
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

Título

Procedimientos para el manejo, preservación y computarización de ejemplares mamíferos para las colecciones científicas

QUE PRESENTA EL ALUMNA

Alin Yaneth Bandala López

Matricula: 2163082328

ASESORA:



Dra. Bárbara Vargas Miranda (interna)

Profesora Titular C

Número económico 20459

Departamento de Ciencias de la Salud
División de Ciencias Biológicas y de la Salud

México, CDMX.

Marzo, 2022

Índice

1. Introducción	1
2. Marco teórico	3
2.1 Colecciones a través de la historia	3
2.2 Colección biológica y mastozoológica	4
2.3 Importancia y función de las colecciones biológicas	4
2.4 Colecciones biológicas en el mundo y en México	5
2.5 Bases de datos de las colecciones biológicas	6
2.6 Bases de datos digitales	7
2.7 Sistemas de Información Geográficas (SIGs)	8
3. Objetivos	9
3.1 Objetivo general	9
3.2 Objetivos específicos	9
4. Metodología	10
5. Resultados	12
5.1 Técnicas de colecta	12
5.2 Preservación de ejemplares mamíferos	13
5.3 Análisis de registros por colecciones científicas del borrego cimarrón (<i>Ovis canadensis</i>)	13
5.4 Análisis de registros por décadas del borrego cimarrón (<i>Ovis canadensis</i>)	14
5.5 Análisis de registros por país, localidades únicas por país y mapa de la distribución potencial del borrego cimarrón (<i>Ovis canadensis</i>)	16
6. Discusión	19
7. Conclusiones	22
8. Recomendaciones finales	23
9. Bibliografía	23
10. Anexos	29
ANEXO 1	29
ANEXO 2	31
ANEXO 3	32
ANEXO 4	35
ANEXO 5	36
ANEXO 6	37

Resumen:

Las colecciones biológicas consideradas patrimonio nacional, son aquellos bancos de datos que proveen información básica sobre algún organismo. Una de sus funciones, es la coadyuvar a los SIGs, almacenado una gran cantidad de datos espaciales pudiendo realizar diversos análisis, como el orientar estrategias de conservación. El procedimiento que llevan los datos de colecta de un ejemplar biológico, desde su captura hasta que está información forma parte de una BD digital pública, es importante, dado que los ecosistemas están cambiando por actividades antropogénicas. El objetivo del trabajo fue conocer el procedimiento de captura y preservación que se les da a los ejemplares de mamíferos en colecciones científicas, y el procedimiento de computarización para que la información forme parte de las bases de datos digitales públicas. Se siguieron fundamentos de captura y preservación de organismos mediante literatura especializada y para conocer toda la información que contienen los ejemplares en una colección, usando como ejemplo el borrego cimarrón se revisaron BD digitales públicas: SNIB y GBIF, realizando análisis de datos con la información recabada. Se determinó, que dentro de las técnicas de colecta existen una gran variedad de trampas y redes para la captura de organismos y que previo al ingreso de ejemplares a las colecciones deben de ser preparados mediante una taxidermia y un etiquetado. Dentro de los análisis de registros del borrego cimarrón se obtuvieron un total de 2147 registros, de los cuales 825 corresponden a 45 colecciones internacionales y 58 se encuentran en 4 colecciones nacionales y 1191 fueron especímenes observados. Las recolectas de la especie fueron largo de 171 años (1800-2021), dónde en la década de 1960-1969 (179 registros) y la de 2010-2019 (607 registros), presentaron la mayor recolecta de ejemplares. La efectividad de captura de un organismo que ingresará a la colección dependerá de su comportamiento, las condiciones ambientales que se presenten, el tipo de topografía, el tipo de trampa a utilizar y la experiencia del profesional. En Estados Unidos y México a partir del año 1900 se inició la protección el borrego cimarrón con apoyo de diversas instituciones, puesto que es considerada una especie cinegética en el mundo por su gran valor cultural y ecológico, encontrándose catalogada bajo Protección Especial de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de Baja Preocupación dentro de la IUCN. Inventarios de las colecciones a las BD digitales públicas puede contribuir a los avances del conocimiento de la distribución potencial actual de una especie.

Palabras clave: Colecciones biológicas, bases de datos, preservación, borrego cimarrón.

1. Introducción

Las colecciones biológicas, son aquellos acervos de organismos, los cuales proveen información básica sobre su procedencia donde fue colectado, cuándo se colectó y su identificación, éstos se encuentran almacenados en condiciones especiales permitiéndoles garantizar su integridad a través del tiempo (Vélez *et al.*, 2012; Palomera-García *et al.*, 2015). A diferencia de otras fuentes de información biológica, una colección científica brinda la oportunidad de consultar, cuantas veces sea necesario a los ejemplares depositados en ellas y esta cuestión las hace importantes e irremplazables.

Estas colecciones no solo son fundamentales para la conservación del patrimonio biológico de un país o de diferentes regiones, sino también son epicentro de grandes avances en las ciencias naturales, dado que a partir de ellas y como resultado del trabajo de especialistas y técnicos encargados de su organización y preservación, se produce gran parte del conocimiento sobre biodiversidad, biogeografía y asociaciones biológicas (Hawksworth 1995 citado por Paradell & Defea, 2017). Además, se considera que las colecciones científicas son el único recinto que permite tener evidencia física de formas de vida que se extinguieron y en este sentido, dada la actual “crisis de la biodiversidad”, su papel en la ciencia y la sociedad es cada vez más relevante.

Pero pese a los grandes avances que se logran año tras año en México, para la compilación de información sobre la biodiversidad aún se considera insuficiente y la taxonomía de varios grupos bióticos es aún poco clara, inclusive gran parte de la información que se genera localmente y que se encuentra en trabajos de tesis es inédita y no siempre se encuentra al alcance de los académicos mexicanos ni de los extranjeros (Plascencia *et al.*, 2011).

Las colecciones nacionales y extranjeras resguardan parte de la diversidad biológica de México, que es considerado un país megadiverso, por lo que son muestra de la gran diversidad. Además, se debe considerar que tienen potencial para convertirse en herramientas de educación ambiental y educación para la conservación cuando sus usuarios son personas de las comunidades locales, particularmente de lugares ricos en diversidad biológica y cultural (Palomera- García *et al.*, 2015; Martínez, 2019). En la actualidad el desarrollo de tecnologías y metodologías como, los sistemas de bases de datos y los Sistemas de Información Geográfica (SIGs) han permitido manejar la información geográfica para apoyar los estudios de conservación de la diversidad biológica y actualizar la información de su acervo para hacerla accesible a un amplio conjunto de usuarios en todos los sectores de la sociedad, permitiendo el intercambio de información entre investigadores de diversas instituciones, que resguardan la información (Moreira,1996; Martínez, 2019).

Por otra parte, cabe mencionar que las bases de datos son la esencia de los SIGs, dado que permiten complementar la información ya existente, almacenando una gran cantidad de datos especiales que representan variables distintas, como el relieve, suelo, vegetación, precipitación, pendiente, uso de suelo, solo por mencionar algunas. También se permite hacer una gran serie de análisis espaciales complejos, como por ejemplo, determinar el área máxima ocupada por una especie, análisis del número total de individuos o especies monitoreadas en un determinado rango altitudinal o unidad de vegetación e inclusive orientar estrategias de conservación por medio de análisis de factores tales como la disponibilidad de alimentos, protección frente a depredadores, potencialidad de áreas para nidificación y reproducción (Moreira, 1996).

2. Marco teórico

2.1 Colecciones a través de la historia

La conservación de distintos ejemplares en la historia de la humanidad se considera muy antigua, dado que existen reportes de hace por lo menos 7,800 años y 5,000 años, tanto en Perú como en Egipto respectivamente, en donde se resguardaron algunos ejemplares de momias los cuales se considera que fueron unos de los primeros ejemplares preservados (Brier, 1998 citado en Simmons & Muñoz-Saba, 2005).

Posteriormente, en el siglo XVI se establecieron las primeras colecciones de plantas para estudios botánicos, que permitían estudiar las plantas de una manera más directa, principalmente por su valor comestible o medicinal (Peralta, 1992), más tarde entre el siglo XVII y XVIII, se comenzó con una proliferación de colecciones biológicas, las cuales comenzaron como “gabinetes de curiosidades”, que además de incluir material biológico eran mezclados con objetos artesanales provenientes de sitios exóticos, estas colecciones fueron catalogadas para entender y poder clasificar a la naturaleza. También se mejoraron las técnicas y métodos de conservación permitiendo que dichas colecciones tuvieran un uso más científico, además una gran variedad de sociedades científicas, museos y otras instituciones fueron fundadas, e inclusive un acontecimiento importante ocurrido en 1758 fue la creación del sistema de nombres binomiales por Carl von Linnaeus, el cual permitió la organización de las colecciones biológicas (zoológicas y herbarios), ya para el año 1850 y en la actualidad, las diferentes colecciones de animales y plantas se encontraron más ordenadas y se permitió dar cuenta a los científicos de que las colecciones de museos no solo eran un archivo del pasado, sino que también, podían permitir revelar la evolución y diversidad de las especies (Simmons & Muñoz-Saba, 2005).

2.2 Colección biológica y mastozoológica

Para Simmons & Muñoz-Saba (2005) las colecciones biológicas “son bancos de datos, conceptualmente como son las bibliotecas o los centros de documentación; son considerados patrimonio nacional y de interés para la humanidad, por ser fuente primaria de conocimiento y de información sobre nuestra biodiversidad, razón por la cual deben ser protegidas, mantenidas y debidamente curadas, garantizadas para su permanencia”.

Mientras que, Martínez (2019) define a las colecciones mastozoológicas como, “acervos formados por distintos materiales de origen animal debidamente tratados y preparados (curados) que sirven de referencia para conocer la fauna de un lugar”.

2.3 Importancia y función de las colecciones biológicas

Dentro de la importancia que tienen las colecciones biológicas, está el poder contribuir a la ciencia y a la sociedad como herramientas para el desarrollo de diversos estudios de sistemática clásica, ecológicos, genética de poblaciones, biogeografía, biología molecular, de la conservación y evolutiva (Ramírez-Pulido *et al.*, 1989; Ossa *et al.*, 2012; Paradell & Defea, 2017). Entender cuál es la función y la importancia de cualquier colección biológica, implica no solo comprender una propiedad de los ejemplares: su naturaleza única, sino, por otra parte, la relación que tienen con la generación y avance del conocimiento científico (Cristín & Perrilliat, 2011).

Las colecciones poseen un valor educativo dado que, el manejo de esta clase de especímenes es básico y necesario para la comprensión de caracteres diagnósticos (Lorenzo-Monterrubio & Bolaños-Citalán, 2003 citado en Lorenzo *et al.*, 2006). Además, la creación de estas colecciones dio respuesta a la necesidad que se tenía de conocer a los organismos.

En la actualidad existen diversas colecciones biológicas, en donde se representan un grupo particular o varios. En el caso de las colecciones de mamíferos, se permite conocer su distribución, características y los aspectos de su historia de vida, por lo que, de esta manera los primeros acervos corresponden a los trabajos de investigación sobre la diversidad y distribución geográfica de las especies, así como a la resolución de problemas taxonómicos (López-Vidal & Elizalde-Arellano, 2006).

2.4 Colecciones biológicas en el mundo y en México

Se estima que las diferentes colecciones biológicas científicas alrededor del mundo albergan unos 2.5 miles de millones de especímenes, los cuales representan cerca de 1.5 millones de especies actualmente conocidas (Hawksworth, 1995 citado en Llorente *et al.*, 1999).

Entre las décadas de 1970 y 1980 con motivos del inventario nacional y dada la importancia de las colecciones biológicas se efectuaron numerosas reuniones de carácter nacional e internacional de diversas sociedades botánicas y zoológicas, así como aquellas instituciones líderes en la formación de colecciones bióticas mundiales en los Estados Unidos y Europa (Lorente *et al.*, 1999).

Por su parte, México depende centralmente del número de instituciones que mantienen las colecciones científicas para ampliar su conocimiento sobre las especies que habitan nuestro territorio, inclusive los conocimientos e inventarios obtenidos de las colecciones de la biota mexicana constituyen una parte muy importante de las actividades y programas de conservación nacionales, que sin una perspectiva clara de la riqueza de nuestro territorio, no se puede identificar lo que se está perdiendo como resultado de las alteraciones ambientales que el hombre ha estado generando durante las últimas décadas (Plascencia *et al.*, 2011; Sarukhán *et al.*, 2017).

En la actualidad se tienen registradas un total de 747 colecciones científicas en 237 instituciones nacionales (CONABIO, 2016). En el caso de centros de investigación extranjera, con respecto a colecciones mastozoológicas se encuentran la University of Arizona (UAZ), Museum of Vertebrate Zoology, University of California, Berkeley (MVZ-UCB), Museum of Southwestern Biology, University of New Mexico (MSB-UNM), National Museum of Natural History, Smithsonian Institution (NMNH-SI) y The Centennial Museum and Chihuahuan Desert Gardens, University of Texas, El Paso (UTEP), entre algunas otras, mientras que, para México se podría mencionar el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), el Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (IBUNAM), el Museo de Zoología Alfonso L. Herrera, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (FC-UNAM), Laboratorio de Cordados Terrestres, Departamento de Zoología, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional (ENCB-IPN) y la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa (UAMI) (Martínez, 2019).

2.5 Bases de datos de las colecciones biológicas

En los últimos años los avances científicos y tecnológicos, han permitido el fácil manejo de los datos taxonómicos, inclusive el desarrollo de diferentes bases de datos, han aportado un enorme impulso en los sistemas de consulta. Todas estas bases deben de poseer una información sistematizada, accesible y continuamente actualizada, pues deben enriquecer los registros de los diferentes ejemplares, además de servir como fuente de información para los modelos estadísticos que son utilizados en programas de conservación (Martínez-Meyer & Sánchez-Cordero, 2006; Plascencia *et al.*, 2011; Trujillo-Trujillo *et al.*, 2014).

Es de relevancia mencionar que, un término bastante utilizado en las bases de datos es el de “digitalización”, el cual representa la captura y el registro de información sobre una muestra o colección; donde los especímenes típicamente incluyen etiquetas, entradas de libros y notas de campo que tienen información manuscrita sobre el evento de recolección (por ejemplo, nombre del recolector, fecha, localidad) y el espécimen en sí (por ejemplo, nombre científico y número de identificación), por lo que la digitalización incluye no solo capturar el texto como los caracteres, sino también dividirlo en propiedades específicas, y además poder almacenar esta información en las bases de datos (Nelson *et al.*, 2012).

Por lo que, automatizar el manejo de la información biológica en las bases de datos se muestra al considerar que el esfuerzo coordinado entre diversas instituciones que se dedican a los inventarios taxonómicos y la planeación de diferentes estrategias de conservación podrá garantizar la protección de la biodiversidad (Escalante *et al.*, 2002; Plascencia *et al.*, 2011).

2.6 Bases de datos digitales

A nivel mundial existe una gran variedad de bases de datos digitales públicas, que permiten que cualquier usuario tenga acceso a la información y sobre todo sea fácil de manejar, entre ellas se encuentra, *The Inter American Biodiversity Information Network* (IABIN); *The Global Biodiversity Information Facility* (GBIF), *The Global Plant Initiative* (GPI), *Mammal Network Information System* (MaNIS), *American Biodiversity Information Network* (IABIN), mientras que, en México la CONABIO desarrolló una de las redes pioneras en el mundo, la *Red Mundial de Información sobre Biodiversidad* (REMIB) (Martínez-Meyer & Sánchez-Cordero, 2006; Vélez *et al.*, 2012; Trujillo-Trujillo *et al.*, 2014).

Estas bases de datos son organizaciones nacionales e internacionales, destinadas a proporcionar a los investigadores, acceso abierto y gratuito a datos sobre cualquier tipo de

forma de vida que hay en la Tierra. Mejoran la infraestructura para el intercambio de información sobre biodiversidad, fortalecen la capacidad técnica para intercambiar información y conocimiento sobre diversidad biológica a través de fronteras institucionales, permitiendo formular políticas de gestión ambiental efectivas y promover el desarrollo sostenible en la región. En México las instituciones que manejan estas bases de datos tienen como objetivo, compartir la información biológica de especímenes en centros de investigación que albergan las colecciones científicas de México y el extranjero, así como información en el campo (Jiménez y Koleff, 2016).

2.7 Sistemas de Información Geográficas (SIGs)

Los SIGs se definen como “un sistema computarizado de manejo de bases de datos para la captura, el almacenamiento, la reobtención, el análisis y despliegue de datos espaciales, es decir datos georreferenciados” (Solano, 1993). Su objetivo central es poder generar información válida para la toma de decisiones, considerándose importantes dado que integran información espacial y no espacial en un sistema bastante simple, ofreciendo un marco consistente para el análisis de los datos geográficos (Rosete & Bocco, 2003).

Estos sistemas además de complementar bases de datos ya existentes, permiten realizar análisis espaciales complejos, como el área máxima ocupada por una especie en distintas escalas temporales, el porcentaje de esta área superpuesto con la distribución de otra especie, el porcentaje del área ocupado por cada tipo de suelo; así como análisis de dependencia entre variables, como el número total de individuos o especies monitoreadas en un determinado rango altitudinal o unidad de vegetación, y los diferentes tipos de hábitat ocupados por una especie. Algunas de otras aplicaciones a una escala regional se han desarrollado en el diseño de Áreas Naturales Protegidas (ANPs), donde una de las técnicas más difundidas es la

superposición de áreas de distribución de especies con los límites de las ANPs existentes, mientras que, para el manejo de fauna silvestre los SIGs se utilizan para orientar estrategias de conservación por medio del análisis de factores tales como la disponibilidad de alimentos, protección frente a depredadores, potencialidad de áreas para nidificación y reproducción (Moreira, 1996).

El procedimiento que llevan los datos de colecta de un ejemplar biológico, desde su captura hasta que esta información forma parte de una base de datos digitales públicas, es importante, dado que los ecosistemas están cambiando por las actividades antropogénicas. El conocer la distribución de una especie con esta información, se podrán identificar las áreas que actualmente presentan algún estado de conservación o hábitat apropiado para la especie, a su vez la información nos permitirá conocer la disponibilidad de áreas adecuadas donde las especies puedan sobrevivir, así como los factores ambientales en los cuales habitan. Por lo anterior se plantearon los siguientes objetivos.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Conocer el procedimiento de captura y preservación que se les da a los ejemplares de mamíferos en colecciones científicas, y el procedimiento de computarización para que la información forme parte de las bases de datos digitales públicas.

3.2 Objetivos específicos

- Aprender las diferentes técnicas sobre la colecta de material biológico para colecciones científicas.

- Conocer las técnicas de preservación de material biológico, principalmente de mamíferos, para formar parte del acervo de la colección científica.
- Organizar, etiquetar y computarizar el material biológico, principalmente de mamíferos.
- Conocer las bases de datos digitales públicas y analizar qué información nos proporciona para la conservación de mamíferos.
- Analizar la información de los registros de la especie depositados en colecciones científicas, generar un mapa de su distribución potencial y evaluar el efecto de las variables predictoras en dicha distribución.

4. Metodología

Mediante el libro *Manejo y Mantenimiento de Colecciones Mastozoológicas* de Ramírez-Pulido *et al.*, (1989) y a partir de literatura especializada, se siguieron y conocieron los fundamentos para la debida captura y preservación de los ejemplares que son ingresados a las colecciones científicas.

Posteriormente, para conocer la información que contienen las Bases de Datos (BD) se utilizó como ejemplo los registros de colecta del borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) debido a que, es reconocida como una especie sombrilla y es considerada una especie cinegética en el mundo por su gran valor cultural y ecológico, pero debido a diversas actividades humanas como la introducción de ganado domestico a su zona de distribución y la fragmentación de su hábitat, han ocasionado la reducción de sus poblaciones (Tarango & Krausman, 1997; Guerrero-Cárdenas, *et al.* 2003; Jiménez & Hernández, 2010; SEMARNAP, 2000 en Velázquez, 2012). Los registros del borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) fueron obtenidos de

BD digitales públicas: Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México (SNIB, <https://www.snib.mx/>) y The Global Biodiversity Information Facility (GBIF, www.gbif.org), esto con el fin de conocer toda aquella información que formaría parte de la base de datos de la colección, por ejemplo: número de catálogo, familia, género, especie y subespecie, sexo, entidad federativa, localidad precisa (coordenadas geográficas), fecha de colecta, naturaleza del ejemplar, nombre del colector, nombre del preparador y el número del catálogo personal del preparador, entre otros.

Con la BD compilada del borrego cimarrón (*Ovis canadensis*), fue depurada; eliminando los registros duplicados, aquellos sin información correspondiente a la localidad y los que no contaran con coordenadas geográficas; y en el caso de que se contará con las coordenadas éstas fueron verificadas y corregidas por medio de Google Earth Pro, además las localidades se compararon con los mapas de la distribución conocida de la especie publicados en distintas fuentes (Hall, 1981; Shackleton, 1985; INECC, 2000; Álvarez, 2004; Álvarez-Romero & Medellín, 2005; Ceballos, 2014; Brewer *et al.*, 2014; Román-Valdez *et al.*, 2016).

Con los datos obtenidos, se realizó un análisis por colecciones nacionales e internacionales y también se realizó una curva de los valores acumulados vs los periodos de tiempo en intervalos de diez años. Además, de acuerdo con la distribución potencial original del borrego cimarrón (*Ovis canadensis*), que va desde oeste de los Estados Unidos de América, centro-suroeste de Canadá y el noroeste de México (Figura 1), se determinaron aquellos estados (México), condados (Estados Unidos) y provincias (Canadá) con el mayor número de registros. Dado lo anterior, con las coordenadas geográficas obtenidas en la BD haciendo uso del programa QGIS (versión 3.14.16) se realizó un mapa de la distribución potencial actual

de la especie *Ovis canadensis* y cada uno de los resultados obtenidos fueron presentados en el XXVI Simposio de Ciencias de la Salud, Sede UAM Iztapalapa, Ciudad de México.



Figura 1. Distribución potencial de *Ovis canadensis*, tanto en Estados Unidos, Canadá y México.

Tomada de Brewer *et al.*, 2014.

5. Resultados

5.1 Técnicas de colecta

Con base en la información recopilada se determinó, que dentro de las técnicas de colecta para el caso de mamíferos y murciélagos existen una gran variedad de trampas y redes, las cuáles deben conservarlos en buenas condiciones y un microambiente confortable, además de ser rápidas y de preferencia no deben causar daño a las partes del cuerpo del ejemplar requeridas para la investigación. En la (ANEXO 1 Tabla 1) se muestran el tipo de trampas

utilizadas para la captura de pequeños y medianos mamíferos, así como para murciélagos, haciendo énfasis en sus características principales; mientras que, en el (ANEXO 2 Tabla 2) se observan los tipos de cebo para diversos grupos de mamíferos.

5.2 Preservación de ejemplares mamíferos

Siguiendo la bibliografía de Gaviño, Juárez & Hugo 1972; Ramírez-Pulido *et al.*, 1989; Díaz, Flores & Barquez, 1998; Simmons & Muñoz-Saba, 2005, se precisó que previo al ingreso de ejemplares a las colecciones científicas deben de ser preparados mediante una taxidermia y un etiquetado. En el (ANEXO 3 Tabla 3) se describen los pasos a seguir para la extracción de piel y algunas recomendaciones a tomar en cuenta, además en el (ANEXO 4 Tabla 4) se explican los métodos para el curtimiento de pieles de los ejemplares y el (ANEXO 5 Tabla 5) se señala la preparación que deben llevar los cráneos y esqueletos, mientras que, en el (ANEXO 6 Tabla 6) se muestran los tipos de etiquetado que debe llevar la piel, el material óseo y las cajas y frascos donde se resguardan a los organismos.

5.3 Análisis de registros por colecciones científicas del borrego cimarrón (*Ovis canadensis*)

Se obtuvieron un total de 2147 registros, de los cuales 825 corresponden a 45 colecciones internacionales y 58 se encuentran en 4 colecciones nacionales, mientras que, 1191 registros pertenecen a especímenes observados y 73 registros del total, su información se encontraba incompleta para poder determinar el tipo de colección al que pertenecían. Dentro de las colecciones internacionales que contaron con el mayor número de registros, se encuentra la University of Arizona (UAZ, 208 registros) en Estado Unidos, seguida del Museum of Vertebrate Zoology, University of California, Berkeley (MVZ-UBC, 179 registros) y Museum of Southwestern Biology (MSB, 72 registros) Nuevo México, EUA, mientras que,

para el caso de las colecciones nacionales el Instituto de Biología de la Universidad Autónoma de México (IBUNAM, 51) cuenta con el mayor número de registros (Figura 2).

5.4 Análisis de registros por décadas del borrego cimarrón (*Ovis canadensis*)

En la Figura 3 se muestra la representación geográfica de la temporalidad en la que fueron recolectados los registros y el acumulado de los mismos, permitiendo analizar cómo se realizaron las recolectas de la especie a lo largo de 171 años (1800-2021), la curva acumulada de registros muestra que, a partir de 1960 los esfuerzos por documentar a la especie se incrementaron, y que en la década de 1960-1969 (179 registros) seguida de la década del 2010-2019 (607 registros), fueron las que presentaron la mayor recolecta de ejemplares.

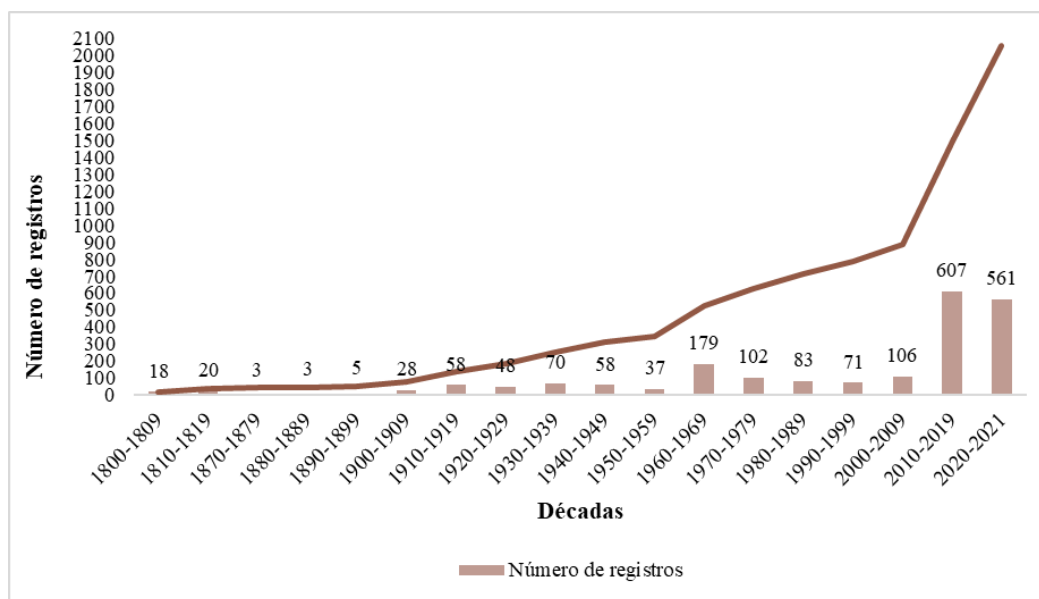


Figura 2. Esfuerzo de colecta documentado en las bases de datos por décadas y el acumulado de las mismas.

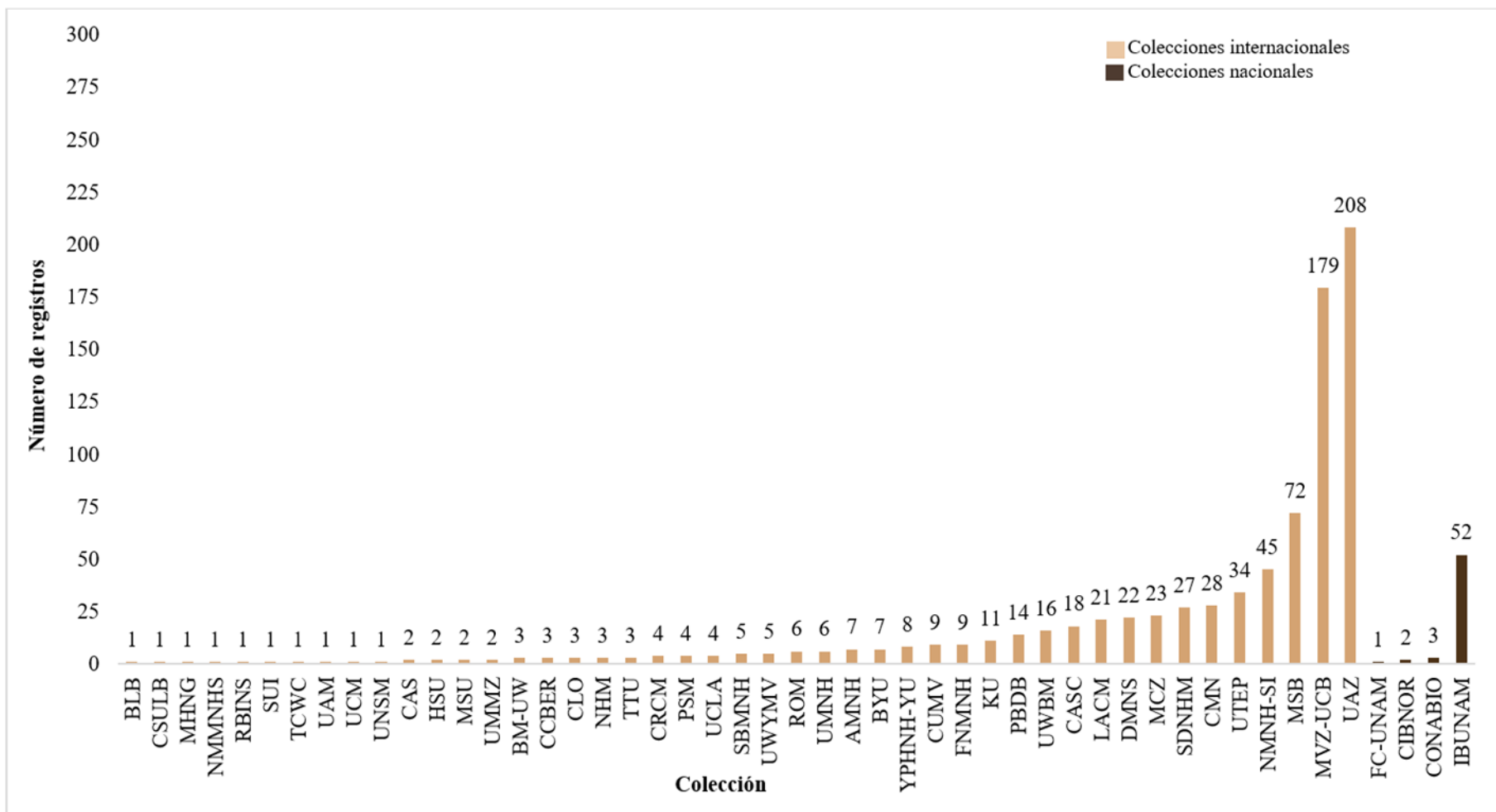


Figura 3. Número de registros por colección (internacional y nacional).

5.5 Análisis de registros por país, localidades únicas por país y mapa de la distribución potencial del borrego cimarrón (*Ovis canadensis*)

Por otra parte, se identificó que el mayor número de registros de la especie para la República Mexicana fue Baja California (69) seguido de Sonora (40) (Figura 4), por su parte Estados Unidos los condados con el mayor número de registros fueron Colorado (357) y California (338) (Figura 5), mientras que, para el caso de Canadá la provincia de Alberta (247) presento el mayor número de registros (Figura 6). En la República Mexicana fueron contabilizadas un total de 173 localidades únicas, mientras que, para Estados Unidos fueron 1531 y para Canadá se obtuvieron 422 localidades únicas. En la Figura 7 se presenta el mapa de la distribución potencial actual de la especie *Ovis canadensis*, tanto en México como en Estados Unidos y Canadá.

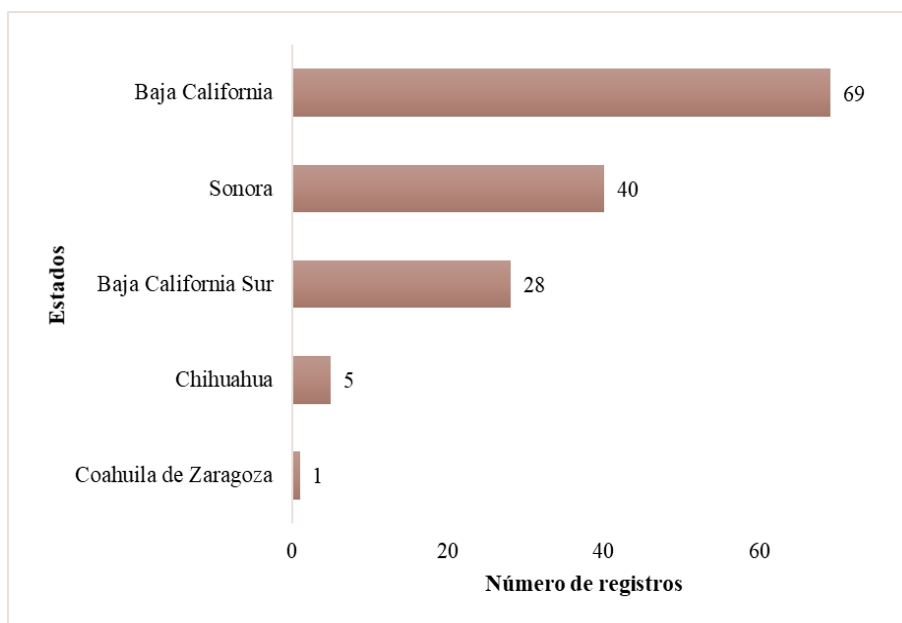


Figura 4. Número de registros de la especie por estados al norte de la República Mexicana.

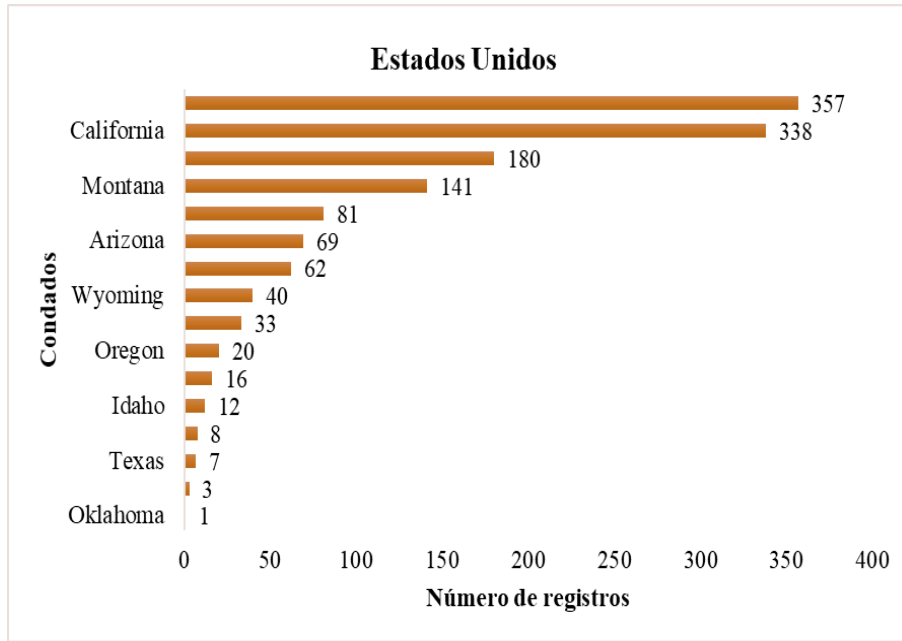


Figura 5. Número de los registros de la especie por condados de Estados Unidos.

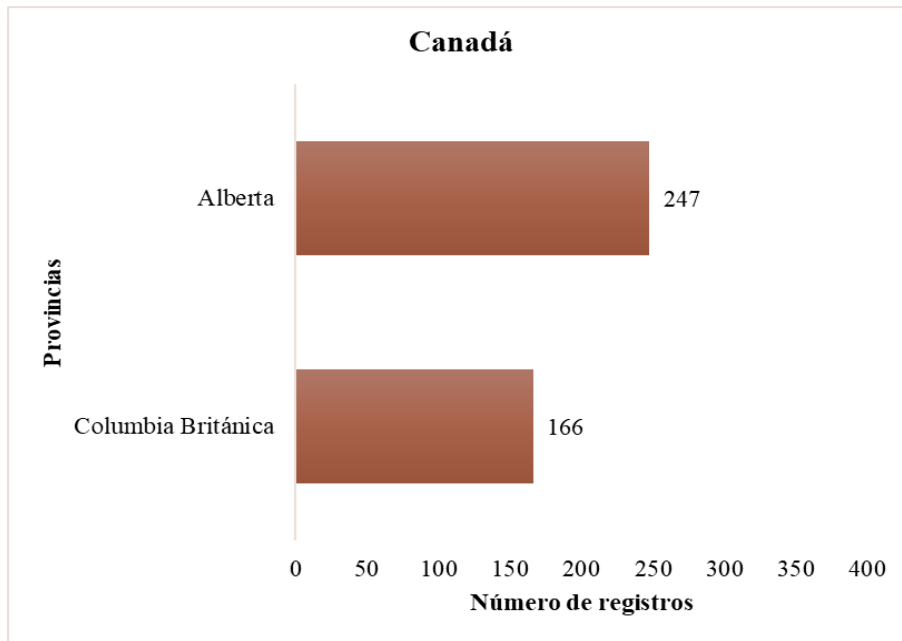


Figura 6. Número de los registros de la especie por provincias de Canadá.

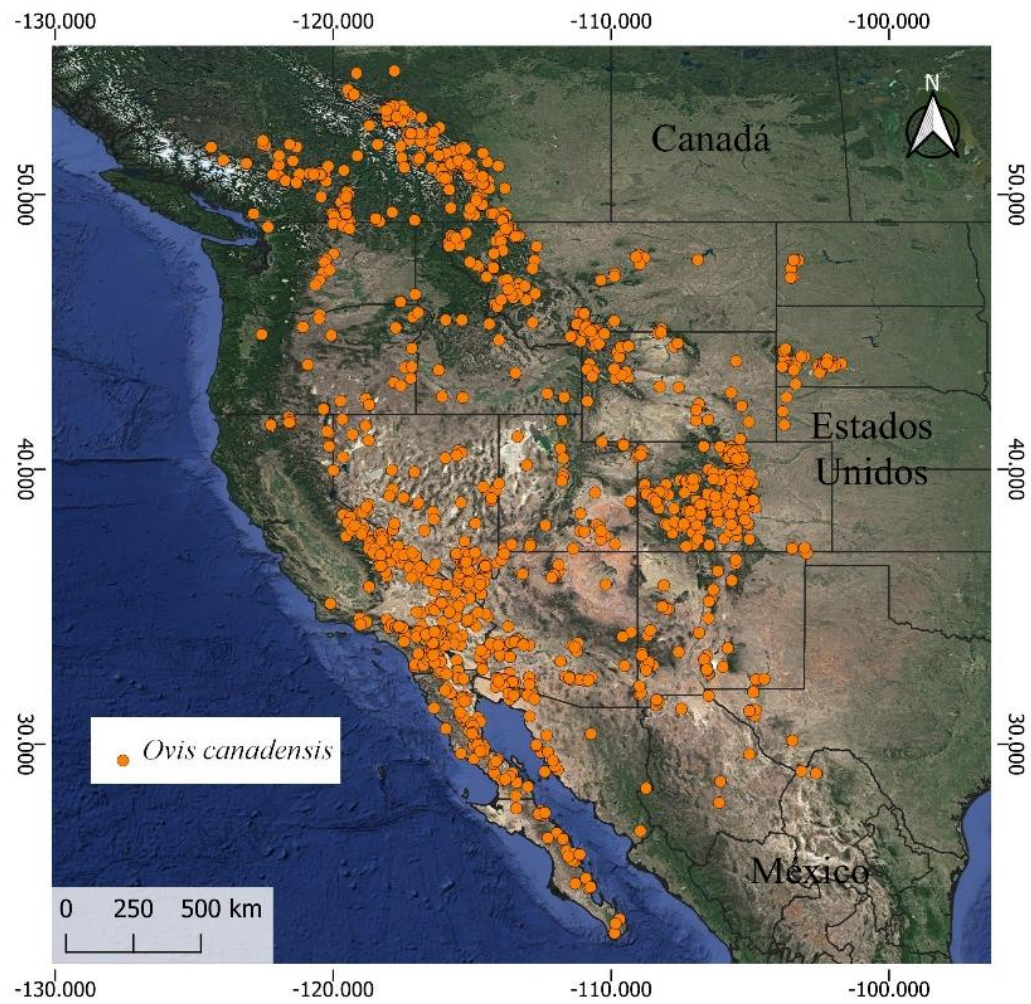


Figura 7. Mapa de la distribución potencial con los registros obtenidos en las BD de la especie *Ovis canadensis*.

6. Discusión

Son varias las técnicas de colecta que son empleadas para la captura de mamíferos y murciélagos, pese a pudieran presentar algún tipo de desventaja siguen considerándose bastante eficaces cuando se trabaja adecuadamente con ellas, el Ministerio del Ambiente (2015), considera que la efectividad de captura dependerá del comportamiento de los animales, las condiciones ambientales que se presenten, el tipo de topografía, el tipo de trampa a utilizar y la experiencia del profesional.

Por ejemplo, para el caso de captura viva de algunos mamíferos se podría hacer uso de trampas Sherman y Tomahawk, mientras que, para el caso de murciélagos las redes de niebla y trampas arpa pueden considerarse las más adecuadas, en el caso de que fuera necesario capturar el organismo muerto trampas de golpe o cebo son funcionales, o tras la captura *in vivo* se podría recurrir al sacrificio del organismo tomando en cuenta que debe procederse con eficiencia y rapidez, minimizando el sufrimiento del ejemplar colectado (Díaz, Flores & Barquez, 1998). Como menciona González-Romero (2014), si el organismo será capturado vivo o muerto dependerá de la naturaleza del estudio y de la razón de su captura, por ejemplo, para el caso de las colecciones es necesario el uso de especímenes de referencia que permitan una correcta identificación de las especies, además los cráneos, esqueletos o tejidos suelen ser necesarios para análisis que no pueden obtenerse de organismos vivos.

Aunque cabe mencionar, que en la actualidad las técnicas de colecta de organismos vivos son más comunes pues permiten dar un seguimiento adecuado, facilitan su identificación e inclusive pueden ser trasladarlos para poder repoblar algunas zonas. Romero-Almaraz *et al.* (2007); INECC (2007); Bautista (2011); Hernández-Pérez *et al.* (2015), señalan que dentro estas técnicas se encuentran los marcajes permanentes (marcas congeladas, tatuajes,

economización, microchips), semipermanentes (collares, las etiquetas, luces beta, bandas o anillos) y temporales (tintes, pinturas, polvos, bandas reflexivas o marcas lumínicas, tatuajes en alas o perforaciones) e inclusive el foto-trampeo resulta bastante útil.

Por otra parte, todos aquellos ejemplares que van a hacer ingresados a las colecciones biológicas deben someterse a procesos curatoriales como, la taxidermia, el curtimiento de pieles y una preparación de cráneos y esqueletos para poder preservarlos a largo plazo, permitiendo así, resolver problemas de carácter taxonómico, biogeográfico, ecológico, anatómico, evolutivo y genético (Díaz, Flores & Barquez, 1998). Como expresa Rojas-Martínez (2019), todo el trabajo realizado desde el esfuerzo de recolecta en campo, así como el trabajo de gabinete y de investigación contribuyen al conocimiento de la riqueza biológica del país en los inventarios obtenidos de las colecciones.

Además, cabe mencionar que cada uno de los ejemplares una vez ingresados a las colecciones, no solo cobran importancia porque contribuyen a la conservación, sino también, porque constituyen un registro permanente que puede ser reanalizado cuantas veces sea necesario, minimizando los costos y maximizando la eficiencia de los trabajos de campo (Plascencia *et al.*, 2011). Por ejemplo, en México IBUNAM y la UAMI cuentan con una colección de mamíferos con alrededor de 30, 246 ejemplares y 16, 550 ejemplares respectivamente, mientras que, el ENCB-IPN cuenta con una colección mastozoológica con 43, 225 ejemplares (Dirección General de Repositorios Universitarios, s.f.; CONABIO, 2012).

Dentro de lo ejemplares mamíferos que resguardan las instituciones como el IBUNAM, el borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) es uno de ellos. Esta especie es considerada uno de los mamíferos más importantes de la fauna silvestre mexicana y una de las principales especies

cinéticas en el mundo, además es reconocida como una especie sombrilla, distinguiéndose por su adaptabilidad a fuertes variaciones del medio ambiente, así como a periodos de sequía prolongados y escasez de alimento (Guerrero-Cárdenas, *et al.* 2003; Jiménez & Hernández, 2010; Escobar, 2016).

Dentro de los registros analizados del borrego cimarrón, es posible que la mayoría de estos fueran observaciones, dado que en los planes de manejo sobre la especie uno de los métodos mayormente utilizados es el de censo aéreo, herramienta que permite obtener información necesaria y bastante precisa sobre la estructura y número poblacional de la especie, posibilitando que las autoridades otorguen a propietarios de UMAs la cantidad de permisos de cacería sin rebasar la tasa de reclutamiento natural de la especie, permitiendo así su viabilidad a largo plazo (Gobierno del Estado de Sonora, 2012).

Al respecto de la reducción de las poblaciones del borrego cimarrón (ver Figura 3), del año 1870 a 1899, en Estados Unidos y México a partir del año 1900 se inició la protección de la especie con apoyo de diversas instituciones como la Sociedad para la Conservación del Borrero Cimarrón (SCBS, por sus siglas en inglés The Society for the Conservation of Bighorn Sheep) registrada en California, además de la SEMARNAT y la PROFEPA, las cuales implementaron programas para fomentar la conservación de los recursos naturales para su debido aprovechamiento y poder vigilar el cumplimiento de la normatividad ambiental (Mesa, 2013), el apoyo de estas instituciones para la protección de la especie ha sido fundamental para su conservación.

El borrego cimarrón (*Ovis canadensis*), históricamente solía ocupar una gran superficie desde el Noroeste de México, centro Suroeste de Canadá y Oeste de Estados Unidos, principalmente asociado a zonas áridas y montañosas (SEMARNAP, 2000 en Velázquez,

2012), pero debido principalmente a las actividades humanas como lo son; la introducción de ganado doméstico a su zona de distribución, que genera la competencia y la transmisión de enfermedades y parásitos, e inclusive la cacería furtiva y la fragmentación de su hábitat ha ocasionado la reducción de sus poblaciones, a un grado tal, que se considera extirpada de estados como Durango, Chihuahua, Coahuila y Nuevo León (Tarango & Krausman, 1997; Jiménez & Hernández, 2010), debido a ello la especie se encuentra catalogada bajo Protección Especial (Pr) de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES), esta listada dentro del Apéndice II (Solo en poblaciones de México), y que figure en la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y Recursos Naturales (IUCN por sus siglas en inglés International Union for Conservation of Nature), como de Baja Preocupación (LC).

7. Conclusiones

La importancia de las colecciones científicas es que contienen ejemplares únicos que son estudiados para el conocimiento científico, así como el de la biodiversidad. La inclusión de los inventarios de las colecciones a las bases de datos digitales públicas puede ser utilizada para reconstruir la historia del conocimiento sobre la biodiversidad y, además puede contribuir a los avances de comprensión de la distribución potencial actual de una especie, permitiendo tomar decisiones sobre su conservación.

En el análisis de información que se obtuvo de los registros depositados en las bases de datos sobre *Ovis canadensis*, permitió conocer su distribución potencial actual siendo fundamental dado que se encuentra catalogada como Amenazada según la CITES e inclusive este avance puede generar mayores estudios para la conservación de la especie.

8. Recomendaciones finales

Para un futuro trabajo, se sugiere realizar un análisis mediante perfiles bioclimáticos; de los cuales se obtiene información mensual de la precipitación y temperatura promedio, proporcionando una idea para determinar el espacio ecológico en el que distribuyen los registros de colecta de una especie, y que es información de sus intervalos de tolerancia.

Se sugiere también poder conocer las ANPs en el área de distribución de la especie, para determinar si estas cuentan con las condiciones de preferencia de hábitat de la especie, y de ser posible poder proponer una nueva ANP para hacer alguna reintroducción de la especie, en lugares donde ha sido extirpada.

Realizar también un modelado de nicho ecológico para el borrego cimarrón (*Ovis canadensis*), lo que podría permitir el predecir la distribución de la especie frente al cambio climático.

9. Bibliografía

- Álvarez, C. S. (2004). *Uso del hábitat por el borrego cimarrón Ovis canadensis weemsi en la Sierra del Mechudo Baja California Sur, México*. [Tesis doctoral, Universidad Nacional Autónoma de México]. TESIUNAM. <http://132.248.9.195/ppt2004/0333152/Index.html>.
- Álvarez-Romero, J. & Medellín, A. R. (2005). *Ovis canadensis*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020.
- Bautista Z., F. 2011. *Técnicas de muestreo para manejadores de recurso naturales*. UNAM.
- Brewer, C. E., Bleich, V. C., Foster, J. A., Hosch-Hebdon, T., McWhirter, D. E., Rominger, E. M., Wagner, M. W. & Wiedmann, B. P. (2014). Bighorn Sheep: Conservation Challenges and Management Strategies for the 21st Century. Wild Sheep Working Group, Western Association of Fish and Wildlife Agencies, Cheyenne.
- Ceballos, G. (2014). Mammals of México. CONABIO.

- CITES. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. (2013). *Apéndices I, II y III*. <https://cites.org/sites/default/files/esp/app/2013/S-Appendices-2013-06-12.pdf>.
- CONABIO. (2012). *Colección de mamíferos*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Recuperado el 24 de febrero de 2022 de <https://www.biodiversidad.gob.mx/fichas-conabio-war/resources/>.
- CONABIO. (2016). (22 de febrero de 2022). *Colecciones biológicas científicas de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Recuperado el 22 de febrero de 2022 de <https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/colecciones/>.
- Cristín, A. & Perrilliat, Ma. del C. (2011). Las colecciones científicas y la protección del patrimonio paleontológico. *Boletín de la sociedad geológica mexicana*, 63(3): 421-427. <http://www.ojs-igl.unam.mx/index.php/bsgm/article/view/395>.
- de la Maza M., M. & Bonacic S., C. 2013. *Manual para el monitoreo de fauna silvestre en Chile*. Serie Fauna Australis, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal.
- Díaz, M. M., Flores, D. A. & Barquez, R. M. 1998. *Instrucciones para la preparación y conservación de mamíferos*. PIDBRA.
- Dirección General de Repositorios Universitarios, Universidad Nacional Autónoma de México. s.f. (24 de febrero de 2022). *Portal de Datos Abiertos UNAM, Colecciones Universitarias*. Recuperado el 24 de febrero de 2022 de <https://datosabiertos.unam.mx/>.
- Escalante, T., Espinosa, D. & Morrone, J.J. (2002). Patrones de distribución de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana*, 87: 47-65. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532007000100017.
- Escobar, F., J. G. (2016). *Análisis del uso-disponibilidad de hábitat del borrego cimarrón (Ovis canadensis cremnobates) en Baja California, mediante técnicas de teledetección satelital*. [Tesis doctoral, Centro de Investigaciones biológicas del noreste, S.C]. DSpace. <http://dspace.cibnor.mx:8080/handle/123456789/2151>.
- Farías, A. A. 2019. Captura y manejo de mamíferos medianos y grandes en el campo. En Editor: F. Teixeira de Mello. *Experimentación con animales no tradicionales (ANTE) en Uruguay*. Honoraria de Experimentación Animal (CHEA, CSIC).
- Gallina T., S. 2015. *Manual de técnicas del estudio de la fauna*. INECOL.
- Gaviño de la T., G., Juárez L., C. & Figueroa T., H. 1987. *Técnicas biológicas selectas de laboratorio y de campo*. Limusa.
- Gobierno del Estado de Sonora. (2012). *Borrego cimarrón (Ovis canadensis mexicana): Resultados del monitoreo aéreo en el Estado de Sonora, México. Noviembre 2012*. Dirección General Forestal y Fauna de Interés Cinegético de la SAGARHPA.

- González-Romero, A. (2015). Métodos de captura y contención de mamíferos. En Gallina-Tessaro, S. & López-González, C. (Eds.), *Manual de técnicas para el estudio de la fauna* (pp. 117-126). SEMARNAT. INECC. INECOL. UAQ.
- Guerrero-Cárdenas, I., Zamora, T. & Álvarez-Cárdenas, S. (2003). Factores que afectan la distribución espacial del borrego cimarrón *Ovis canadensis weemsi* en la Sierra del Mechudo, B.C.S., México. *Anales del Instituto de Biología*, 74(1): 83-98.
- Hall, R. E. (1981). *The Mammals of North America*.
- Hernández-Pérez, E., Reyna-Hurtado, R., Castillo V., G., Sanvicente L., M. & Moreira-Ramírez, J. F. (2015). Fototrampeo de mamíferos terrestres de talla mediana y grande asociados a petenes del noroeste de la península de Yucatán, México. *Therya*, 6(3): 559-574. <http://www.scielo.org.mx/pdf/therya/v6n3/2007-3364-therya-6-03-00559.pdf>.
- INECC. (2007). *Marcaje e identificación*. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Recuperado el 24 de febrero de 2022 de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/331/marcaje.html>
- INECC. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2000). *Proyecto para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable del borrego cimarrón (Ovis canadensis) en México*. SEMARNAT y INECC. <https://docplayer.es/21382190-Proyecto-para-la-conservacion-manejo-y-aprovechamiento-sustentable-del-borrego-cimarron-ovis-canadensis-en-mexico.html>.
- IUCN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y Recursos Naturales. *The IUCN Red List of Threatened species*. <https://www.iucnredlist.org/es>.
- Jiménez, D. S. & Hernández, Ma. C. (2010) Programa de conservación del borrego cimarrón (*Ovis canadensis weemsi*) en Baja California Sur, México. *Galemys*, 22: 447-468.
- Jiménez, R. & Koleff, P. (2016). La informática de la biodiversidad: una herramienta para la toma de decisiones. En *Capital natural de México*, vol. IV: Capacidades humanas e institucionales. (143-195). CONABIO.
- López-Vidal, J.C. & Elizalde-Arellano, C. (2006). Las colecciones mastozoológicas en la formación de recurso en taxonomía y docencia. En: Lorenzo, C., Espinosa, E., Briones, M. & Cervantes, F.A. (Eds.). *Colecciones mastozoológicas de México*. (123-131). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Lorenzo, C., Espinosa, E., Briones, M. & Cervantes, F. A. (2006). *Colecciones mastozoológicas de México*. Universidad Nacional Autónoma de México. http://www.ibiologia.unam.mx/pdf/directorio/c/cervantes/clases/masto/2012/Colecciones_Mastozoológicas.pdf.
- Llorente B., J., Koleff O., P., Benítez D., H. & Lara M., L. (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.

- Martínez de la Vega, G. (2019). Colecciones biológicas. En: Quintero-Díaz, G. E., Luévano, E. J., Flores, J., Treitler, J. & Martínez de la Vega, G. (Eds.) *La biodiversidad en San Luis Potosí. Estudio de Estado* (155-160). CONABIO.
- Martínez-Meyer, E. & Sánchez-Cordero. (2006). Uso de datos de colecciones mastozoológicas. En: Lorenzo, C., Espinosa, E., Briones, M. & Cervantes, F.A. (Eds.). *Colecciones mastozoológicas de México*. (177-186). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Mesa, Z. E. (2013). *Diagnóstico del hábitat del borrego cimarrón (Ovis canadensis weemsi) en función de variables ambientales y actividades antropogénicas en la Sierra el Mechudo, Baja California Sur, México*. [Tesis doctoral, Centro de Investigaciones biológicas del noreste, S.C]. DSpace. <http://dspace.cibnor.mx:8080/handle/123456789/370>.
- Ministerio del Ambiente. (2015). *Guía de inventario de la fauna silvestre*. Ministerio del Ambiente. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. <https://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/10/GU%C3%83-A-DE-FAUNA-SILVESTRE.compressed.pdf>.
- Moreira, M. A. (1996). Los sistemas de información geográfica y sus aplicaciones en la conservación de la diversidad biológica. *Ambiente y Desarrollo*, 12(2): 80-89. http://geografia.uc.cl/images/academicos/Andres_Moreira/Moreira_SIG_cons.pdf.
- Nelson, G., Paul, D., Riccardi, G. & Mast, A.R. (2012). Five task clusters that enable efficient and effective digitalization of biological collections. *ZooKeys*, 209: 19-45. <https://zookeys.pensoft.net/articles.php?id=2926>.
- NOM-059-SEMARNAT-2010. 30 de diciembre de 2010. Diario Oficial de la Federación, México (2010).
- Ossa, P.A., Giraldo M., J.M., López G., G.A., Días, L.G. & Rivera P., F.A. (2012). Colecciones biológicas: Una alternativa para los estudios de diversidad genética. *Boletín científico. Centro de museos: Museo de Historia Natural*, 16(1): 143-155. <http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v16n1/v16n1a12.pdf>.
- Palomera-García, C., Rivera-Cervantes, L.E., García-Real, E., Guzmán-Hernández, L. & Ruan-Tejeda, I. (2015). Las colecciones biológicas “itinerantes” como instrumentos de educación ambiental. *Revista Iberoamericana para la investigación y el Desarrollo Educativo*, 6(11): 1-11. <https://www.ride.org.mx/index.php/RIDE/article/view/123>.
- Paradell, S. & Defea, B. (2017). Indicadores de biodiversidad en colecciones científicas: diagnóstico de la colección de Cicadellidae (Insecta: Hemiptera) del Museo de La Plata, Argentina. *Revista de Zoología*, 39(1): 19-32. <http://dx.doi.org/10.15446/caldasia.v39n1.54618>.

- Peralta, I. E. (1992). Los herbarios su valor como colecciones activas. *Multequina* 1: 189-192. https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal//multequina/indice/pdf/01/1_17.pdf.
- Plascencia, R.L., Castañón B., A. & Raz-Guzmán, A. (2011). La biodiversidad en México su conservación y las colecciones biológicas. *Ciencias*, 101: 36-43. <https://www.redalyc.org/pdf/644/64419046005.pdf>.
- Ramírez-Pulido, J., Lira, I., Gaona, S., Müdespacher, C. & Castro, A. (1989). *Manejo y Mantenimiento de Colecciones Mastozoológicas*. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa.
- Rojas-Martínez, C. (2019). *Las colecciones biológicas como herramienta para la enseñanza de la biodiversidad en la educación media superior*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México]. TESIUNAM digital. <http://132.248.9.195/ptd2019/mayo/0789644/Index.html>.
- Rojas-Martínez, C. (2019). *Las colecciones biológicas como herramienta para la enseñanza de la biodiversidad en la educación media superior*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México].
- Román-Valdez, R., González-Saldívar, F., Cantú-Ayala, C., Kawas-Garza, J., Uvalle-Saucedo, J., Marmolejo-Moncivais, J. & Estrada, C. E. (2016). Estructura poblacional de *Ovis canadensis weemsi*, Goldman, 1937 en la isla El Carmen, Baja California Sur. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 7(34): 69-83.
- Romero-Almaraz, Ma. de L., Sánchez-Hernández, C., García-Estrada, C & Owen D., R. 2007. *Mamíferos pequeños. Manual de técnicas de captura, preparación, preservación y estudio*. UNAM.
- Rosete, F. & Bocco, G. (2003). Los sistemas de información geográfica y la percepción remota. Herramientas integradas para los planes de manejo en comunidades forestales. *Gaceta ecológica*, (68):43-54. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53906805>.
- Sarukhán, J., Koleff, P., Carabias, J., Soberón, J., Dirzo, R., Llorente-Bousquets, J., Halfpeter, G., González, R., March, I., Mohar, A., Anta, S., de la Maza, J., Pisanty, I., Urquiza H., T., Ruiz G., S.P. & García M., G. (2017). *Capital Natural de México. Síntesis Evaluación del conocimiento y tendencias de cambio, perspectivas de sustentabilidad, capacidades humanas e institucionales*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Shackleton, D. M. (1985). *Ovis canadensis*. *Mammalian Species*, (230): 1-9.
- Simmons, J.E. & Muñoz-Saba. (2005). *Cuidado, manejo y conservación de las colecciones biológicas*. http://www.ibiologia.unam.mx/pdf/directorio/c/cervantes/clases/sistem/Cuidado_Manejo_y_Conservacion_de_las_Colecciones_Biologicas.pdf.
- Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México (SNIB). <https://www.snib.mx/>.

- Solano, M. M. (1993). Los Sistemas de Información Geográfica: Conceptos y Utilización. *Revista Geográfica de América Central*, 1(27): 123-135. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/3002>.
- Tarango, L. A. & Krausman, P. R. (197). Desert bighorn sheep in Mexico. *Desert Bighorn Council*, 47: 1-7.
- The Global Biodiversity Information Facility (GBIF). www.gbif.org.
- Tirira S., D. 1998. Técnicas de campo para el estudio de mamíferos silvestres. *Biología, sistemática y conservación de los Mamíferos del Ecuador*, 1:93-125.
- Trujillo-Trujillo, E., Vargas-Triviño, P.A. & Salazar-Fajardo, L.V. (2014). Clasificación, manejo y conservación de colecciones biológicas: una mirada a su importancia para la biodiversidad. *Momentos de ciencia*, 11(2): 97-106. <https://www.researchgate.net/publication/305682393> Clasificación manejo y conservación de colecciones biológicas una mirada a su importancia para la biodiversidad.
- Velázquez, R. R. (2012). *Evolución población y del hábitat de un grupo de borregos cimarrones (Ovis canadensis mexicana Merriam, 1901), traslocado en la Sierra Maderas del Carmen, Coahuila, México*. [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León]. <http://eprints.uanl.mx/3405/1/1080224746.pdf>.
- Vélez, D., Calderón-Espinosa, M.L., Ramírez-Pinilla, M.P., Castaño, M., Reyes, M.A., Albarracín, R., Liévano, A. & Raz, L. (2012). Apoyo a la educación ambiental, investigación científica y conservación de la biodiversidad en Colombia. *Revistas de ciencia, educación, innovación y cultura apoyadas por Redes de Tecnología Avanzada*, 2(4): 49-57. <https://www.researchgate.net/publication/235991841> Difusión de datos biológicos en la red como apoyo a la educación ambiental investigación científica y conservación de la biodiversidad en Colombia.

10. Anexos

ANEXO 1

Tabla 1. Tipos de trampas para mamíferos (medianos y pequeños) y murciélagos.

	Tipo de trampa	Ventajas	Desventajas	Colocación	Medidas
	Trampas de golpe	Efectivas y económicas Muerte instantánea del espécimen	Fracturación de cráneo del espécimen colectado Daño a organismo colectado por invertebrados pequeños	Orillas de veredas poco transitadas	10 cm x 4.5 cm 18 cm x 8.5 cm
	Trampas cebo	No requieren de cebo Práctica captura Pueden ser colocadas dentro del agua	El organismo puede ser severamente lastimado de alguna extremidad	Caminos o sitios de actividad, como los túneles	9 cm x 8.5 cm 15 cm x 13 cm
Pequeños y medianos mamíferos	Trampas Sherman	Captura viva Organismo atrapado sin daños Tasa de mortalidad mínima	Si no es bien colocada se accionará por si sola	Transectos	17 x 5 x 5 cm 23 x 7 x 7 cm 30 x 10 x 10 cm
	Trampas Volke	Muerte casi instantánea No requieren el uso de cebo	Si no se sujeta a estaca para evitar que organismo escape	Salide de túneles	4 x 15 x 4 cm 6.5 x 15 x 4 cm

Murciélagos	Trampas Tomahawk	Captura viva Minimizan daño de organismo capturado	Si el cebo no es colocado adecuadamente el organismo puede escapar con esté	Donde previamente se han encontrado eses o huellas	40 x 13 x 13 cm 61 x 15 x 15 cm 81 x 23 x 23 cm 81 x 23 x 23 cm 102 x 25 x 25 cm 91 x 25 x 30 cm 107 x 38 x 38 cm
	Redes niebla	Portátil y fácil de instalar Efectivo para la captura y estudio de diferentes poblaciones de murciélagos	Organismo podría salir dañado, generarle estrés o inclusive podría romper la red y escapar	Entre la vegetación, sobre o a los lados de caminos y causas de cuerpos de agua y en el exterior o interior de sus refugios diurnos	De 3,6 9, 12 y 18 m de longitud con alturas que van de entre 2.1 a 2.6 m
	Trampas arpa	Es posible construirla con materiales económicos Puede capturar de murciélagos altamente especializados en ecolocalización	Costo elevado Peso, volumen y tiempo de armado mayores	Salida del refugio diurno	De 2 m de longitud x 2 m de altura (tamaño puede variar de acuerdo con objetivos)

Elaboración propia con base en: Gaviño *et al.*, 1987; Romero-Almaraz *et al.*, 2007; Bautista, 2011; de la Maza & Bonacic, 2013; Gallina, 2015; Farías, 2019.

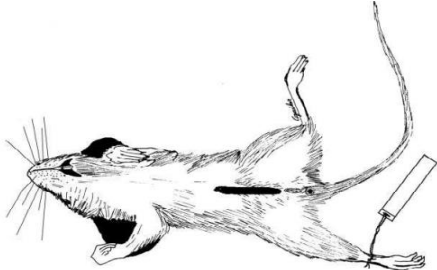
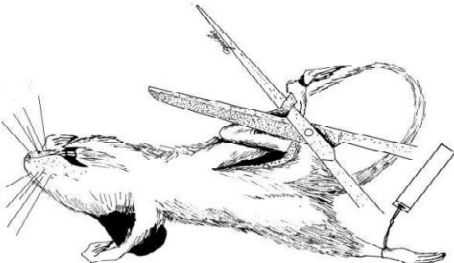
ANEXO 2

Tabla 2. Tipos de cebo para diversos grupos de mamíferos.

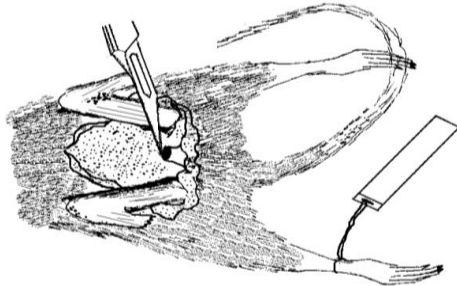
Grupo	Tipo de cebo
Carnívoros	
• Felidae	Carne, pescado o atún enlatado
• Canidae	Carne o viseras de pollo
• Mustelidae	Peses frescos, viseras de pollo, hígado o restos de carne Viseras de pollo pescado fresco o enlatado
• Mephitidae	Pescado o granos de maíz
• Procyonidae	
Rodentia	
• Sciuridae	Nueces, semillas mantequilla de maní o pan
• Heteromyidae	Mantequilla de maní, avena, pan, cereales o yuca cocida
• Erethizontidae	Vegetales o pedazos de fruta; manzana
Didelphimorphia	
• Didelpidae	Vegetales, pedazos de fruta, miel, mantequilla de maní, sardina, carne fresca o enlatada
Lagomorpha	
Soricomorpha	
	Vegetales; coles, zanahorias, lechuga o pan
	Sardina, carne fresca o enlatada, tocino o pescado

Fuente: Tirira, 1998 (familias corregidas en Ceballos, 2014).

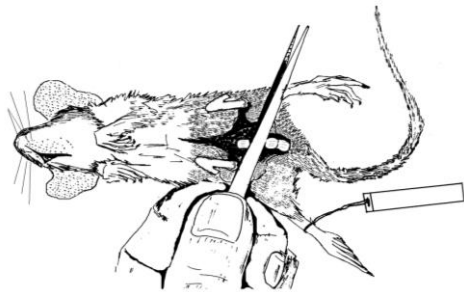
Tabla 3. Pasos por seguir para la extracción de piel en mamíferos.

Pasos para la extracción de piel	Recomendaciones
1) Hacer incisión en la línea media del vientre por delante de órganos genitourinarios hasta el esternón, evitando cortar la musculatura abdominal	• Si se conserva todo el esqueleto una pata debe permanecer en piel y otra en esqueleto
	
2) Con unas pinzas pequeñas separar la musculatura hasta alcanzar las patas posteriores, las cuales se extraen hacia fuera de la piel y se cortan a nivel del tobillo	
	

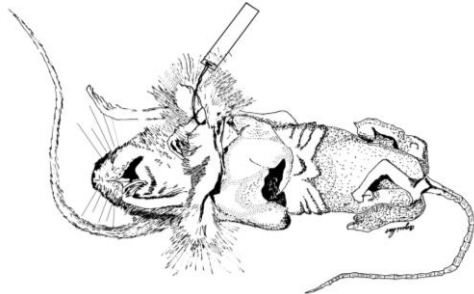
3) Se cortan los conductos genitales y anal



4) Se separa la cola de la piel, tomándola con unas pinzas por la base de la parte ósea y replegando suavemente la piel para separarla del hueso



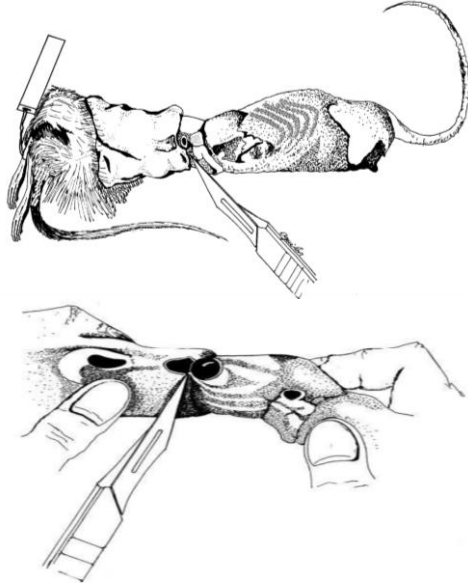
5) Se desprende el resto “desfundándola” hasta llegar a las patas anteriores, procediendo del mismo modo que con las patas posteriores, pero el corte es a nivel de las muñecas



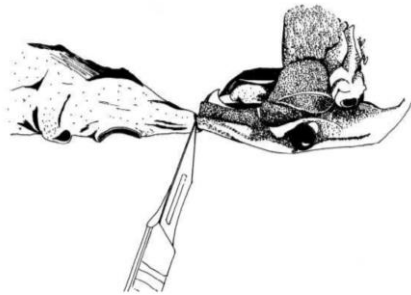
- Machos: dejar báculo en piel, debido a que puede ser utilizada como carácter sistemático. En caso de ser usada en estudio, debe removerse el pene colocándolo en glicerina (100%), formol (10%) o al alcohol (70%)

- Para el caso de algunos marsupiales, su grasa almacenada en la cola durante su periodo invernal podría ser un inconveniente en su preparación, debido a que la grasa se dispersa perjudicando el resto de la piel aumentando así su posibilidad de ser atacada por pestes en su almacenamiento, por lo que, se debe eliminar la totalidad de grasa haciendo un corte longitudinal a lo largo de toda la cola y extrayendo la grasa mediante un raspado con bisturí, evitando manchar la piel

- 6) Se debe desprender la piel de la cabeza, separando las orejas mediante un corte en la parte cartilaginosa de la base muy cerca del cráneo, y en los ojos el corte lo más pegado al cráneo



- 7) Al llegar a la boca se corta la piel bordeándola y al llegar a la nariz se debe cortar el cartílago nasal, evitando dañar el cartílago nasal



- Se debe tomar en cuenta que durante todo el proceso debe usarse harina de maíz o aserrín, para absorber los líquidos, sangre y grasas, además se usan sustancias para poder limpiar el lado interno de la piel como arsénico, bórax, alumbre, nitrato de potasio y jabón arsenical

Elaboración propia con base en: Gaviño, Juárez & Hugo 1972; Díaz, Flores & Barquez, 1998. Figuras tomadas de Díaz, Flores & Barquez, 1998.

ANEXO 4

Tabla 4. Métodos para la curtición de pieles para ejemplares que ingresan a las colecciones científicas.

Métodos para curtir pieles

Piel rellena

- 1) Tomar un trozo de algodón, el cual debe tener una forma “cilíndrica” y debería ser más largo y ancho que el cuerpo del espécimen
- 2) Con una pinza se toma el algodón y se inserta en la cabeza, seguidamente se introduce en la piel hasta hacerlo llegar al hocico desplazando la piel
- 3) Si la cantidad de algodón fuera mayor que la necesaria para el relleno del espécimen no debe forzarse dentro de la piel, sino recortar el exceso
- 4) Se deben introducir alambres (en las extremidades y en la cola), deben ser rígidos e inoxidables. El alambre de la cola debe envolverse con **algodón desflecado** (excepto la punta)
- 5) Finalizado el relleno, se procede a coser la piel evitando que se rompa
* Si la piel es muy delgada o el proceso se prolonga, la piel comienza a secarse por lo que, debe humedecerse con un algodón mojado
- 6) Debe de cepillarse el ejemplar, y ser colocado en una plancha de cartón prensado fijado con alfileres hasta que esté completamente seco

Piel plana o extendida

- 1) Cuando la piel está limpia se introduce el cartón lo suficientemente ancho y largo para soportar la piel, incluyendo la cola
 - Mamíferos pequeños: cartón colocado apenas extraída la piel
 - Mamíferos (medianos o grandes): se debe secar la piel antes de introducir cartón
- 2) En cola y patas se deben colocar alambres de igual manera que el método de piel rellena

Piel curtida

Se debe proceder al igual que con el método de piel plana para pieles curtidas como fundas.

Para el caso de pieles abiertas:

- 1) Realizar incisión a lo largo del vientre desde genitalia hasta alcanzar la garganta, y desde las palmas a las extremidades
- 2) Se debe separar la piel de la musculatura, dejando uñas en la piel y vertebras caudales
- 3) Dependiendo la piel debe limpiarse de los restos de carne, grasa y sangre con algún compuesto, como la combinación de cloruro de sodio y ácido sulfúrico, sulfato de aluminio y cloruro, aceites minerales oxidantes o aceite oxidante animal

Elaboración propia con base en: Gaviño, Juárez & Hugo 1972; Díaz, Flores & Barquez, 1998; Simmons & Muñoz-Saba, 2005.

ANEXO 5

Tabla 5. Métodos de preparación de cráneos y esqueletos para ejemplares que ingresan a las colecciones científicas.

Preparación de cráneos y esqueletos

Métodos de limpieza de cráneo y esqueleto	Limpieza con derméstidos
	<ul style="list-style-type: none">• Gusanos de harina• Crustáceos• Coleópteros (género, <i>Dermestes</i>)
	Limpieza con hormigas
	<ul style="list-style-type: none">• Géneros <i>Solenopsis</i>, <i>Wasmannia</i> y <i>Csmponotus</i>
	Limpieza por ebullición
	<ul style="list-style-type: none">• Para especímenes que han sido previamente conservados en fluidos

Preparación final de cráneos y esqueletos

- Se requiere hipoclorito de sodio y agua en porciones iguales
- 1) Sumergir ejemplar por un minuto (máximo) en hipoclorito de sodio y agua
 - 2) Posteriormente colocar ejemplar en agua oxigenada (10%)
La espuma que genera alrededor de huesos actúa sobre restos de tejidos y grasas
 - 3) Se deben lavar con agua, hasta eliminar toda el agua oxigenada
 - 4) Finalmente se debe secar mediante el calor de una lámpara, sol o aire caliente de un termo-ventilador

Elaboración propia con base en: Gaviño, Juárez & Hugo 1972; Díaz, Flores & Barquez, 1998; Simmons & Muñoz-Saba, 2005.

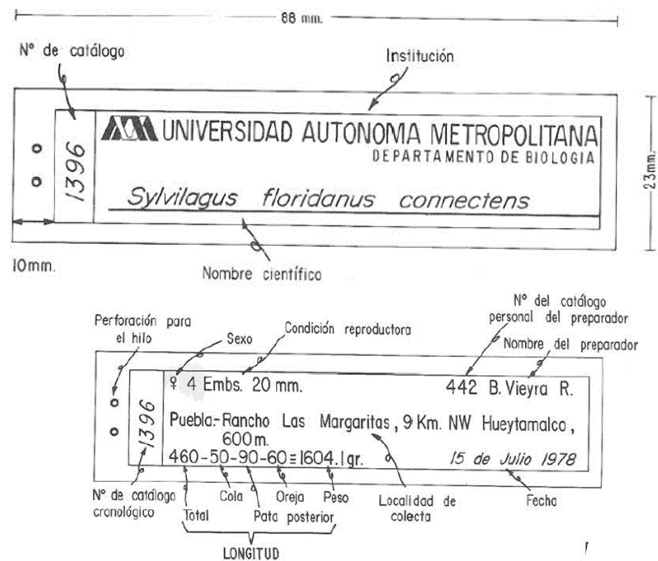
Tabla 6. Tipos de etiquetado dentro de las colecciones científicas.

Etiquetado

Piel

- Son de forma rectangular (88mm x 23mm) con dos perforaciones en uno de los extremos
- La longitud del hilo de algodón debe favorecer la independencia entre el ejemplar y la etiqueta durante el almacenamiento (400 mm)
- Debe poseer un margen de 10mm (ambas caras)

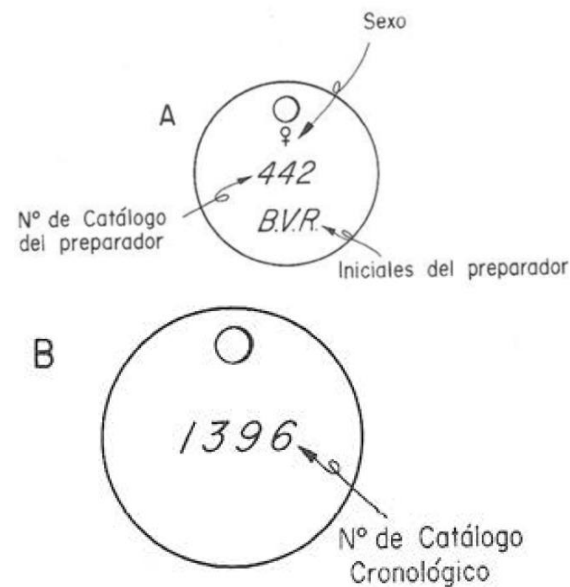
→ Se debe atar al miembro posterior derecho del ejemplar



Material óseo

Utilizada durante la preparación del ejemplar (cráneo o esqueleto completo)

- Se hace pasar el hilo de la etiqueta a través de los tejidos blandos de la mandíbula y se ata alrededor del hueso (previo a derméstidos)
- Suele ser redonda con un diámetro de 17mm
- Lleva una sola perforación en alguna orilla



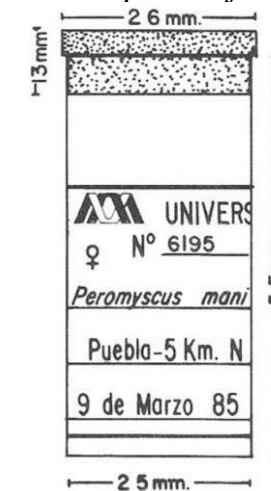
Cajas y frascos

Datos:

- Logotipo de la institución
- Número del catálogo del ejemplar
- Nombre científico
- Localidad de colecta
- Fecha de captura
- Iniciales del colector

Material óseo va dentro de frascos y la etiqueta deberá ser visible

→ Si es voluminoso se coloca en cajas de cartón (diseño especial y tamaño apropiado) y la etiqueta va adherida sobre tapa de caja



Elaboración propia con base en: Ramírez-Pulido *et al.*, 1989; Díaz, Flores & Barquez, 1998. Figuras tomadas de Ramírez-Pulido *et al.*, 1989.