



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD XOCHIMILCO**

**DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
DEPARTAMENTO EL HOMBRE Y SU AMBIENTE
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**

**PARA OBTENER EL GRADO DE
LICENCIADA EN BIOLOGÍA**

**Manual sobre el manejo y funcionamiento de la Colección Nacional
de Mamíferos (CNMA) del Instituto de Biología, UNAM, México.**

QUE PRESENTA LA ALUMNA

Mariana Hernández Silva

**Matrícula
2143022488**

ASESORES

Interno: Dr. Jorge Ignacio Servín Martínez (32615)
Departamento El Hombre y su Ambiente UAM-X

Externo: M. en C. Julieta Vargas Cuenca
Instituto de Biología, UNAM

Ciudad de México

noviembre de 2019

RESUMEN

Se realizó un manual sobre el manejo y funcionamiento de la Colección Nacional de Mamíferos (CNMA) del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en un periodo de 9 meses (octubre 2018-julio 2019). Se hizo una búsqueda de información sobre las técnicas empleadas en la curación de ejemplares en colecciones mastozoológicas y sobre el mantenimiento que se le debe dar a una colección científica. En cuanto a los resultados, se reportaron en el manual todos los procesos curatoriales que se llevan a cabo en la colección como son: colecta, preparación, toma de muestras de tejido, ingreso y salida de ejemplares al dermestario, limpieza de ejemplares, curtido de pieles, arreglo de ejemplares en líquido, identificación taxonómica, catalogación y rotulación, ingreso de ejemplares a la colección, captura de datos, actualización de información geográfica y taxonómica y aplicación de técnicas morfométricas craneales, además, se aplicaron técnicas fotográficas en molares de roedores y se conocieron las características distintivas de cráneos de mamíferos que sirven para su identificación. Por otro lado, se reportó información sobre los aspectos legales de colecta que toman en cuenta las colecciones científicas. En cuanto al funcionamiento, manejo y cuidado de la CNMA, se concluye que no todas las colecciones mastozoológicas funcionan de igual manera, debido a que no presentan las mismas características ambientales, es por esto por lo que cada colección debe de tener sus propias políticas que rijan el manejo y la preservación de sus ejemplares encaminado a la conservación preventiva. Por otro lado, es importante mencionar que para que la CNMA siga manteniendo su prestigio a nivel internacional, se necesita un trabajo conjunto de docentes, estudiantes y personal afín para que se le dé el mejor manejo y funcionamiento.

Palabras clave: Manejo, funcionamiento, colección, mamíferos.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	2
PRESTIGIO E IMPORTANCIA DE LA COLECCIÓN NACIONAL DE MAMÍFEROS (CNMA) 2	
- <i>Administración y estructura de la CNMA</i>	3
3. OBJETIVOS	6
<i>General</i>	6
<i>Particulares</i>	6
4. METODOLOGÍA	7
5. RESULTADOS	9
FUNCIONAMIENTO DE LA COLECCIÓN NACIONAL DE MAMÍFEROS	9
<i>Procesos curatoriales</i>	9
○ Colecta de ejemplares	9
○ Preparación en piel de ejemplares medianos y pequeños	10
○ Muestra de tejido	18
○ Ingreso y salida de ejemplares al dermestario	19
○ Limpieza de ejemplares.....	21
○ Curtido de pieles.....	21
○ Arreglo de ejemplares en líquido	24
○ Identificación taxonómica	24
○ Catalogación, rotulación y captura de datos	25
○ Ingreso definitivo de ejemplares a la CNMA	26
○ Captura de información en la base de datos.....	27
○ Actualización de información geográfica y taxonómica.....	27
○ Aplicación de técnicas morfométricas craneales.....	27
○ Fotografías de molares de roedores.	31
MANTENIMIENTO DE LA CNMA	34
○ Fumigación	34
○ Arreglo y limpieza	34
○ Consulta de la CNMA.....	34
ASPECTOS LEGALES DE COLECTA QUE TOMAN EN CUENTA LAS COLECCIONES CIENTÍFICAS	35

○ Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).....	35
- <i>Colecta científica</i>	35
○ Ley General de Vida Silvestre (LGVS).....	36
- <i>Subsistema Nacional de Información sobre la Vida Silvestre</i>	36
- <i>Colecta científica</i>	37
- <i>Sobre las colecciones científicas</i>	37
○ Norma Oficial Mexicana 126, SEMARNAT. NOM-126-ECOL-2000.....	37
- <i>Colecta científica</i>	37
- <i>Sobre las colecciones científicas</i>	38
6. DISCUSIÓN	39
7. CONCLUSIÓN	40
8. REFERENCIAS	41

1. INTRODUCCIÓN

Las colecciones científicas son acervos que cuentan con ejemplares que pueden ser consultados y estudiados por cualquier persona de la sociedad; son de gran importancia debido a que representan la biodiversidad de un país, o de alguna región, además, se pueden hacer estudios de biogeografía, ecología, sistemática, genética, evolución y conservación de especies de dichas regiones (Llorente *et al.*, 1999, Cristín y Perrilliat, 2011). Por otro lado, apoyan las labores de investigación científica, docencia y difusión de la cultura. México destaca por resguardar colecciones científicas en diversas instituciones académicas de alto nivel. La Colección Nacional de Mamíferos (CNMA) del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) es una de las colecciones mastozoológicas más importantes del país y de América Latina y forma parte de las Colecciones Zoológicas que son patrimonio nacional (Cervantes *et al.*, 2016).

El trabajo de las colecciones biológicas es tan arduo que es por medio de ellas que se reconoce que México cuenta con 535 especies de mamíferos de las 5, 416 que se encuentran en el mundo (CONABIO, 2018; Sánchez *et al.*, 2014). En la CNMA se tiene representado el 90% de estas especies (IBUNAM, s/f) con 48,854 ejemplares pertenecientes a todos los órdenes de mamíferos en México, los cuales son: Didelphimorphia (0.98%), Cingulata (0.16%), Pilosa (0.05%), Eulipotyphla (3.52%), Chiroptera (37.39%), Primates (0.05%), Lagomorpha (2.26%), Rodentia (51.85%), Carnívora (2.39%), Cetartiodactyla (1.40%), Perissodactyla (0.03%) y Sirenia(0.02%), siendo el orden Rodentia el mayormente representado. De la misma manera, las áreas geográficas del país mejor representadas corresponden a las zonas tropicales de las vertientes del Pacífico y del Golfo de México (Cervantes *et al.*, 2003).

Los ejemplares resguardados en la CNMA se encuentran preservados, ya sea en piel, esqueleto, cráneo o alcohol producto del empleo de diversas técnicas llamadas “procesos curatoriales” que van desde la colecta, identificación taxonómica, preparación, catalogación e incorporación de ejemplares a la colección, además del curtido de pieles (Vargas y Fuentes, 2006). En cuanto al funcionamiento, manejo y cuidado de las colecciones biológicas se sabe que no se aplican las mismas normas para todas debido a que en el mundo se presentan diferentes climas y condiciones que ocasionan que cada colección funcione de manera diferente (Simmons y Muñoz, 2005), sin embargo, existe la noción de que el manejo de las colecciones se encamine hacia la conservación preventiva, teniendo como principal objetivo el control de plagas, un buen ambiente de almacenamiento y políticas dentro de cada colección que rijan el buen manejo y funcionamiento de cada colección (Mesa y Bernal, 2006, Simmons y Muñoz, 2005).

Tomando en cuenta los aspectos anteriores, esta investigación se planteó como objetivo: elaborar un manual exclusivo para la CNMA que incluya los procesos curatoriales que se llevan a cabo dentro de esta, así como los aspectos básicos para su mantenimiento y preservación. Además, se darán a conocer los aspectos legales de colecta científica que deben tomar en cuenta las colecciones científicas.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

PRESTIGIO E IMPORTANCIA DE LA COLECCIÓN NACIONAL DE MAMÍFEROS (CNMA)

El inicio de la CNMA se remonta a mediados de los años 30's, cuando se alojó en la antigua Casa del Lago de Chapultepec, sede del entonces Instituto de Biología de la UNAM (Cervantes y Villa, 1997). Para cumplir con las regulaciones nacionales sobre permisos de colecta y colecciones biológicas de México, la CNMA se inscribe formalmente en el Registro Nacional de Colecciones Científicas, compilado por la rama ambiental del gobierno mexicano (SEMARNAT) bajo el número de registro DF.MA.022.0497, emitido el 17 de abril de 1997 (Cervantes *et al.*, 2016). Los estándares internacionales de procedimientos de curación han sido reconocidos por el Comité de Colecciones Sistemáticas de American Society of Mammalogists (ASM), otorgándole un Certificado de Acreditación en 1975 y 1983 (Cervantes *et al.*, 2016). Los procesos curatoriales de la colección aseguran que las condiciones de los ejemplares depositados en ella sean las óptimas para su preservación y mantenimiento (Vargas y Fuentes, 2006).

Por otro lado, muchos de los ejemplares de la CNMA se encuentran en la lista internacional de especies amenazadas y en peligro de extinción de la Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Para exportar e importar especímenes con fines de investigación, la CNMA tiene una certificación especial emitida por SEMARNAT (autoridad administrativa local de CITES), que acreditó a la CNMA como el sitio CITES no. MX-007 (Cervantes *et al.*, 2016).

En 2012, la CNMA se posicionó como la colección con mayor número de ejemplares depositados de Norteamérica por encima de la colección mastozoológica de la Universidad de Kansas del Instituto de Biodiversidad (KU), la escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (ENCB), la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa (UAM-I) y la Universidad Nacional Autónoma de México, Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera" (MZFC-M) (Tabla 1.) (Lorenzo *et al.*, 2012).

Tabla 1. Colecciones biológicas de Norteamérica con el número de ejemplares en cada una de ellas.

Colección	Acrónimo	Número de ejemplares
Colección Nacional de Mamíferos, Instituto de Biología, UNAM	CNMA	46,000
Universidad de Kansas, Instituto de Biodiversidad.	KU	43,301
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional	ENCB	43,985
Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa	UAM-I	16,550
Universidad Nacional Autónoma de México, Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera	MZFC-M	10,280

Actualmente la CNMA ha aumentado su número de ejemplares hasta 48,854 y cuenta con apoyo institucional para continuar su trabajo. La información obtenida en la colección contribuye al crecimiento y enriquecimiento de las bases de datos nacionales e internacionales que están beneficiando los esfuerzos de conservación (Cervantes *et al.*, 2016).

- *Administración y estructura de la CNMA*

En la administración, existen personajes importantes que trabajan en conjunto para el mantenimiento de la CNMA, los cuales son:

El curador que debe ser especialista en el estudio de los mamíferos, se encarga de administrar la colección y vigilar que los procesos curatoriales que se llevan a cabo se realicen de forma adecuada. El curador de la CNMA es el Dr. Fernando A. Cervantes que además de las funciones ya mencionadas, se encarga de hacer investigación basada en la colección, y generación de políticas y protocolos que rijan a la misma.

Seguido del curador, se encuentran técnicos académicos: la M. en C. Julieta Vargas Cuenca y la M. en C. Yolanda Hortelano Moncada, su función es llevar a cabo dichos procesos curatoriales con alta calidad, que entre otros incluyen: colecta de ejemplares en campo, preparación de ejemplares (taxidermia en serie, curtido de pieles, ejemplares en alcohol; tanto de colectas como ejemplares que llegan a la CNMA por donación), toma de tejidos, fumigación de ejemplares, ingreso de ejemplares al dermestario, limpieza de ejemplares después de salir del dermestario,

identificación de ejemplares, catalogación en formato digital, incorporación definitiva de ejemplares al acervo y fumigación de ejemplares. Además, cuando es necesario, realizan actualización de nomenclatura, lo cual incluye a los ejemplares y la base de datos, reacomodo de ejemplares y revisión de los niveles de líquido de los ejemplares preservados en alcohol al 70%. De la misma manera, se encargan de revisar y actualizar la base de datos para su consulta y difusión. Además de sus funciones curatoriales, las maestras tienen a su cargo a estudiantes de servicio social, tesis de licenciatura y maestría y voluntarios, todos trabajando para el buen funcionamiento de la CNMA.

En cuanto a la estructura de la CNMA, su característica más importante es el uso de compactadores (Fig. 1) resultado de su modernización en 2003. Estos dispositivos, son estructuras metálicas grandes, desde el suelo hasta cerca del techo, se deslizan sobre rieles y se mueven girando una manivela, de esta manera, se pueden desplazar hacia adelante y atrás para abrir y cerrar espacios según lo desee el usuario (Cervantes *et al.*, 2003).



Fig. 1. Compactadores de la CNMA

En el interior de los compactadores hay charolas en donde se encuentran arreglados filogenéticamente ejemplares preservados en piel, esqueleto o cráneo siguiendo el listado de Ramírez *et al.*, 2014 (Fig. 2.). Después del arreglo filogenético, dentro de cada charola hay otras 6 charolas, (aunque no siempre, depende del tamaño de los ejemplares) que permiten ordenar a los ejemplares según el orden al que pertenecen, la especie, subespecie, la región en donde fueron colectados y el número de catálogo.



Fig. 2. a) charolas de compactadores, b) interior de las charolas de compactadores.

Para el caso de mamíferos de mediano y gran tamaño, existe un cuarto específico dentro de la colección para el arreglo filogenético de pieles curtidas, este cuenta con dos niveles para una mejor conservación y mantenimiento de las pieles (Fig. 3).



Fig. 3. Cuarto de pieles curtidas

Por último, la CNMA también cuenta con una instalación adicional, un cuarto de dermestario (Fig. 4), donde las larvas de escarabajo del género *Dermestes* sp. (Coleoptera: Dermestidae)

consumen el músculo y el cartílago de los esqueletos y dejan "limpios" los huesos para su lavado y estudio posteriores (Cervantes y Villa, 1997).



Fig. 4. Instalaciones del cuarto de dermestario

3. OBJETIVOS

General

Elaborar un manual sobre el manejo y funcionamiento de la Colección Nacional de Mamíferos (CNMA) del Instituto de Biología, UNAM, México.

Particulares

- Realizar una búsqueda de información sobre las técnicas empleadas para la curación de ejemplares en colecciones mastozoológicas.
- Documentar el proceso de las principales actividades curatoriales que se llevan a cabo en la CNMA (colecta, preparación, toma de muestras de tejido, ingreso y salida de ejemplares al dermestario, limpieza de ejemplares, curtido de pieles, arreglo de ejemplares en líquido, identificación taxonómica, catalogación y rotulación, ingreso de ejemplares a la colección, captura de datos, actualización de información geográfica y taxonómica y aplicación de técnicas morfométricas craneales)
- Conocer los aspectos legales sobre colecta y colecciones científicas.

4. METODOLOGÍA

La presente investigación se realizó del 29 de octubre de 2018 al 29 de julio de 2019 en la Colección Nacional de Mamíferos (CNMA) del Instituto de Biología (IB), de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), ubicado en la planta baja del edificio D, en el Tercer Circuito exterior de Ciudad Universitaria, Ciudad de México, junto al Jardín Botánico.

Para documentar sobre los métodos de preservación y funcionamiento de las colecciones mastozoológicas se realizó una búsqueda bibliográfica en libros y recursos electrónicos a partir de las publicaciones de Ramírez *et al.*, (1989) a CONABIO (2018), los tópicos fueron:

- Información general de la CNMA.
- Procesos curatoriales que se llevan a cabo en la CNMA y en otras colecciones mastozoológicas.
- Aspectos de mantenimiento preventivo en las colecciones científicas.
- Aspectos legales de colecta de ejemplares y de las colecciones científicas.

Con respecto a las actividades curatoriales, éstas se realizaron durante los 9 meses de investigación, se tomó como punto de partida el manual de Ramírez *et al.*, (1989) y Vargas y Fuentes (2006) con el fin de enriquecer el conocimiento sobre las técnicas aplicadas para la preparación de ejemplares, finalmente se documentaron dichas técnicas en el manual exclusivo para la CNMA. Las actividades realizadas fueron:

- Colecta de ejemplares*
- Aplicación de técnicas de preparación (preservación de piel y material óseo)
- Toma de muestras de tejido
- Ingreso y salida de ejemplares al dermestario
- Limpieza de ejemplares
- Curtido de pieles
- Arreglo de ejemplares en líquido*
- Identificación taxonómica
- Catalogación y rotulación
- Ingreso de ejemplares a la colección
- Captura de datos
- Actualización de información geográfica y taxonómica
- Aplicación de técnicas morfométricas, craneales*

*Solamente documentado.

Además de las actividades anteriores, se tomaron fotografías a los molares de algunas especies de roedores para aprender sobre su identificación (Fig 31-36.). Para cada fotografía se realizaron fichas con información relevante (número de catálogo, orden, familia, género, especie, subespecie, nombre común, lugar de colecta, fecha de colecta, fecha de la foto, autor de registro y de foto y una pequeña descripción de la foto) que se podrán apreciar en la galería virtual de imágenes de la diversidad biológica de México (IREKANI) disponibles en <http://unibio.unam.mx/irekani/>

5. RESULTADOS

FUNCIONAMIENTO DE LA COLECCIÓN NACIONAL DE MAMÍFEROS

Procesos curatoriales

- Colecta de ejemplares

Para la captura de ejemplares existen diversos métodos que incluyen trampas o redes. Los mamíferos pequeños (roedores) son capturados con trampas tipo Sherman que mantienen a los organismos vivos. En ellas, se coloca una cantidad pequeña de cebo (se recomienda usar avena mezclada con vainilla) en la parte posterior de la trampa, por dentro. El roedor, al examinar la trampa, entra y pisa una lámina que activa el mecanismo que da lugar al cierre de la puerta quedando el animal dentro de esta. (Romero *et al.*, 2000).

Para la captura de murciélagos es imprescindible usar redes de niebla elaboradas con hilos de nylon. Se colocan entre la vegetación, sobre o a los lados del camino y cauces de cuerpos de agua y en el interior y exterior de los refugios diurnos (Romero *et al.*, 2000). La trampa funciona cuando es estirada y sostenida sobre dos postes de metal que se acoplan y se clavan en el suelo, pueden llegar a tener 3 o 5 líneas principales y se pueden colocar a la altura que se desee. Cuando haya sido capturado un murciélago, se debe liberar lo más rápido posible para reducir su estrés. Para liberarlos se recomienda utilizar guantes suaves de piel o sintéticos, lo suficientemente gruesos para que sus dientes no los traspasen y evitar de esta manera ser mordido por ellos. Primero se debe ver el lado por el cual entró el murciélago y empezar a sacarlo, se recomienda extender suavemente la red para liberar tanto como sea posible las partes del cuerpo que estén atoradas (Romero *et al.*, 2000).

En cuanto a los mamíferos medianos y grandes, se utilizan trampas Havahart o Tomahawk. Estas trampas están elaboradas de alambre y acero de alta resistencia, funcionan de manera similar a las trampas Sherman. De manera que, se coloca un cebo (se utilizan cebos de olores fuertes como sardina, atún o tocino, o bien una mezcla de estos) que atrae al animal y cuando entra la puerta se activa desde adentro y este queda atrapado.

- Preparación en piel de ejemplares medianos y pequeños

Si el animal es colectado vivo, el primer paso es el sacrificio de este, siguiendo los protocolos que se manejan en: Sikes y El comité de Cuidado y Uso de Animales de la Sociedad Americana de Mastozoología ASM (2016) y El Programa Universitario de Bioética de la UNAM, 2019. En caso de que el ejemplar haya sido colectado muerto por atropello o ataque de algún otro animal, se comienza por determinar el sexo (las hembras presentan su aparato reproductor más cerca del ano que el macho) y la especie, si es posible identificarla a simple vista, posteriormente se realizan mediciones estándar para mamíferos, en milímetros y el peso en gramos:

- 1- Longitud total (LT): para medir la longitud total, debe usarse una regla o cinta métrica que abarque el tamaño completo del ejemplar, el cual se coloca hacia arriba sobre la regla y se mide desde la punta de la nariz hasta la última vértebra de la cola sin tomar en cuenta el pelo sobrante (Fig. 5).

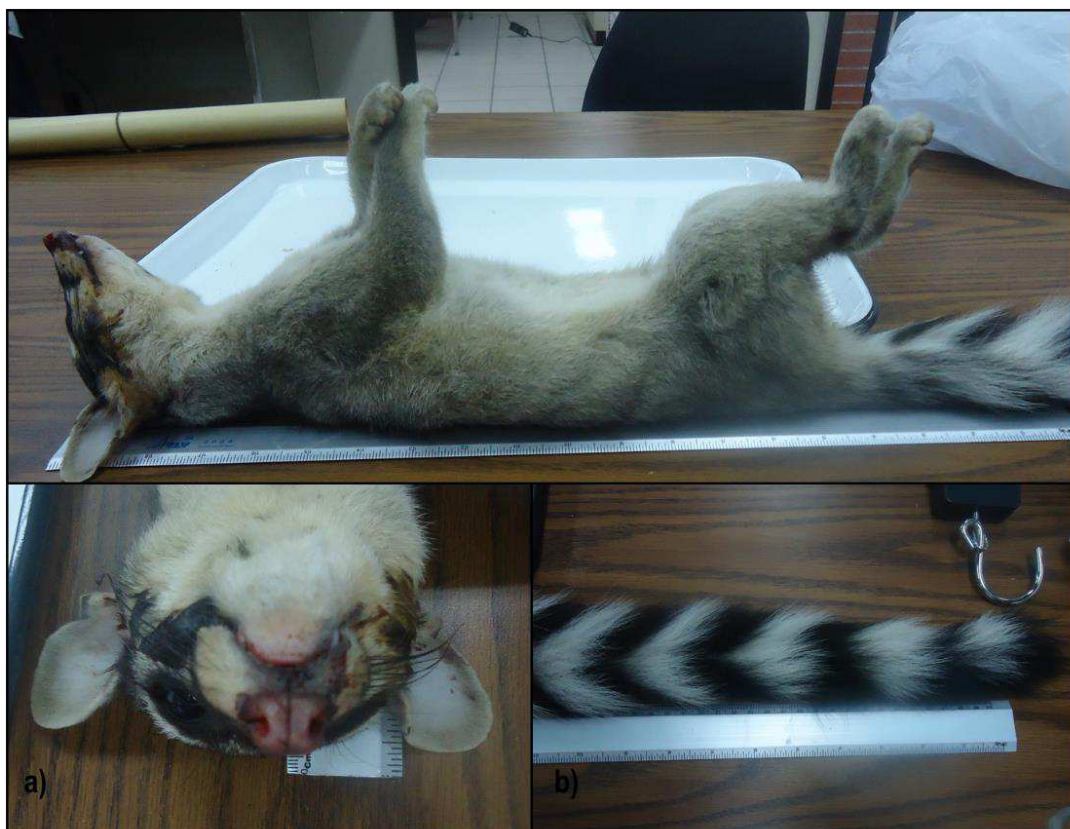


Fig. 5. Medidas convencionales que deben registrarse en mamíferos que se van a preparar para su ingreso a una Colección. LT= Longitud total; a) desde la punta de la nariz, b) a la punta de la cola

- 2- Longitud de la cola (LC): en este paso, se coloca la regla en el lomo del animal y se dobla la cola en sentido contrario a su posición original, midiendo desde el inicio hasta la última vértebra de la cola sin tomar en cuenta el pelo (Fig. 6).

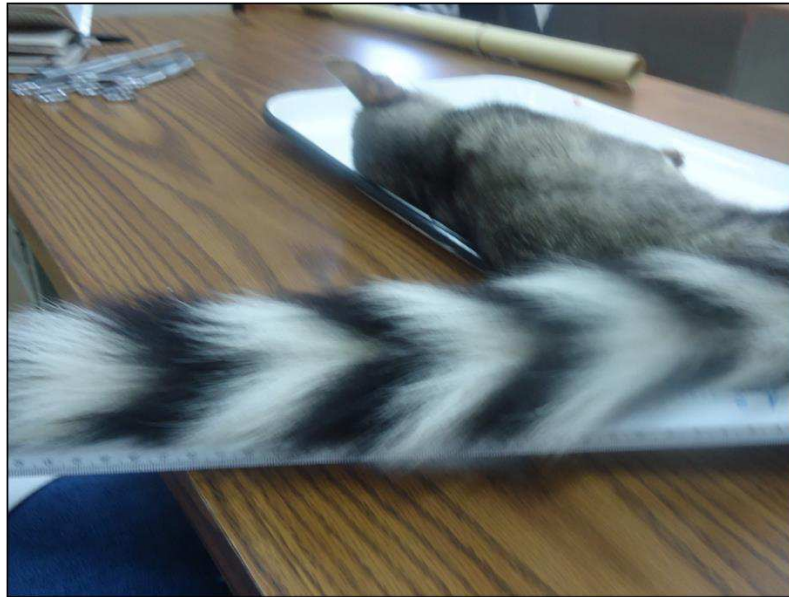


Fig. 6. Medidas convencionales que deben registrarse en mamíferos que se van a preparar para su ingreso a una Colección. LC= Longitud de la cola.

- 3- Longitud de la pata (LP): para realizar esta medición, se coloca la pata trasera derecha (por convención siempre es la que se debe medir) sobre la regla y se mide desde el tarso hasta la garra más larga de la pata (Fig. 7).



Fig. 7. Medidas convencionales que deben registrarse en mamíferos que se van a preparar para su ingreso a una Colección. LP= Longitud de la pata trasera derecha.

- 4- Longitud de la oreja (LO): para medir la oreja derecha (por convención siempre es la que se debe medir), se coloca la regla desde el inicio del pabellón auditivo hasta la punta más alta de la oreja (Fig. 8).



Fig. 8. Medidas convencionales que deben registrarse en mamíferos que se van a preparar para su ingreso a una Colección. LO= Longitud de la oreja derecha.

- 5- Peso (P): se debe utilizar una pesola con la capacidad aproximada al peso del ejemplar. Este se coloca en una bolsa y se registra el peso marcado en gramos.



Fig. 9. Medidas convencionales que deben registrarse en mamíferos que se van a preparar para su ingreso a una Colección. P= peso en gramos. Fuente: Sevilleta LTER, 2018.

- 6- Longitud del antebrazo (LAB): es la distancia que va del codo a la muñeca. Esta medida es utilizada únicamente en murciélagos (Fig. 10).



Fig. 10. Medidas convencionales que deben registrarse en mamíferos que se van a preparar para su ingreso a una Colección. LAB= Longitud del antebrazo (solo murciélagos).

Las medidas anteriores son las mismas que se registran para ejemplares medianos y pequeños.

Nota: Las medidas se deben registrar en un rótulo temporal del ejemplar junto con un número provisional que será anotado igualmente en el catálogo del colector o de la persona que esté preparando la piel. Por otro lado, es importante mencionar que, si se tiene más de un ejemplar para preparar, las mediciones las debe realizar una sola persona.

Ya realizadas las mediciones, se procede con la disección del animal, para este proceso se necesita un estuche de disección y guantes. Para comenzar, se coloca el animal en una charola con el vientre hacia arriba, se trazan dos líneas imaginarias (horizontal y vertical) y con las dos manos se toma del vientre en el centro de las líneas, con ayuda de un bisturí se hace un corte superficial cuidando de no cortar el peritoneo (Fig. 11).



Fig. 11. Corte superficial de la piel del ejemplar

Después, se comienza a separar la piel del músculo, en ejemplares medianos se pueden usar los dedos (índice y anular) (Fig. 12), para ejemplares pequeños (principalmente roedores y murciélagos) es necesario usar pinzas de disección debido a que la piel es demasiado delgada y así se evita romperla. Se comienza con las patas traseras, el orden es derecha-izquierda (para este proceso es necesario utilizar aserrín, ya que, absorbe la sangre y la grasa y facilita el trabajo). La pata derecha, se debe dejar completa cortando el tarso. La pata izquierda solamente se jala a manera de que quede únicamente la piel, de esta manera queda la representación completa del ejemplar en piel y esqueleto.

Nota: en murciélagos, ambas patas deben quedar dentro de la piel cortando al inicio de la rodilla.

Posteriormente, se separa la cola de la piel, para este proceso se colocan unas pinzas en la base de la cola y se jala con fuerza para que las vértebras se mantengan intactas y la cola salga de un "jalón" (en ejemplares medianos se requiere que dos personas jalen en sentido contrario; para ejemplares pequeños sólo se necesita una persona), ya fuera, se continúa separando la piel y se repite el proceso de las patas traseras en las delanteras (Fig. 13).

Nota: En murciélagos, los huesos de las extremidades anteriores (alas) deben quedar dentro de la piel cortando al inicio del antebrazo.

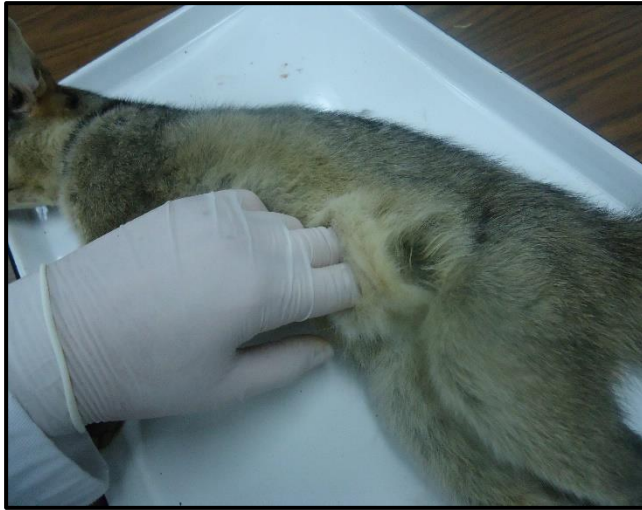


Fig. 12. Comienzo de la separación de la piel con ayuda de los dedos



Fig. 13. Desprendimiento completo de las patas traseras y desprendimiento parcial de la cola.

Al terminar de sacar las extremidades, con ayuda de un bisturí se separan los ojos y las orejas rodeándolos perfectamente teniendo cuidado de no arrancarlos ni romper la piel. Finalmente, la nariz se desprende del cráneo junto con la piel que cubre las mandíbulas.

Cuando la piel está completamente separada del músculo y el esqueleto, se continúa con la limpieza. Para ejemplares de tamaño mediano, se utiliza un cuchillo para raspar la piel y retirar toda la grasa y el músculo sobrante (Fig. 14) (nuevamente el aserrín puede ser espolvoreado para que absorba más rápido la grasa y mantenga la piel libre de sangre). En partes delgadas de la piel (cabeza y genitales) se debe de raspar con menos fuerza que en partes gruesas (lomo) para evitar romperla. Se debe poner especial atención que las partes llenas de músculo como la cabeza y la parte trasera del ejemplar (genitales y ano) queden completamente limpias. En ejemplares pequeños, la limpieza es sumamente sencilla, sólo se debe jalar el músculo con los dedos, sin embargo, se debe tener cuidado, ya que, como se mencionó la piel es demasiado delgada y se debe evitar romperla. Al terminar, se debe observar que la piel tenga un aspecto completamente liso y blanco (es de suma importancia cuidar que la piel quede completamente limpia, de no ser así, con el paso del tiempo, la piel comienza a pudrirse y a perder el pelo). Posteriormente, con aguja e hilo, se cierran los orificios que pudieron haberse hecho durante la limpieza.



Fig. 14. Limpieza de la piel con ayuda de un cuchillo en un ejemplar mediano.

Para continuar, en ejemplares medianos se coloca la piel sobre un pedazo de cartón duro (siempre) y se traza el contorno sin tomar en cuenta orejas, patas ni cola, se recorta el trazo y se forra con algodón. Después, se toma el trazo forrado de la parte del hocico y la piel al revés para introducirla a manera de que la piel se vaya volteando al derecho hasta que el trazo quede completamente adentro. Para rellenar las patas, se utilizan dos palos forrados con algodón y en cada pata se introduce un palo hasta que la punta llegue a los cojinetes. Las patas izquierdas se dejan libres. Para la cola, se utiliza un alambre (grueso, delgado o del tamaño adecuado del ejemplar) forrado de algodón y se empuja hasta la punta, después se dobla hacia enfrente y se coloca en el lomo del ejemplar.

Para ejemplares pequeños, solamente se utiliza algodón para rellenar, se toma un pedazo del tamaño aproximado del ejemplar y se le da la forma que tenía originalmente (principalmente a la cabeza que puede ser redondeada o en punta dependiendo del grupo y la especie que se está preparando), posteriormente se introduce el algodón con ayuda de unas pinzas y con la piel del ejemplar al revés, a manera que se vaya volteando hasta que el algodón quede completamente dentro de la piel, aquí se va moldeando para recuperar la forma del ejemplar. Para las patas derechas se utilizan alambres (gruesos, delgados o del tamaño adecuado para el ejemplar) forrados de algodón y se introducen hasta que lleguen a los cojinetes. Las patas izquierdas se quedan sin rellenar. En la cola, se utiliza un alambre forrado de algodón y se introduce hasta la punta, esta debe quedar estirada.

A continuación, se zurce en forma de “zig-zag” de la parte en donde se hizo el primer corte. El hocico del ejemplar también debe coserse, para esto se debe pasar el hilo del centro del labio inferior hacia arriba del lado derecho del labio superior y hacia el lado izquierdo, de ahí el hilo se regresa al centro del labio inferior y se hace un nudo (debe quedar en forma de triángulo).

Finalmente, el ejemplar se monta en una tabla porosa con alfileres para que se seque y pueda ser incorporado a la colección. Es importante que el ejemplar quede perfectamente montado, en todos los ejemplares, la pata trasera y delantera derecha deben quedar estiradas y pegadas al cuerpo con los cojinetes y garras hacia abajo. Las orejas deben quedar completamente estiradas y recargadas en la cabeza del ejemplar. En ejemplares medianos la cola se alfileretea en el lomo del ejemplar (Fig. 14), en ejemplares pequeños se alfileretea en la tabla y completamente estirada (Fig. 15), esto, meramente por aprovechamiento de espacio, en los compactadores.

En el caso de los murciélagos, las dos patas deben quedar estiradas y las alas parcialmente abiertas con el dedo pulgar estirado, las orejas no se alfileretean, se deben acomodar de la forma que eran originalmente (Fig.16)



Fig. 14. Ejemplar mediano (*Bassariscus astutus*) preparado en piel; a) ejemplar alfilereteado, b) ejemplar seco, fumigado y rotulado.

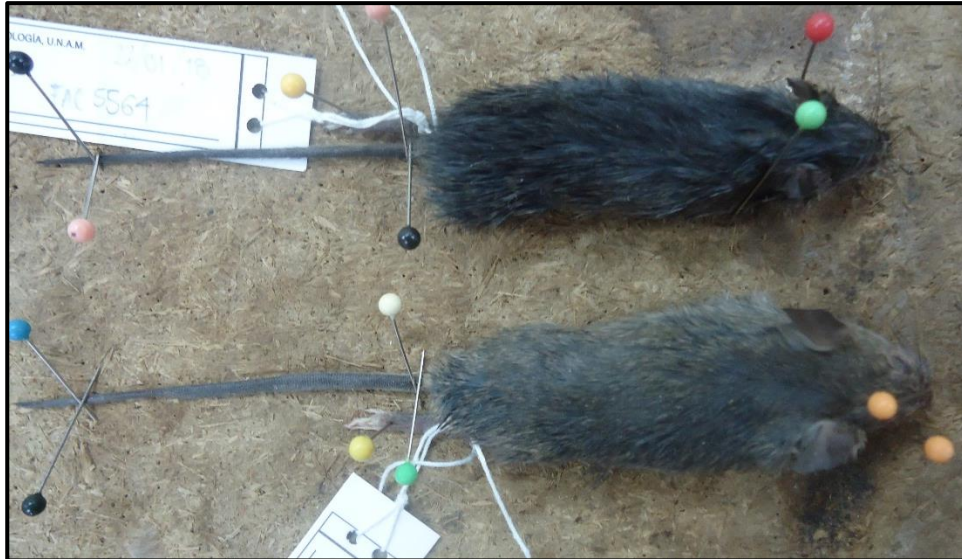


Fig. 15. Ejemplares pequeños (Rodentia) preparados en piel.



Fig. 16. Murciélago (*Artibeus jamaicensis*) preparado en piel.

Para concluir, se debe colocar un rótulo en la pata derecha trasera por encima del tobillo del ejemplar. Es importante saber cómo colocar el rótulo; en el extremo izquierdo del mismo se hacen dos orificios por donde se introduce un hilo; a éste se le hacen dos nudos, uno lo más pegado al papel y el otro 2 o 3 cm más alejado.

*Los datos del rótulo se encuentran en el apartado catalogación de ejemplares ([Fig. 25](#))

Para evitar plagas, cuando el ejemplar esté totalmente seco, se introduce al congelador durante una semana.

- Muestra de tejido

Al separar la piel del músculo y el esqueleto, se procede con la toma de muestras de tejido. Se debe tener especial cuidado de que todos los instrumentos con los que se va a tomar la muestra

estén totalmente limpios al igual que nuestras manos (libres de aserrín y cualquier fluido) para que no se contamine la muestra. Para comenzar se hace un corte superficial en el peritoneo, después se localiza el hígado y riñón, posteriormente se hace un corte en el diafragma y se toma una muestra del corazón. Por último, se toma muestra de músculo (generalmente de la pierna). Los tejidos se introducen juntos y en trozos en un tubo cryotubes nunc a $\frac{3}{4}$ partes de su capacidad, al finalizar, se tapa y se rotula con los siguientes datos:

- Número de catalogo
- Especie
- Sexo
- Tejidos depositados (hígado: H, riñón: R, corazón: C, músculo: M).

Nota: al finalizar la muestra se guarda en un ultracongelador a -70°C .

- o Ingreso y salida de ejemplares al dermestario

Para que un ejemplar pueda ingresar al cuarto de dermestario, se debe dar inicio a la descarnación. Con tijeras, bisturí o cuchillo (dependiendo del tamaño del ejemplar) se quitan los órganos y la mayor cantidad de músculo posible dejando el esqueleto y el cráneo casi desnudos. Posteriormente, se le colocará un rótulo al esqueleto (el rótulo se coloca en la mandíbula y pelvis del ejemplar o en las dos) con los siguientes datos:

- Al frente: especie, sexo e iniciales del preparador y debe compartir el mismo número de catálogo que la piel

Finalmente, si el esqueleto se desarticula, se amarra para que todo quede junto y así evitar la pérdida de algún hueso.

Nota: es de suma importancia que, durante todo el proceso, se guarden los rótulos de cada ejemplar, ya que así se evita perder información que es valiosa para la identificación, catalogación e ingreso definitivo de ejemplares a la colección.

El esqueleto se debe dejar secar unos días, cuidando que no se llene de larvas de mosca para después ingresarlo al cuarto de dermestario. El dermestario es un lugar cerrado, idealmente con temperatura y humedad controladas, pero, cómo es caro implementar un sistema cómo este, en la colección se usan 6 focos rojos tipo medicinal que brindan la temperatura que requieren los derméstidos (22°C a 32°C) (Romero *et al.*, 2000). El cuarto tiene anaqueles en donde se colocan las cajas de colonias de derméstidos (Fig. 17), los cuerpos ya secos de los ejemplares se colocan en recipientes que como piso tienen viruta de aserrín, dichos recipientes se introducen en las

cajas de los anaqueles cubriéndolas con papel tipo estraza y una franela húmeda para que las condiciones sean óptimas para el desarrollo de los derméstidos. Estos se encargarán de “comer” el músculo restante y dejar los huesos limpios. Cada caja en el cuarto debe estar etiquetada y se debe llevar un control de que es lo que se encuentra dentro de cada una. Todas las cajas deben regarse con agua diariamente o por lo menos cada tercer día (Fig. 18).



Fig. 17. Anaqueles del cuarto de dermestario



Fig. 18. Caja recién regada con colonia de derméstidos (izquierda) se observa la colonia de derméstidos actuando en la limpieza del ejemplar parcialmente limpio (derecha)

Después de varias semanas, cuando los derméstidos hayan hecho su trabajo, el ejemplar se debe sacar del dermestario (Fig. 19) y se debe congelar por unos días, para fumigarlo, es decir, para matar algún derméstido que pudiera haberse quedado dentro del cráneo o de alguna parte del esqueleto y que con el tiempo pueda dañar a los ejemplares de la colección.

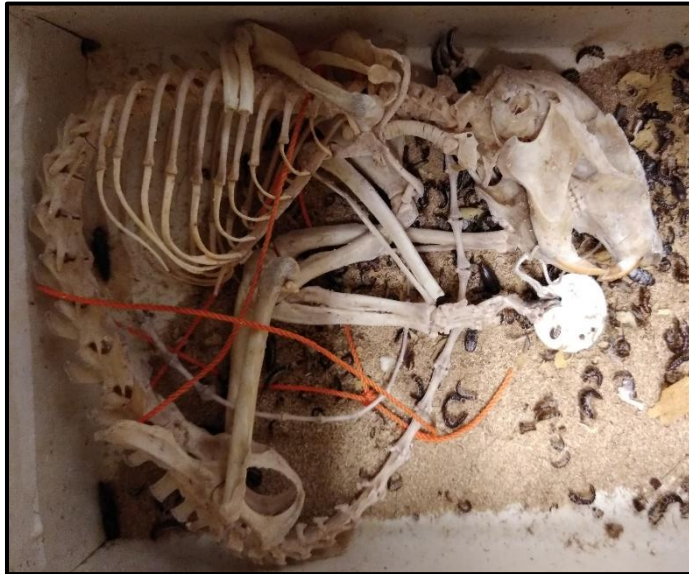


Fig. 19. Ejemplar totalmente limpio, listo para sacar del dermestario

- Limpieza de ejemplares

Los ejemplares que han salido del dermestario deben ser lavados con un agua, jabón y un cepillo de dientes retirando todas las larvas y huevecillos de derméstidos que se presenten. Para finalizar, los huesos se ponen a secar en periódico y se dejan unos días para que no tengan humedad.

- Curtido de pieles.

El curtido de pieles es un proceso que demanda mucho esfuerzo y tiempo (días o semanas dependiendo del tamaño de la piel) y se utiliza en especies medianas y grandes (ocelote, venado, entre otras), ya que, no es posible rellenarlas con algodón. Existen muchas técnicas para curtir pieles. En la CNMA lo que más se usa es sulfato de amonio y sulfato de aluminio.

El curtido comienza con el desollamiento del animal, posteriormente, ya que la piel esté separada, con un cuchillo se retira la mayor cantidad de grasa y músculo (Fig. 20) para que la piel pueda absorber la solución curtiente, además esto evita que se pudra y que se le caiga el pelo.



Fig. 20. Limpieza de la piel con cuchillo (retirando partes oscuras que son grasa o músculo)

Nota: cuando el curtido no se realiza de manera inmediata y la piel ha sido congelada, para dar inicio al proceso se debe remojar mínimo 24 horas en agua con sal para que recupere la condición que tenía.

Realizado esto, la piel se introduce en un bote o tambo (dependiendo del tamaño de la piel) con una solución de agua, sal (40g/L) y ácido fórmico (3mL/L) (la cantidad de agua depende del tamaño de la piel) y se deja reposar (el tiempo de reposo depende del tamaño de la piel, es decir, pieles más grandes requieren más tiempo para que se absorba la solución, dicho tiempo varía de 7 a 21 días) . Durante el tiempo de reposo, la piel se puede sacar del bote máximo 2 horas al día para que no se deshidrate y hacer limpiezas con cuchillo cuidando en todo momento no hacer orificios. Transcurrido el tiempo, la piel se saca y se enjuaga con abundante agua.

Posteriormente, se prepara la solución curtiente; en agua se diluye ácido fórmico (3mL/L), sal (40g/L), sulfato de cromo (30g/L), sulfato de aluminio (50g/L) y sulfato de amonio (50g/L), se introduce la piel y se deja en reposo de 15 a 30 días, dependiendo del tamaño de la piel. En este paso, es primordial que la piel esté totalmente limpia con un aspecto liso y blanco, de lo contrario, esta seguirá soltando grasa y se tendrá que cambiar la solución.

Nota: durante todo el proceso la piel debe ser removida diariamente para que absorba la solución.

Cuando el tiempo se haya cumplido, la piel tendrá un aspecto blanco y flexible y al doblarla se le harán marcas blancas, esto indica que la piel está perfectamente curtida. Posteriormente, se debe lavar con agua y detergente biodegradable y enjuagar con abundante agua, se deja escurrir cuidando que no le de el sol (el sol daña la piel y hace que se acartone) y cuando ya no tenga

exceso de agua se aplicará aceite de lipón (el aceite se debe aplicar tibio) y se deja reposar aproximadamente 1 hora para que absorba. Seguido de esto, la piel debe ser estirada (Fig. 21) (si la piel es muy grande deber ser estirada mínimo por 3 personas).



Fig. 21. Estiramiento de la piel

Finalmente, la piel se lijará utilizando una lija (gruesa o delgada dependiendo del grueso de la piel) (Fig. 22) y se cepillará el pelo (Fig. 23).



Fig. 22. Piel seca recién lijada



Fig. 23. Piel curtida y cepillada

- Arreglo de ejemplares en líquido

Otra forma de preservar ejemplares es en la colección de ejemplares en alcohol al 70%, su uso, es común en ejemplares pequeños como musarañas, murciélagos y roedores. Esta técnica tiene la ventaja de conservar órganos internos para estudios anatómicos, pero su desventaja es que el pelo se cae y se pierde el color (Vargas y Fuentes, 2006).

Los rótulos empleados para los ejemplares en alcohol tienen el mismo formato que los que se utilizan en piel, solo que el rótulo es de papel albanene para evitar que se rompa. Para el frasco, se utiliza una hoja de cartulina gruesa impresa en tinta laser, en donde se indica cuantos ejemplares se encuentran dentro y sus datos (Fig. 24).



Fig. 24. Ejemplares preservados en alcohol; a) colección de alcohol, b) frasco rotulado

- Identificación taxonómica

Para hacer la identificación taxonómica, se utilizan claves dicotómicas que permiten llegar hasta el nivel subespecífico de un ejemplar, cuando esto no es posible, la identificación taxonómica debe llegar mínimo a nivel de género.

Las estructuras que se consideran importantes en la identificación de especies de mamíferos son: cráneos, huesos largos, húmero en musarañas y báculo en roedores. Las claves dicotómicas especializadas en mamíferos y las más frecuentemente utilizadas por los mastozoólogos mexicanos para la identificación de especies son: la obra de Hall, de 1981 "The Mammals of North America" (Vargas y Fuentes, 2006) y la Guía para la identificación de los mamíferos de México de Álvarez *et al.*, 2015.

- Catalogación, rotulación y captura de datos

Este paso es primordial para la CNMA. Aquí se le asigna un número único a cada ejemplar que va a ingresar de manera definitiva a la colección. Los datos del ejemplar se deben escribir tanto en el catálogo cronológico (libro en donde se encuentra la información de cada ejemplar con un número consecutivo) como en la base de datos (digital). Dicho número, debe aparecer rotulado en la piel, el esqueleto, cráneo y tejidos, así como en los diarios del colector. Los datos que debe contener el rótulo son:

- Al frente: Número de catálogo cronológico (extremo izquierdo), preservación (P/C: piel y cráneo, S/E: sólo esqueleto, S/P: sólo piel, S/C: sólo cráneo), nombre científico
- Atrás: Sexo, lugar de colecta (país, estado, localidad, poblado, municipio, coordenadas y elevación), fecha (día-mes-año), nombre del colector, número de colecta (número de catálogo progresivo del colector), notas (información relevante referente al ejemplar) (Fig. 25).

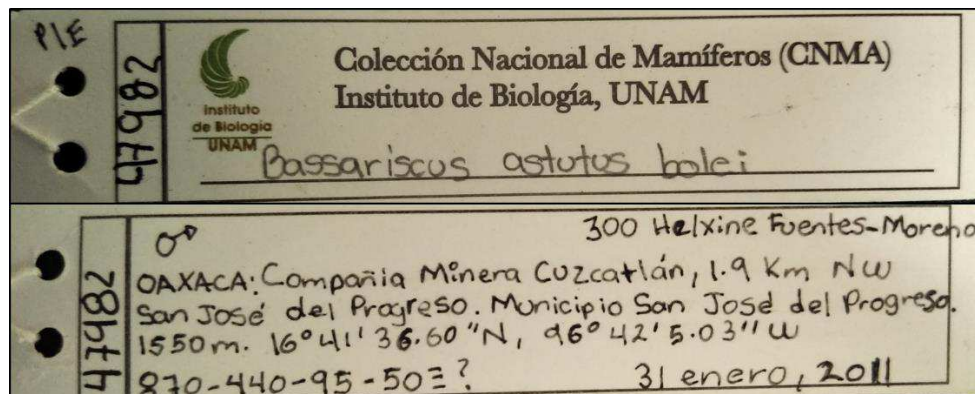


Fig. 25. Vista delantera y trasera de un rótulo

Nota: los datos en el rótulo se escriben con un estilógrafo de punta delgada, el nombre de la especie es lo único que se escribe con lápiz, ya que, puede haber cambios en la nomenclatura.

Posterior a la catalogación y rotulación en pieles, se tendrá que escribir sobre el cráneo el número de catálogo asignado y el sexo del ejemplar, además de la institución a la que pertenece. Para rotular, se utiliza un estilógrafo de punta delgada y se coloca el número en el hueso parietal lado derecho, al igual que en el maxilar, en caso de que el cráneo esté roto, se deberán rotular cada una de sus partes (Fig. 26).



Fig. 26. Rotulación de cráneo; a) vista dorsal de cráneo de *Canis latrans*, b) Vista lateral de cráneo y mandíbula de *Canis latrans*.

- Ingreso definitivo de ejemplares a la CNMA

La forma de ingreso de ejemplares debe seguir un orden establecido y deben contener los mismos datos tanto el catálogo como la base de datos:

- Orden, familia, subfamilia: filogenético*

*El arreglo filogenético se basa en Wilson y Reeder, 2005; Ramírez-Pulido *et al.*, 2014).

- Género, especie, subespecie, país, estado: alfabético
- Localidad: en orden alfabético, considerando el poblado de colecta del ejemplar (los ejemplares del mismo poblado, pero con distinta ubicación geográfica, se ordenan primero de Norte a Sur y después de Este a Oeste; es importante recalcar que ni cerros, cuevas o cualquier otro accidente geográfico debe tomarse en cuenta para el arreglo, lo mismo que los artículos y las palabras San, Santo, Santa, Hacienda, Ejido, entre otras).
- Fecha de colecta: día, mes y año, en orden cronológico.
- Nombre del colector: tomando en cuenta el apellido paterno, se ordena alfabéticamente.
- Número de colecta del colector: ordenado cronológicamente (Vargas y Fuentes, 2006).

Dentro de los compactadores, los ejemplares se acomodan en cajas de cartón dentro de cada charola (dependiendo del tamaño del ejemplar). Las cajas de cartón se acomodan de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo, al igual que el material óseo de mamíferos grandes y marinos y las pieles curtidas de mamíferos grandes.

- Captura de información en la base de datos

La CNMA actualmente trabaja con una base de datos electrónica en el programa ACCESS en donde se almacena toda la información de cada ejemplar que se integra a la colección.

Es recomendable que la captura de los datos la realice una sola persona para evitar errores principalmente en el nombre científico de las especies. Cabe mencionar que toda la información de la base de datos está disponible en el Portal de datos abiertos UNAM “Colecciones universitarias” <https://datosabiertos.unam.mx/> para su consulta.

- Actualización de información geográfica y taxonómica

Es importante que la base electrónica tenga revisiones constantes para hacer cambios o agregar datos ya sea geográficos o taxonómicos.

En algunas ocasiones, la información geográfica no coincide en el catálogo y en los rótulos de los ejemplares, para esto, se deberán buscar los ejemplares que tengan datos erróneos para actualizar la información en la base de datos. La actualización taxonómica debe realizarse cuando haya cambios en la nomenclatura de las especies, esto debe hacerse en el rótulo de la piel, en el cráneo y esqueleto, en el catálogo y en la base de datos.

- Aplicación de técnicas morfométricas craneales

Las medidas craneales son necesarias para determinar la especie, pero en la mayoría de los casos se utilizan para estudios de dimorfismo sexual y morfometría. Dichas medidas deben registrarse cuando el cráneo está limpio y son:

- Longitud total del cráneo (LT). Distancia máxima de la punta del incisivo o de los nasales a la parte más distal del cráneo (Fig. 27).
- Longitud cóndilo basal (LCB). Distancia entre la parte anterior del cóndilo occipital y la proyección más anterior de los huesos de la premaxila (Fig. 27).
- Longitud cóndilo canino (LCC). Distancia entre el cóndilo occipital y la base anterior del cuerpo del canino.

- Longitud cóndilo incisivo (LCI). Distancia entre el cóndilo occipital y la parte más anterior de las puntas de los incisivos (Fig. 27).
 - Hilera maxilar de dientes (HMD). Distancia entre la base anterior del canino y el último molar superior
- (Romero, 2000).

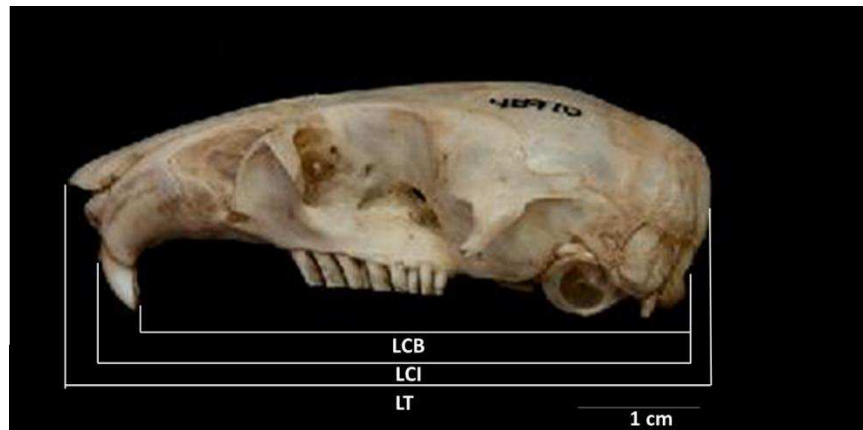


Fig. 27. Algunas medidas craneales de la rata arborícola (*Hodomys alleni*). Vista lateral del cráneo. LT: longitud total del cráneo, LCI: longitud cóndilo incisivo, LCB: longitud cóndilo basal.

Fuente de foto: IREKANI, 2016.

- Anchura cigomática (AC). Distancia máxima entre los arcos cigomáticos (Fig. 28).
 - Anchura de la caja craneana (ACC): Anchura máxima a través de la caja craneana, posterior a los arcos cigomáticos (Fig. 28).
 - Constricción interorbitaria (CI). Distancia más corta de la parte superior del cráneo a través de las órbitas (Fig. 28).
- (Romero, 2000).



Fig. 28. Algunas medidas craneales de la rata arborícola (*Hodomys alleni*). Vista dorsal del cráneo. AC: anchura cigomática, ACC: Anchura de la caja craneana, CI: Constricción interorbitaria. Fuente de foto: IREKANI, 2016.

- Anchura del rostro (AR). Se mide generalmente en la sutura entre la premaxila y la maxila (Fig. 29).
- Anchura mastoidea (AM). Distancia entre los procesos mastoideos (Fig. 29).
- Longitud y anchura de la bula auditiva. Longitud y anchura mayor de la bula timpánica.
- Longitud palatal. Distancia de la punta anterior de la premaxila a la parte más anteroposterior de la punta posterior del palatal.
- Longitud nasal. Distancia del punto más anterior de los huesos nasales al punto más posterior tomado de la línea media del cráneo.
- Anchura de los nasales. Mayor anchura a través de los nasales.

(Romero, 2000).

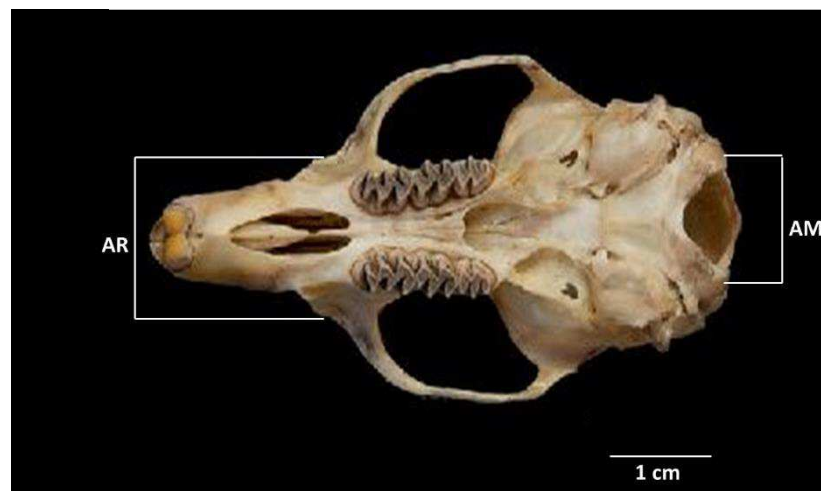


Fig. 29. Algunas medidas craneales de la rata arborícola (*Hodomys alleni*). Vista ventral del cráneo. AR: ancho del rostro, AM: anchura mastoidea. Fuente de foto: IREKANI, 2016.

- Longitud de la mandíbula (Im). Distancia máxima de la base de la mandíbula al proceso angular (Fig. 30)
- Hilera mandibular de dientes (hmd). Distancia entre la base anterior del canino y el último molar inferior (Fig. 30).

(Romero, 2000).

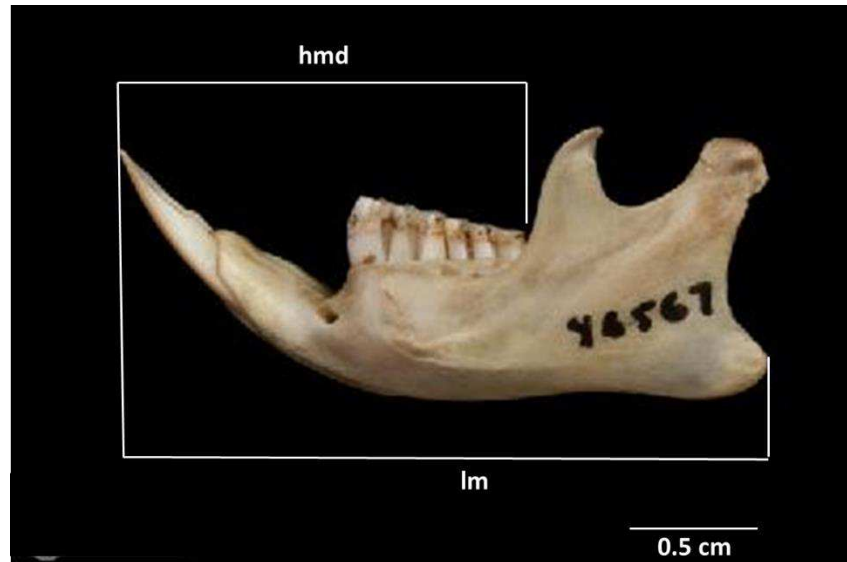


Fig. 30. Algunas medidas craneales de la rata arborícola (*Hodomys alleni*). Mandíbula inferior izquierda. hmd: hilera mandibular de dientes, Im: longitud de la mandíbula. Fuente de foto: IREKANI, 2016.

- Fotografías de molares de roedores.

Molares del Ratón Pigmeo Norteño (*Baiomys taylori analogus*)

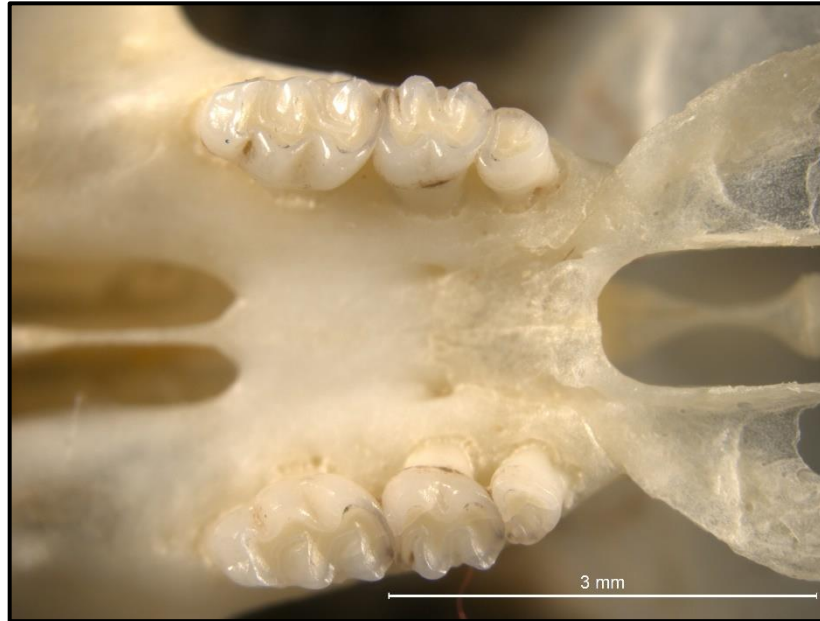


Fig 31. Vista oclusal de los molares del maxilar superior de un macho adulto. Se observan cúspides redondeadas sin desgaste dental.

Molares de la Rata magueyera (*Neotoma bryanti anthonyi*)



Fig. 32. Vista oclusal de los molares del maxilar superior. Se observan cúspides aplanadas y moderado desgaste dental. Categoría de riesgo de extinción en México: Amenazada (A). Endémica de México

Molares de la Rata algodónera crespa (*Sigmodon hispidus berlandieri*)



Fig. 33. Vista oclusal de los molares del maxilar superior de una hembra. Se presentan cúspides aplanadas sin desgaste dental. Categoría de riesgo de extinción en México: Ninguna

Molares del Ratón Norteamericano (*Peromyscus maniculatus labecula*)

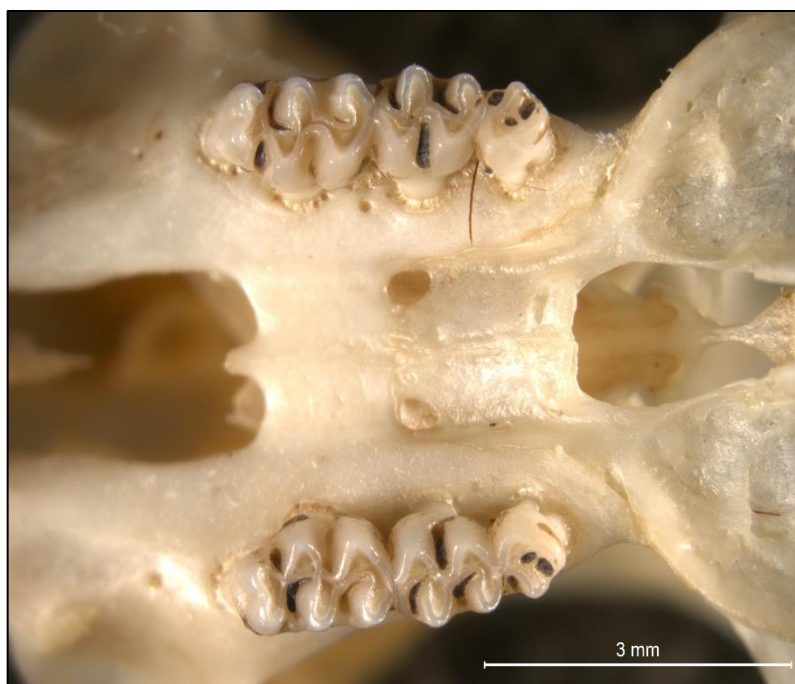


Fig. 34. Vista oclusal de los molares del maxilar superior de un macho. Se presentan cúspides puntiagudas sin desgaste dental aparente. Categoría de riesgo de extinción en México: Ninguna.

Molares del Ratón cosechero de Cozumel (*Reithrodontomys spectabilis*)

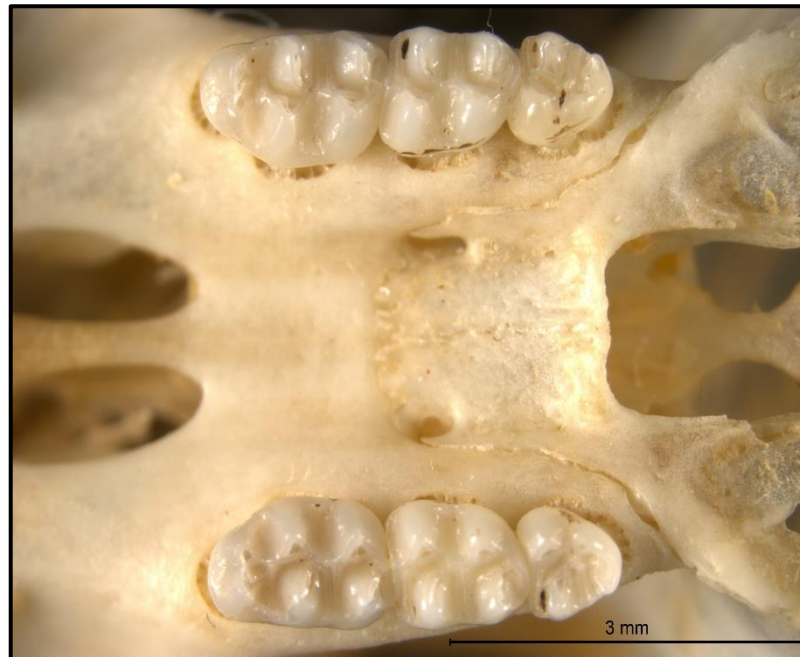


Fig.35. Vista oclusal de los molares del maxilar superior de un macho adulto. Se presentan cúspides puntiagudas sin desgaste dental. Categoría de riesgo de extinción en México: Amenazada (A). No endémica

Molares de la Rata cambalachera (*Hodomys alleni elatturus*)



Fig.36. Vista oclusal de los molares del maxilar superior de un macho adulto. Se observan cúspides aplanadas y un moderado desgaste dental. Categoría de riesgo de extinción en México: Ninguna.

MANTENIMIENTO DE LA CNMA

○ Fumigación

Para evitar cualquier tipo de plaga, ya sea por hongos o polillas, se deben tener las condiciones adecuadas de luz y humedad. Actualmente, se realizan 2 fumigaciones al año; una en el periodo vacacional de diciembre y otra en el periodo de julio. El método es aspersión a ultra bajo volumen, con el producto Cipermetrina al 20%.

Es necesario que las fumigaciones las realice personal especializado.

○ Arreglo y limpieza

Además de las fumigaciones, a lo largo del año se deben hacer constantes limpiezas dentro de la colección.

- Las pieles deben aspirarse para evitar que tengan polvo y cualquier tipo de plaga que pueda acabar con las mismas, Al finalizar se debe regresar al lugar que le corresponde en el cuarto de pieles.

- Los cráneos y esqueletos que ingresan a la colección deben estar perfectamente libres de dermatídeos y totalmente secos para evitar humedad.

- Los frascos con preservación en alcohol deben estar llenos hasta el tope, en caso de no ser así deben ser rellenados.

- A la colección en general, se le debe hacer limpieza de mesas y piso por lo menos 2 veces a la semana.

○ Consulta de la CNMA

La CNMA ha sido y sigue siendo consultada por estudiantes y docentes de dentro y fuera de la institución, por lo tanto, es importante respetar las siguientes normas:

- Se deberá informar al curador de la colección y a las Técnicas Académicas sobre el uso que se le dará a los ejemplares y los días que será consultada la colección.

- El ingreso a la colección y el manejo de ejemplares deberá ser obligatorio con bata.

- Para la preparación de ejemplares, se deberá usar bata y guantes.

- Cuando el personal de la colección desocupe las instalaciones, deberán limpiar su lugar de trabajo y cerrar todos los días el cuarto de pieles, el cuarto de dermestario y la colección.

ASPECTOS LEGALES DE COLECTA QUE TOMAN EN CUENTA LAS COLECCIONES CIENTÍFICAS

La base del conocimiento biológico trae consigo la obtención de muestras físicas para realizar estudios morfológicos, genéticos, taxonómicos, sistemáticos, biogeográficos, ecológicos, entre otros (Cañas *et al.*, 2008). En México existen diferentes leyes que tratan el tema de la recolecta de muestras biológicas y los aspectos por los que se rigen las colecciones científicas, las cuales son:

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

Esta Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) (última reforma publicada el 5 de junio de 2018) influye directamente en la generación de conocimiento sobre recursos naturales, confiriendo atribuciones a las autoridades involucradas para fomentar y promover la investigación científica mediante el otorgamiento de estímulos de carácter económico. Por tal motivo, determina que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), con la participación de la Secretaría de Educación Pública (SEP), deberán promover que las instituciones de educación superior y los organismos dedicados a la investigación e instituciones de investigación científica y tecnológica desarrollen planes y programas para la formación de especialistas en la materia en todo el territorio nacional (artículo 39°).

- *Colecta científica*

El aprovechamiento de especies de flora y fauna silvestre en actividades económicas podrá autorizarse cuando los particulares garanticen su reproducción controlada o desarrollo en cautiverio o cuando la tasa de explotación sea menor a la de renovación natural de las poblaciones.

NO podrá autorizarse el aprovechamiento sobre poblaciones naturales de **especies amenazadas o en peligro de extinción**, excepto en los casos en que se garantice su reproducción controlada y el desarrollo de poblaciones. La autorización para el aprovechamiento sustentable de especies endémicas se otorgará conforme a las normas oficiales mexicanas, siempre que dicho aprovechamiento no amenace o ponga en peligro de extinción a la especie. La colecta de especies de flora y fauna silvestre, así como de otros recursos biológicos con fines de investigación científica, requiere de autorización de la Secretaría y deberá sujetarse a los términos y formalidades que se establezcan en las normas oficiales mexicanas (artículo 87°).

- Ley General de Vida Silvestre (LGVS)

La Ley General de Vida Silvestre (LGVS) publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) (última reforma publicada en DOF el 19 de enero de 2018) establece que es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre evitando cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación (artículo 4°). Por otro lado, establece que como base para el desarrollo de las actividades relacionadas con la conservación y el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre se deberá aplicar el conocimiento científico, técnico y tradicional disponibles (artículo 5°, sección III), además deberá ser difundida la información sobre la importancia de la conservación de la vida silvestre y su hábitat, y sobre las técnicas para su manejo adecuado, así como la promoción de la investigación para conocer su valor ambiental, cultural y económico como bien estratégico para la Nación (artículo 5°, sección IV).

La LGVS decreta dos aspectos importantes: 1) corresponde al gobierno federal la promoción del desarrollo de proyectos, estudios y actividades encaminados a la investigación sobre la vida silvestre, para el desarrollo del conocimiento técnico y científico y el fomento de la utilización del conocimiento tradicional (artículo 9°) y 2) que las distintas dependencias competentes deben promover el apoyo de proyectos y el otorgamiento de reconocimientos y estímulos que contribuyan al desarrollo de conocimientos e instrumentos para la conservación y el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat.

- *Subsistema Nacional de Información sobre la Vida Silvestre*

El Subsistema Nacional de Información sobre la Vida Silvestre tendrá por objeto registrar, organizar, actualizar y difundir la información relacionada con la conservación y el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre nacional y su hábitat, incluida la información relativa a:

- a) Los planes, programas, proyectos y acciones relacionados con la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat.
- b) Los listados de especies y poblaciones en riesgo y prioritarias para la conservación.
- c) Informes técnicos sobre la situación que guardan las especies manejadas en el Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre.

- *Colecta científica*

De manera general, este apartado establece que el aprovechamiento extractivo de ejemplares, partes y derivados de la vida silvestre requiere de una autorización previa de la SEMARNAT y se llevará a cabo con el consentimiento previo, expreso e informado del propietario o poseedor legítimo del predio en donde ésta se realice. En la Secretaría se establecerá la tasa de aprovechamiento (para actividades de colecta, captura o caza con fines de reproducción, restauración, recuperación, repoblación, reintroducción, traslocación, económicos o educación ambiental) y su temporalidad (artículo 83°). Solamente se podrá autorizar el aprovechamiento de ejemplares de especies en riesgo cuando se dé prioridad a la colecta y captura para actividades de restauración, repoblamiento, reintroducción e investigación científica (artículo 85). De la misma manera, ningún ejemplar de mamífero marino, cualquiera que sea la especie podrá ser sujeto de aprovechamiento extractivo, ya sea de subsistencia o comercial, con excepción de la captura que tenga por objeto la investigación científica y la educación superior de instituciones acreditadas (artículo 60 Bis).

-*Sobre las colecciones científicas*

Las personas autorizadas para realizar una colecta científica deberán, en los términos que establezca el reglamento, presentar informes de actividades y destinar al menos un duplicado del material biológico colectado a instituciones o colecciones científicas mexicanas, salvo que la Secretaría determine lo contrario por existir representaciones suficientes y en buen estado de dicho material en las mencionadas instituciones o colecciones (artículo 98°).

- Norma Oficial Mexicana 126, SEMARNAT. NOM-126-ECOL-2000

La NOM 126 establece las especificaciones para la realización de actividades de colecta científica de material biológico de especies de flora y fauna silvestres y otros recursos biológicos en el territorio nacional.

-*Colecta científica*

La Secretaría, podrá otorgar, la autorización para realizar colecta científica, en función de la cantidad del material biológico de las especies a colectar, el sitio de colecta, la metodología y la duración de la colecta, de conformidad con los criterios de preservación y el aprovechamiento sustentable establecidos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

La Licencia de Colector Científico faculta a su titular, así como a los estudiantes, técnicos de campo y asociados, nacionales o extranjeros, que éste designe, para realizar colecta científica de material biológico de las especies de flora y fauna silvestres, excepto de material biológico vivo proveniente de aquellas especies listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994 (excepto por un Permiso Especial de Colecta) y aquellas cuya colecta o manipulación estuviese restringida por otras disposiciones jurídicas aplicables.

- Sobre las colecciones científicas

El titular de una autorización debe depositar parte del material biológico o los ejemplares colectados en instituciones mexicanas o colecciones científicas mexicanas registradas

El material biológico depositado en instituciones mexicanas o colecciones científicas mexicanas registradas podrá salir de éstas en calidad de préstamo, intercambio o donación. La institución mexicana o colección científica mexicana registrada mantendrá informada a la Secretaría sobre el destino del material colectado.

El titular de una autorización podrá solicitar a la Secretaría o a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) orientación sobre las opciones de las colecciones más completas del grupo taxonómico en cuestión, que se encuentren en instituciones mexicanas o colecciones científicas mexicanas registradas en donde pueda poner a disposición el material colectado.

6. DISCUSIÓN

Al igual que en esta investigación, Ramírez *et al.* (1989) realizaron un manual sobre el manejo y funcionamiento de las colecciones mastozoológicas en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, dicho manual se realizó con objetivos similares al de esta investigación, en él, se presentan los procesos que se llevan a cabo en las colecciones mastozoológicas que van desde la colecta hasta la incorporación de ejemplares a la colección, así como las consideraciones legales que se deben tomar en cuenta en las colecciones científicas y por último el mantenimiento que se le da a las instalaciones para evitar plagas que destruyan o deterioren a los ejemplares.

En este proyecto se describen de manera amplia los procesos curatoriales que se llevan a cabo en la CNMA que van desde la colecta, identificación taxonómica, preparación, curtido de pieles, captura de datos, aplicación de técnicas morfométricas craneales y apendiculares, catalogación y actualización de información, al contrario de Vargas y Fuentes (2006) en donde describen de manera general las técnicas de curación. De la misma manera, Cervantes *et al.* (2016) realizaron un artículo en donde se expone de manera general el funcionamiento de la CNMA del IBUNAM y destacan que la colección es visitada frecuentemente por investigadores y estudiantes con fines de investigación y difusión de la cultura.

Por otro lado, debido a las diferencias de clima en diferentes partes del mundo, las colecciones científicas no pueden funcionar de la misma manera, es por esto por lo que la CNMA se basa en un mantenimiento preventivo, es decir, vigila que las condiciones sean las adecuadas para conservar a sus ejemplares, periódicamente aspira pieles, cepillan cráneos y mantiene limpias las instalaciones. De acuerdo con Simmons y Muñoz (2005) y Mesa y Bernal (2006) los principales protocolos para la conservación y manejo de las colecciones biológicas se deben encaminar hacia la preservación preventiva en donde resaltan que se trata de acciones diversas que pueden aplicarse en la exhibición, almacenamiento, manipulación, limpieza, y transporte de ejemplares o de colecciones completas, e incluso puede tratarse del manejo del lugar donde se encuentran almacenadas y la formación del personal

7. CONCLUSIÓN

Se concluye que la CNMA es una amplia fuente de información para conocer la diversidad de mamíferos de México, así como sus características más distintivas. De manera muy amplia se detallaron los procesos curatoriales que se llevan a cabo dentro de la misma y que son útiles para todas las personas que consulten la colección. En cuanto al funcionamiento, manejo y cuidado de la CNMA, se concluye que no todas las colecciones mastozoológicas funcionan de igual manera, debido a que no presentan las mismas características ambientales, es por esto por lo que cada colección debe de tener sus propias políticas que rijan el manejo y la preservación de sus ejemplares, pero encaminadas a la conservación preventiva. Es importante mencionar que se necesita un trabajo conjunto de docentes, estudiantes y personal afín para que la CNMA siga manteniendo su prestigio a nivel internacional con el mejor manejo y funcionamiento como ha sido hasta ahora.

8. REFERENCIAS

- Álvarez, C., T. Álvarez., N. González R. 2015. Guía para la identificación de los mamíferos de México en campo y laboratorio. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. y Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C.
- Cañas, M., R. Ahuatzí M., M. España G., J. Soberón M. 2008. Situación legal de la recolecta científica, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, pp. 215-225.
- Cervantes, R., B. Villa R. 1997. 50 años de la Colección Nacional de Mamíferos. Ciencia y Desarrollo, 133-134 p.
- Cervantes, R., Y. Hortelano M., J. Vargas C., 2003. Modernización de la colección nacional de mamíferos del Instituto de Biología, UNAM. Colección Nacional de Mamíferos, Depto. de Zoología, Instituto de Biología, UNAM. Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas 6(1):25-29. México, D.F.
- Cervantes, R., J. Vargas C., Y Hortelano M. 2016. An overview of the Mammal Collection of Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Colección Nacional de Mamíferos, Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2018. ¿Cuántas especies hay? Biodiversidad Mexicana.
- Cristín, A. y M. Perrilliat. 2011. Las colecciones científicas y la protección del patrimonio paleontológico. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana Vol. 63, No. 3, 2011, p. 421-427. Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, México.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 1988. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). Disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgeepa.htm>
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2000. Ley General de Vida Silvestre (LGVS). Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146_190118.pdf
- Instituto de Biología, UNAM. Colección Nacional de Mamíferos, Depto. de Zoología. <http://www.ibiologia.unam.mx/colecciones/vertebrado/mamiferos/frame.htm>
- IREKANI. 2016. Galería virtual de imágenes de la diversidad biológica de México. Disponible en: <http://unibio.unam.mx/irekani>

- Llorente, B., P. Koleff O., H. Benítez D., L. Lara M. 1999. Síntesis del estado de las colecciones biológicas mexicanas Resultados de la encuesta "Inventario y Diagnóstico de la Actividad Taxonómica en México" 1996-1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Lorenzo M., Álvarez S., Castañeda A., Arellano E, Arroyo C., Bolaños J., Briones S. Cervantes R., Chablé S., Corral L., Cortés M., Cortés C, De la Paz C., Elizalde A., Escobedo C., Espinoza E., Estrella E., Gallo R., García M, Garza T., González C., González C., González M., González R., Guzmán D., Guzmán A., Silvia F., Hernández B., Hortelano M., Iñiguez L., Jiménez G., León P., López G., López S., López V., Martin N, Martínez V., Sol M., Mejenes L., Morales V., Muñiz M., Niño R., Núñez G., Pozo C., Ramírez P., Retana O., Ruan I., Selem C., Vargas C., Zúñiga R. 2012. Los mamíferos de México en las colecciones científicas de Norteamérica. THERYA. Vol.3(2):239-262.
- Mesa, R., A. Bernal. 2006. Protocolos para la preservación y manejo de colecciones biológica. Boletín Científico - Centro de Museos Museo de Historia Natural Vol. 10. 117-148.
- PUB. 2019. Programa Universitario de Bioética. Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en: <https://www.bioetica.unam.mx/>
- Ramírez, P., I. Lira., S. Gaona., C. Müdspacher Z., A. Castro. 1989. Manejo y mantenimiento de las colecciones mastozoológicas. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa.
- Ramírez, P., N. González R., A. Gardner., J. Arroyo C. 2014. List of Recent Land Mammals of Mexico, 2014. Special publications. Museum of Texas Tech University.
- Romero, A., C. Sánchez H., C. García E., R., Owen. 2000. Mamíferos pequeños. Manual de técnicas de captura, preparación, preservación y estudio. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, Instituto de Biología. México. 202 p.
- Sánchez, C., F. Botello., J. Flores M., R. Gómez R., L. Guevara., G. Gutiérrez G., A. Rodríguez M. 2014. Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. Revista mexicana de biodiversidad. Vol.85. México.
- SEMARNAT. Norma Oficial Mexicana NOM-126-ECOL-2000. Disponible en: <http://siga.jalisco.gob.mx/assets/documentos/normatividad/nom126semarnat2000.htm>
- Sikes R., y The animal Care and Use Committee of the American Society of Mammalogists. 2016. Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research and education. Journal of Mammalogy, 97(3):663–688.

Disponible

en:

https://www.mammalsociety.org/uploads/committee_files/CurrentGuidelines.pdf

- Simmons, J., Y. Muñoz S. 2005. Cuidado, manejo y conservación de las Colecciones Biológicas. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Colombia.
- UNAM. 2019. Portal de datos abiertos UNAM “Colecciones universitarias” disponible en: <https://datosabiertos.unam.mx/>
- Vargas, C. y H. Fuentes M. 2006. Colecciones mastozoológicas de México. Cap. 8. Procesos curatoriales. Asociación Mexicana de Mastozoología, Instituto de Biología-UNAM, ECOSUR, CIIDIR-IPN.
- Wilson D., y D. Reeder. 2005. Especies de mamíferos del mundo. A Taxonomic and Geographic Reference. Johns Hopkins University Press, 2,142 pp.