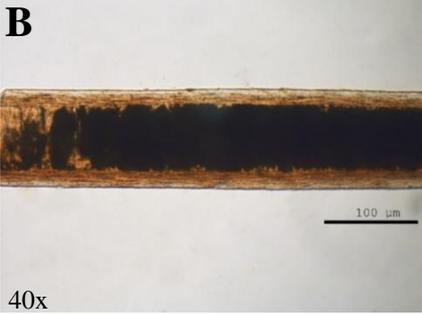
Especie	Distribución, estatus de conservación y comercio	Estructuras del pelo de guardia. A) Disposición de escamas en la cutícula. B) Disposición de células en la médula.
<p>Cebra de Grant (<i>Equus quagga</i>)</p>  <p>Fotografía: Oliver Drescher</p>	<p>Esta especie habita las llanuras y sabanas de África oriental y del sur. Su población actual es decreciente y se considera que su categoría de conservación es Casi Amenazada (NT) (King y Moehlman, 2016).</p>	 

Familia: Rhinocerotidae

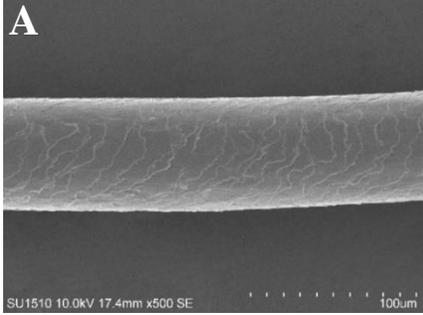
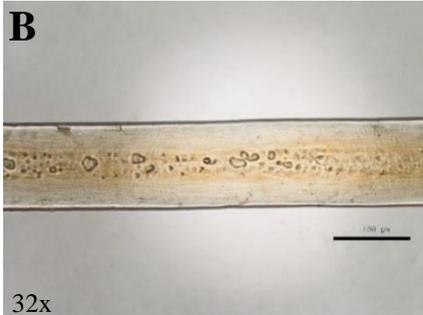
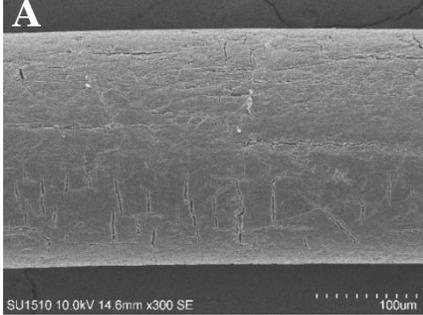
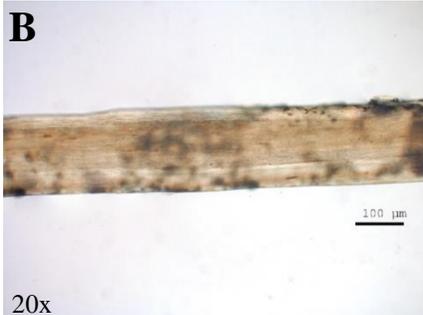
Especie	Distribución, estatus de conservación y comercio	Estructuras del pelo de guardia. A) Disposición de escamas en la cutícula. B) Disposición de células en la médula.
<p>Rinoceronte negro (<i>Diceros bicornis</i>)</p>  <p>Fotografía: Dave Hamman</p>	<p>Esta especie se distribuye en las sabanas del sur de África. A pesar de que su población actual es creciente, su categoría de conservación sigue siendo en Peligro Crítico (CR) (Emslie, 2020). Esta especie también ha sido blanco del tráfico ilegal. En México se ha importado su cráneo y como trofeo (CITES Secretariat and UNEP-WCMC, 2022).</p>	 

Orden: Artiodactyla

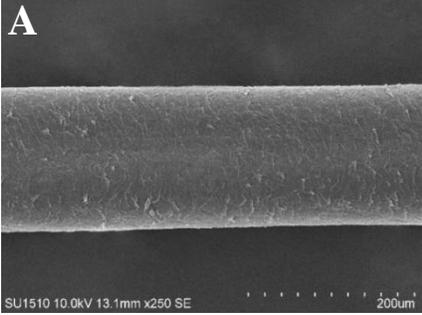
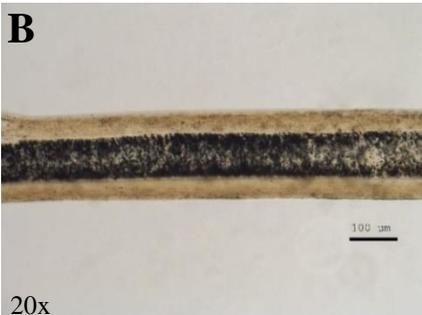
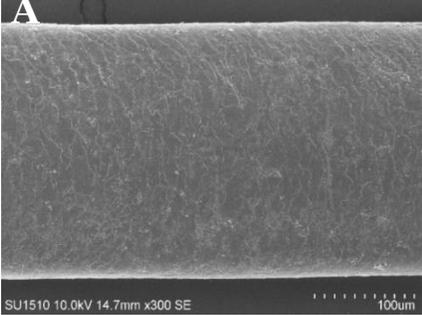
Familia: Giraffidae

Especie	Distribución, estatus de conservación y comercio	Estructuras del pelo de guardia. A) Disposición de escamas en la cutícula. B) Disposición de células en la médula.
<p data-bbox="267 472 539 546">Jirafa (<i>Giraffa camelopardalis</i>)</p>  <p data-bbox="256 919 553 951">Fotografía: John Mildinhall</p>	<p data-bbox="630 472 938 1050">Esta especie se distribuye en África meridional y oriental. Su población actual es decreciente y se refleja en su categoría de conservación, la cual es Vulnerable (VU) (Muller <i>et al.</i>, 2018). Esta especie también ha sido afectada por el tráfico ilegal. En México se ha importado su pelo, cola, pata y como trofeo (CITES Secretariat and UNEP-WCMC, 2022).</p>	 <p data-bbox="982 751 1404 777">SU1510 10.0kV 11.7mm x300 SE 100um</p>  <p data-bbox="982 1102 1404 1129">40x 100 um</p>

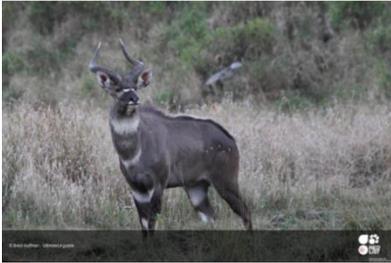
Familia: Suidae

Especie	Distribución, estatus de conservación y comercio	Estructuras del pelo de guardia. A) Disposición de escamas en la cutícula. B) Disposición de células en la médula.
<p>Jabalí euroasiático (<i>Sus scrofa</i>)</p>  <p>Fotografía: Tom</p>	<p>Esta especie se distribuye en Europa, Asia y el norte de África. Se desconoce el estado de su población actual y su categoría de conservación es de Preocupación Menor (LC) (Keuling y Leus, 2019).</p>	 
<p>Facoquero (<i>Phacochoerus africanus</i>)</p>  <p>Fotografía: Ken Chen</p>	<p>Esta especie se distribuye en África subsahariana. A pesar de que el estado de su población actual es decreciente, su categoría de conservación es de Preocupación Menor (LC) (De Jong <i>et al.</i>, 2016).</p>	 

Familia: Bovidae

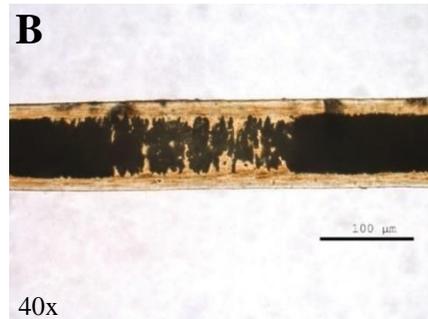
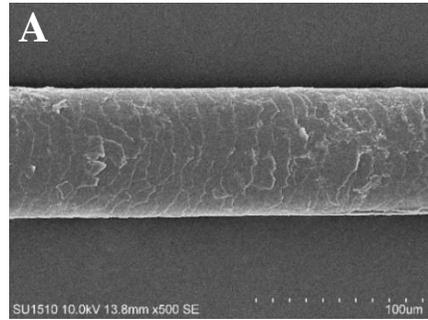
Especie	Distribución, estatus de conservación y comercio	Estructuras del pelo de guardia. A) Disposición de escamas en la cutícula. B) Disposición de células en la médula.
<p style="text-align: center;">Ñu azul (<i>Connochaetes taurinus</i>)</p>  <p style="text-align: center;">Fotografía: Ted Schmitt</p>	<p>Esta especie se distribuye al sur de África. Debido a que su estado poblacional es estable, su categoría de conservación es de Preocupación Menor (LC) (IUCN SSC Antelope Specialist Group, 2016).</p>	  <p>20x</p>
<p style="text-align: center;">Antílope Adax (<i>Addax nasomaculatus</i>)</p>  <p style="text-align: center;">Fotografía: Josh More</p>	<p>El área de distribución de esta especie está muy restringida. Actualmente hay poblaciones aisladas en Nigeria. Sus poblaciones son decrecientes, ocasionando que su categoría de conservación sea en Peligro Crítico (CR) (IUCN SSC Antelope Specialist Group, 2016). Esta especie ha sido cazada descontroladamente. En México ha sido importado con fines de trofeo (CITES Secretariat and UNEP-WCMC, 2022).</p>	  <p>20x</p>

Antílope nyala
(*Tragelaphus buxtoni*)



Fotografía: Brent Huffman

Esta especie habita las zonas boscosas de una región de Etiopía central. Sus poblaciones son decrecientes, lo que se refleja en su categoría de conservación, la cual es En Peligro (EN) (IUCN SSC Antelope Specialist Group, 2016) debido a su caza ilegal y deterioro de su hábitat.

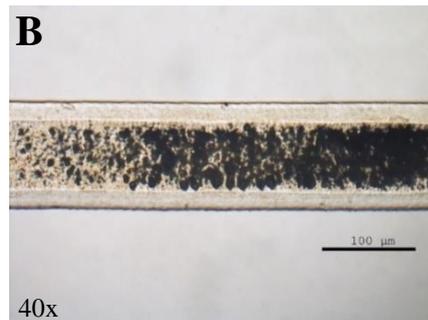
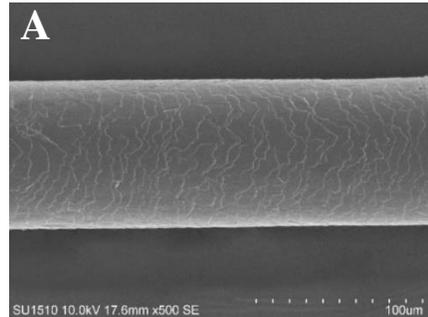


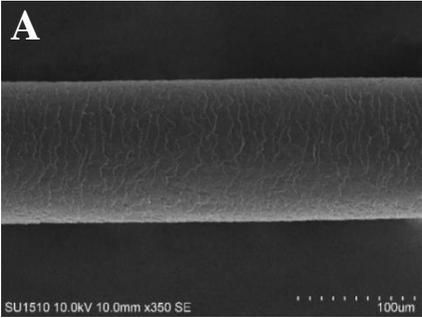
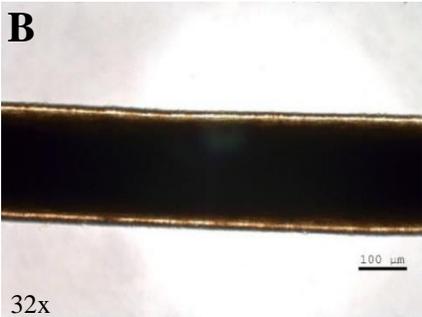
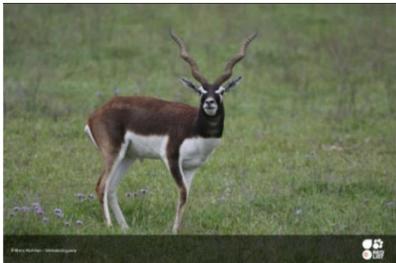
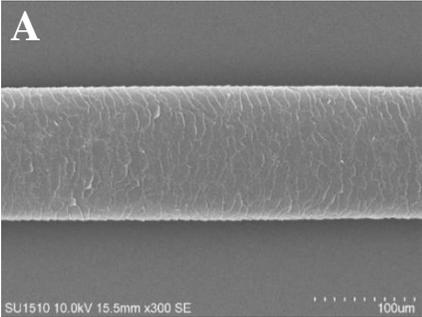
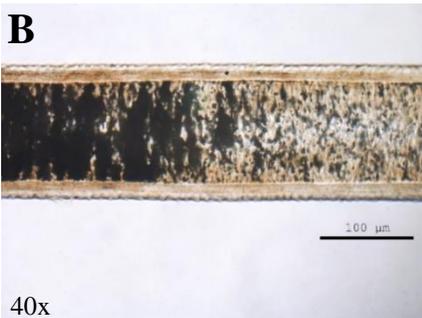
Antílope Eland
(*Tragelaphus oryx*)

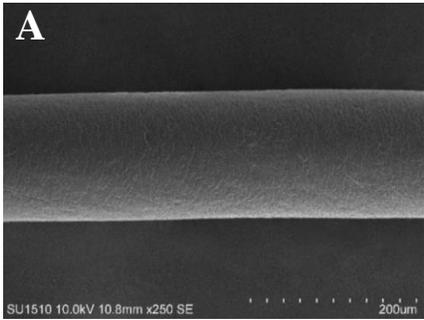
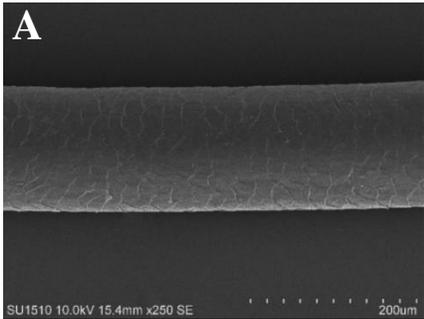
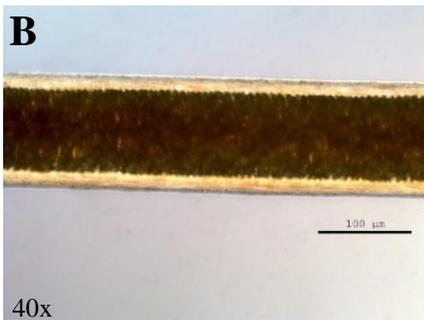


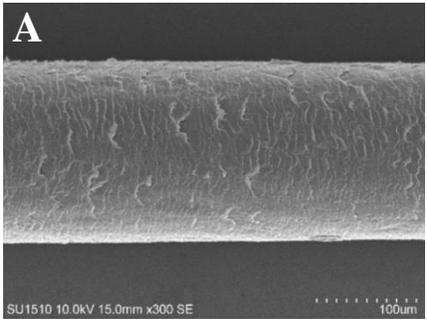
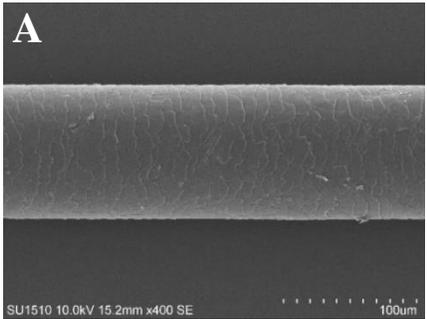
Fotografía: Greg Lasley

Esta especie se distribuye a lo largo de África. Sus poblaciones actuales se encuentran estables y su estado de conservación es de preocupación menor (LC), a pesar de estar vulnerables a la caza furtiva y a la pérdida de su hábitat (IUCN SSC Antelope Specialist Group, 2016).

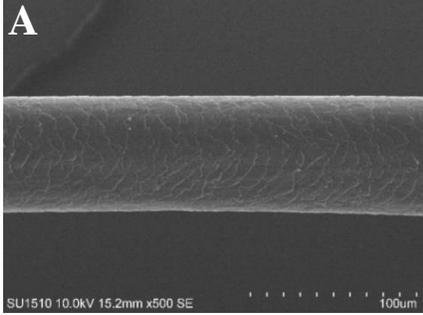
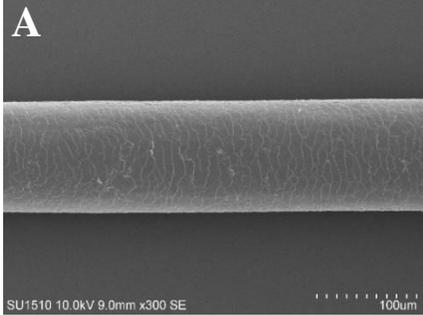
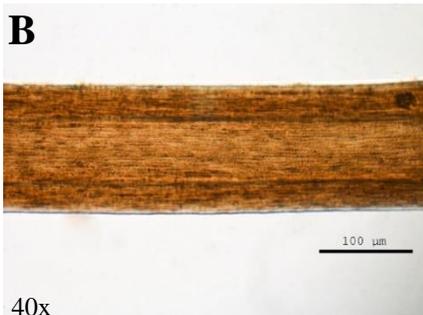


<p style="text-align: center;">Antílope sable (<i>Hippotragus niger</i>)</p>  <p style="text-align: center;">Fotografía: Kirsten Skinner</p>	<p>Esta especie se distribuye aisladamente en Angola y al este de África. Sus poblaciones actuales son estables, por lo que su categoría de conservación es de Preocupación Menor (LC) (IUCN SSC Antelope Specialist Group, 2017).</p>	 
<p style="text-align: center;">Antílope indio (<i>Antelope cervicapra</i>)</p>  <p style="text-align: center;">Fotografía: Brent Huffman</p>	<p>Esta especie se distribuye de forma natural en India y Nepal. Actualmente, se desconoce su estado poblacional, pero su categoría de conservación es de Preocupación Menor (LC) (IUCN SSC Antelope Specialist Group, 2017). Aun así, esta especie ha sido cazada ilegalmente y su piel y cuernos se han importado en México para comercio y trofeos (CITES Secretariat and UNEP-WCMC, 2022).</p>	 

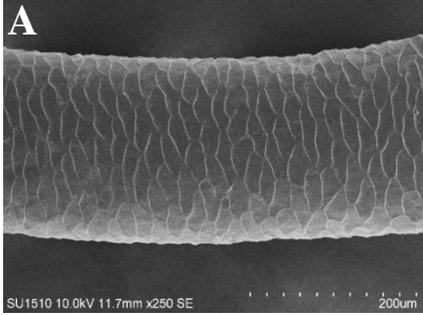
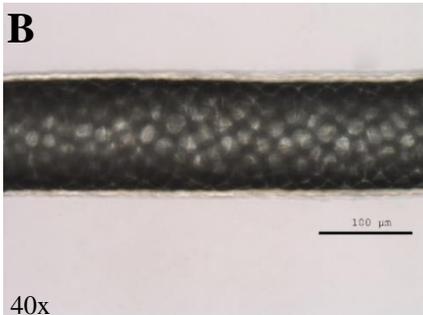
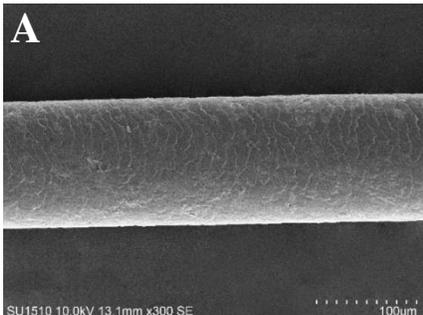
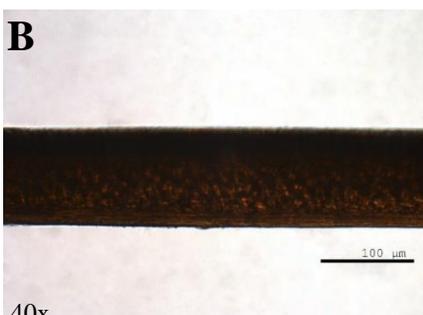
<p style="text-align: center;">Cob acuático (<i>Kobus ellipsiprymnus</i>)</p>  <p style="text-align: center;">Fotografía: Sergey Pisarevskiy</p>	<p>Esta especie habita las zonas boscosas de la región tropical africana. A pesar de que sus poblaciones son decrecientes, su categoría de conservación es de Preocupación Menor (LC) (IUCN SSC Antelope Specialist Group, 2016).</p>	 
<p style="text-align: center;">Impala (<i>Aepyceros melampus</i>)</p>  <p style="text-align: center;">Fotografía: Diogo Luiz</p>	<p>Esta especie se distribuye en la parte este de África. Sus poblaciones actuales son estables, por lo que su categoría de conservación es de Preocupación Menor (LC) (IUCN SSC Antelope Specialist Group, 2016).</p>	 

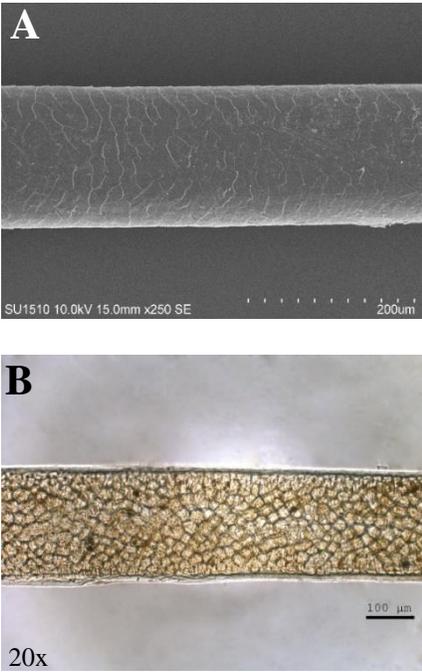
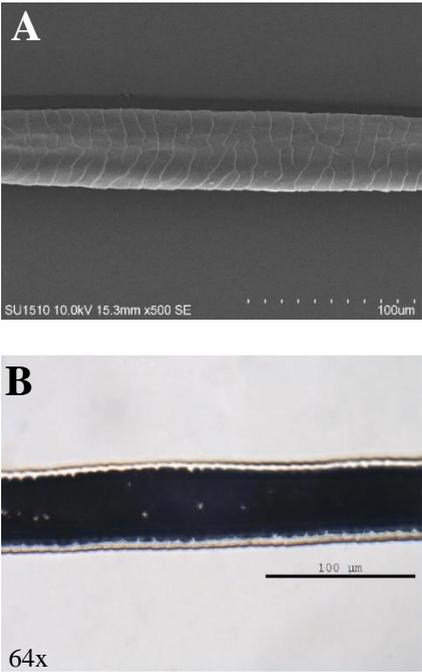
<p style="text-align: center;">Nilgó (<i>Boselaphus tragocamelus</i>)</p>  <p style="text-align: center;">Fotografía: Allan Hopkins</p>	<p>Esta especie se distribuye en el centro y norte de India y parte de Nepal y Pakistán. Sus poblaciones actuales son estables, por lo que su categoría de conservación es de Preocupación Menor (LC) (IUCN SSC Antelope Specialist Group, 2016).</p>	 
<p style="text-align: center;">Redunca (<i>Redunca redunca</i>)</p>  <p style="text-align: center;">Fotografía: Brent Huffman</p>	<p>Esta especie se distribuye en África central. A pesar de que su población es decreciente, su categoría de conservación es de Preocupación Menor (LC) (IUCN SSC Antelope Specialist Group, 2016).</p>	 

Familia: Camelidae

Especie	Distribución, estatus de conservación y comercio	Estructuras del pelo de guardia. A) Disposición de escamas en la cutícula. B) Disposición de células en la médula.
<p style="text-align: center;">Dromedario (<i>Camelus dromedarius</i>)</p>  <p style="text-align: center;">Fotografía: Philipp Salzgeber</p>	<p>Esta especie habita las regiones áridas del Medio Oriente. Debido a que es una especie domesticada, no tiene una categoría de conservación especial (Naumann, 1999).</p>	<p>A</p>  <p>B</p>  <p>64x</p>
<p style="text-align: center;">Camello (<i>Camelus bactrianus</i>)</p>  <p style="text-align: center;">Fotografía: Kudaibergen Amirekul</p>	<p>Esta especie habita algunos desiertos de China y Mongolia. Debido a que sus poblaciones son decrecientes y a que es cazado indiscriminadamente, su categoría de conservación es en Peligro Crítico (Hare, 2008).</p>	<p>A</p>  <p>B</p>  <p>40x</p>

Familia: Cervidae

Especie	Distribución, estatus de conservación y comercio	Estructuras del pelo de guardia. A) Disposición de escamas en la cutícula. B) Disposición de células en la médula.
<p style="text-align: center;">Caribú (<i>Rangifer tarandus</i>)</p>  <p style="text-align: center;">Fotografía: Brent Huffman</p>	<p>Esta especie se distribuye en las regiones circumpolares del Ártico. Sus poblaciones son decrecientes y se refleja en su categoría de conservación, la cual es Vulnerable (VU) (Gunn, 2016).</p>	<p>A</p>  <p>B</p>  <p>40x</p>
<p style="text-align: center;">Venado sika (<i>Cervus nippon</i>)</p>  <p style="text-align: center;">Fotografía: Brent Huffman</p>	<p>Esta especie se distribuye en el Oriente Asiático. Su estado poblacional es creciente y su categoría de conservación es de Preocupación Menor (LC) (Harris, 2015).</p>	<p>A</p>  <p>B</p>  <p>40x</p>

<p style="text-align: center;">Alce (<i>Alces alces</i>)</p>  <p style="text-align: center;">Fotografía: Tim Lumley</p>	<p>Esta especie se distribuye al norte de América, Europa y Asia. Su estado poblacional es creciente y su categoría de conservación es de Preocupación Menor (LC) (Hundertmark, 2016).</p>	 <p>A SU1510 10.0kV 15.0mm x250 SE 200µm</p> <p>B 20x 100 µm</p>
<p style="text-align: center;">Gamo (<i>Dama dama</i>)</p>  <p style="text-align: center;">Fotografía: Dennis Barneveld</p>	<p>Esta especie se distribuye naturalmente en Turquía. A pesar de que su estado poblacional es desconocido, su categoría de conservación es de Preocupación Menor (LC) (Masseti y Mertzanidou, 2008).</p>	 <p>A SU1510 10.0kV 15.3mm x500 SE 100µm</p> <p>B 64x 100 µm</p>