

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

PARA OBTENER EL GRADO DE  
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

**Diversidad de mamíferos en paisajes modificados  
en el sur de la Ciudad de México: Importancia de  
las áreas verdes y la conectividad en contextos  
urbanos**

QUE PRESENTA LA ALUMNA

**Deborah García Vega**

**Matrícula**

2133028290

**Asesores:**

Interno: Dr. Gabriel Ricardo Campos Montes,  
Profesor Titular C, TC  
No. económico 34761

Externo: Dr. David Alexander Prieto-Torres,  
Profesor Asociado C, TC.  
Facultad de Estudios Superiores Iztacala–UNAM.

**México, CDMX**

**Febrero de 2022**

## Resumen

Las actividades de servicio social se llevaron a cabo en el proyecto “**Diversidad de mamíferos en paisajes modificados en el sur de la Ciudad de México: Importancia de las áreas verdes y la conectividad en contextos urbanos**” bajo la asesoría académica del Dr. David Alexander Prieto-Torres, Profesor Asociado “C”, de Tiempo Completo, adscrito a la Facultad de Estudios Superiores (FES) Iztacala de la Universidad Autónoma de México, quien es el investigador responsable del proyecto y del Dr. Gabriel Ricardo Campos Montes, Profesor Titular “C”, “TC” de la Universidad Autónoma Metropolitana. En total se cumplieron 480 horas, durante el periodo comprendido del 01 de marzo al 15 de septiembre de 2021, realizando actividades en apoyo a la investigación, comenzando por la búsqueda y revisión de literatura, investigaciones, publicaciones y bases de datos previas al estudio, de las que se obtuvo información sobre los mamíferos registrados en áreas urbanas tanto a escala nacional como en el caso particular de la Ciudad de México (CDMX). Además, se aplicó una encuesta al público en general, destinada a la recolección de datos sobre avistamientos de mamíferos en la CDMX, donde se utilizó el programa Google Earth Pro® para la georreferenciación de los puntos de avistamiento proporcionados por los encuestados. Posteriormente, esta información fue compilada de la revisión y análisis de una base de datos de fototrampeo con cámaras digitales, utilizadas para el registro y monitoreo de mamíferos en la zona sur de la CDMX. Los datos obtenidos fueron depurados, verificados y mapeados utilizando los programas R® y QGIS. A partir de estos datos se construyeron mapas de avistamiento de las especies y se analizaron los patrones de riqueza taxonómica (número de especies) y funcional (rasgos ecológicos) para las comunidades de mamíferos en las zonas sur de la CDMX. Parte de los resultados de este trabajo fueron presentados durante la realización del congreso “*VII Congreso Nacional de Fauna Nativa en Ambientes Antropizados*”, donde participé como coautora del trabajo.

**Palabras clave:** mamíferos, conectividad ecológica, conservación, urbanización, Ciudad de México.

## Índice

1. Marco institucional .....	- 1 -
2. Ubicación geográfica .....	- 2 -
3. Objetivo general.....	- 3 -
4. Especificación y fundamento de las actividades desarrolladas.....	- 3 -
5. Impacto de las actividades del servicio social en programa o proyecto de adscripción .....	- 7 -
6. Aprendizaje y habilidades obtenidas durante el desarrollo del servicio social..	- 8 -
7. Fundamento de las actividades del servicio social.....	- 9 -
8. Referencias .....	- 11 -

## 1. Marco institucional

El proyecto “Diversidad de mamíferos en paisajes modificados en el sur de la Ciudad de México: Importancia de las áreas verdes y la conectividad en contextos urbanos” se encuentra enmarcado en las actividades del Proyecto Nacional Estratégico (ProNacEs) FORDECYT 2020-05 No. 308905: “Identificación y priorización de áreas para incrementar la conectividad social y ecológica como detonadores de la sustentabilidad urbana en el sur de la ciudad de México”, del CONACYT, así como en el Programa de Servicio Social “ECOLOGÍA Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD NEOTROPICAL (Clave 2021-12/63-4487), de los cuales el Dr. Alexander Prieto-Torres, Profesor Asociado “C” de Tiempo Completo de la Facultad de Estudios Superiores (FES) Iztacala, de la Universidad Autónoma de México es el Investigador Responsable.

El 17 de marzo de 1975, la Universidad Nacional Autónoma de México inauguró la entidad académica multidisciplinaria FES Iztacala, que tiene como misión apoyar y promover la transferencia de conocimientos, servicios y asesorías de sus académicos hacia los sectores productivo, empresarial, público y social, con la finalidad de ayudar a la sociedad (FESI, 2021).

Por su parte, los Proyectos Nacionales Estratégicos (ProNacEs) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), organizan los esfuerzos de investigación en torno a problemáticas nacionales concretas, que por su importancia y gravedad requieren de una atención urgente y de una solución integral, profunda y amplia. Van del planteamiento del problema o el reto, a la articulación de capacidades científico-técnicas y colaboración con otros actores sociales, del sector público o privado, para establecer metas de corto (1 año), mediano (3 años) o largo plazo (5-6 años) que conduzcan a la solución del problema en cuestión (CONACYT, 2021). En este sentido, el proyecto FORDECYT 2020-05 No. 308905, tiene como finalidad el implementar herramientas de planeación para identificar y priorizar áreas clave para el mantenimiento y restablecimiento de la conectividad ecológica entre

los espacios verdes del sur de la CDMX, a fin de contribuir al desarrollo urbano sustentable en esta zona. Con este fin, se adopta una perspectiva de trabajo transdisciplinario, integrando diferentes métodos de análisis derivados de las ciencias de la tierra, el urbanismo, la biología de la conservación y las ciencias de la sustentabilidad. Por ello, en el proyecto se observa la participación de diversas instituciones académicas (ej. Coordinación Universitaria para la Sustentabilidad [CoUS-UNAM], FES-Iztacala, la Facultad de Ciencia [FC-UNAM], La Facultad de Arquitectura [FA-UNAM] y la Escuela Nacional de Estudios Superiores de Morelia), instituciones gubernamentales (ej. Secretaría de Medio Ambiente de la CDMX [SEDEMA]) y organizaciones civiles (ej. Restauración Ecológica y Desarrollo, A.C. [REDES A.C.], Espacio Entre Tiempo Estudio [eeTestudio] y Conservación Biológica y Desarrollo Social, A.C. [CONBIODES, A.C.]).

## **2. Ubicación geográfica**

La FES-Iztacala, se encuentra localizada en el domicilio Avenida de Los Barrios 1, Los Reyes Ixtacala, Hab Los Reyes Iztacala Barrio de los Árboles/Barrio de los Héroe, 54090 Tlalnepantla de Baz, Estado de México (Figura 1).

El estudio de la investigación fue desarrollado en las áreas naturales y espacios verdes públicos de la zona Sur de la Ciudad de México (CDMX), incluyendo la Reserva Ecológica Pedregal de San Ángel (REPSA-UNAM). No obstante, es importante señalar que las actividades del servicio social se realizaron de manera NO PRESENCIAL, utilizando para ello los medios electrónicos (ZOOM, Meet, GoogleDrive, etc.) para el desarrollo tanto de las tareas asignadas, los procesos de retroalimentación y la entrega de reportes de avance.

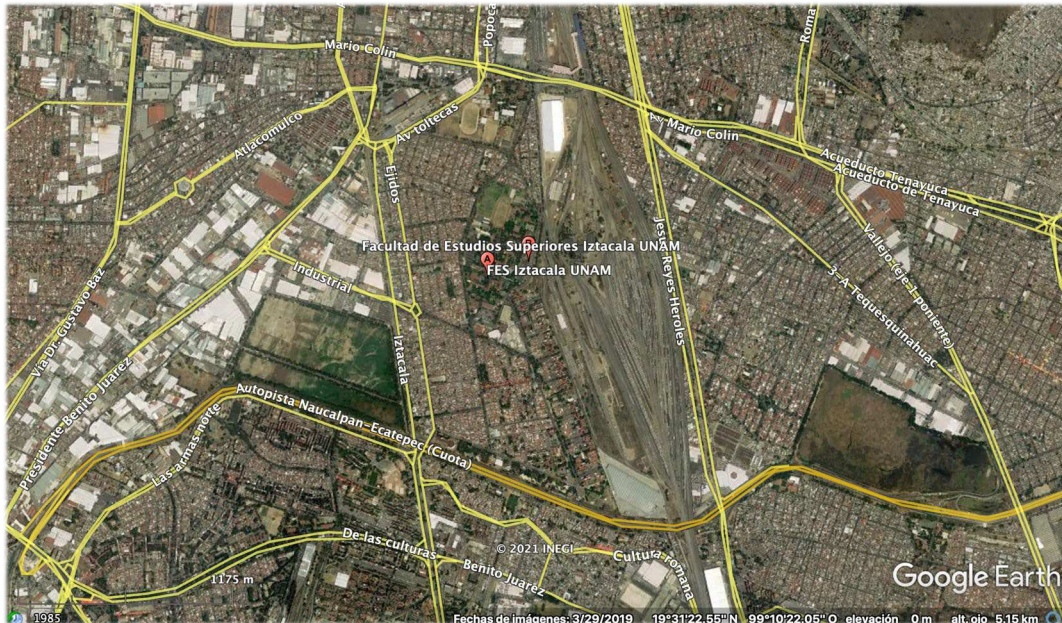


FIGURA 1. Ubicación de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala [FES Iztacala] (Google Earth Pro®, 2019)

### 3. Objetivo general

Caracterizar las poblaciones de mamíferos terrestres presentes en la Reserva Ecológica del Pedregal San Ángel y la matriz adyacente de bosques, matorrales, humedales, áreas verdes urbanas y zonas agrícolas, para así evaluar los grados de conectividad funcional a través del paisaje en el sur de la Ciudad de México y poder contribuir a la planeación territorial integral con una perspectiva de sustentabilidad de socio-ecosistemas urbanos.

### 4. Especificación y fundamento de las actividades desarrolladas

- **01 al 26 de marzo 2021 (76 horas):** Búsqueda de información y elaboración de listado preliminar de especies registradas.

Se realizó una búsqueda de registros históricos de ocurrencia de los mamíferos en el sur de la CDMX en diferentes fuentes de información, como artículos científicos, tesis, literatura especializada en mastofauna y bases de datos online de acceso abierto como el portal de la *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF; disponible en: <https://www.gbif.org/es/>). También, se buscó información

tanto de México como en otros países, sobre investigaciones previas referentes a mamíferos en zonas urbanas, conectividad ecológica en paisajes urbanos y consecuencias de la fragmentación del paisaje sobre la biodiversidad, entre otros. Finalmente se entregó un archivo con los PDF de cada documento, sus referencias y se realizó una base de datos que contenía el tipo de documento, año de publicación, autores, etc. Con la información recolectada, se creó un listado de las especies de mamíferos registradas, que serviría como guía para delimitar la búsqueda de datos de cada una y posteriormente para la identificación de los organismos capturados en el fototrampeo.

- **05 al 30 de abril 2021 (80 horas):** Obtención y limpieza de datos por medio del programa estadístico R® y elaboración de las bases de datos.

Se utilizaron las herramientas del programa estadístico R® para descargar información sobre ocurrencias por especie de la base de datos online de acceso abierto GBIF. A los datos obtenidos por este medio, se les trató con un script de limpieza en el mismo programa, para poder depurar datos que no contenían fechas, coordenadas y que eran ambiguas o de dudosa procedencia. Además de delimitar las ocurrencias dentro de un periodo de tiempo determinado y los datos a las categorías de importancia para la investigación. Una vez realizada la limpieza se exportaron, por separado, las bases de datos por especie del programa R®, que posteriormente fueron compiladas en una base de datos general.

Estos archivos obtenidos fueron visualizados y verificados a través de mapas temáticos en el programa QGIS (<https://qgis.org/es/site/>) a fin de identificar localizaciones imprecisas y/o erróneas para las especies. La información fue comparada con los mapas temáticos disponibles en portales como *IUCN red list of threatened species* (<https://www.iucnredlist.org/>) y Enciclovida (<https://enciclovida.mx/>) a fin de facilitar el proceso de detección de puntos incorrectos en las bases de datos.

▪ **03 al 31 de mayo 2021 (80 horas):** Continuación de la limpieza de los datos obtenidos de GBIF en R®, depuración de datos en QGIS y elaboración de bases de datos.

▪ **01 al 30 de junio 2021 (88 horas)** Identificación de mamíferos en las fotografías recolectadas del monitoreo con fototrampeo y georreferenciación de los datos de la encuesta.

Durante el desarrollo del proyecto de investigación se ha estado llevando a cabo un muestreo multianual, mediante técnicas de fototrampeo, en 8 zonas al sur de la CDMX. En este sentido, como apoyo a las actividades, se realizó un análisis de cada recolección de datos de las cámaras trampa, en las que se depuraron las fotografías que no contuvieran al grupo de interés para posteriormente realizar una identificación taxonómica de las especies. Estos datos de presencia (fecha, hora, lugar) fueron compilados con la información obtenida del portal GBIF. Además, se realizó un sistema de clasificación y ordenación de las fotografías en carpetas para facilitar el acceso a la información en proyectos posteriores.

Por otra parte, con la finalidad de obtener una mayor cantidad de registros históricos y promover la participación de las comunidades locales en el proyecto, se realizó una encuesta abierta al público de la CDMX que permitió la recolección de datos de avistamientos proporcionando datos de fecha, lugar, hora, dirección y coordenadas del avistamiento. Esta información fue verificada, punto por punto, utilizando el programa Google Earth Pro® con la finalidad de reducir los grados de incertidumbre tanto en la identificación de los individuos como en la georreferenciación de los puntos de avistamiento. Todos los datos recolectados y validados fueron añadidos a las bases de datos obtenidos de GBIF y el monitoreo con fototrampeo.

▪ **Del 01 al 29 de julio 2021 (28 horas):** Continuación de la identificación de mamíferos en las fotografías recolectadas del monitoreo con fototrampeo y georreferenciación de los datos de la encuesta.



▪ **Del 02 al 31 de agosto 2021 (88 horas):** Continuación de la identificación de mamíferos en las fotografías recolectadas del monitoreo con fototrampeo, georreferenciación de los datos de la encuesta y elaboración de mapas.

Como parte de las actividades de investigación se generaron mapas temáticos sobre la riqueza taxonómica (número de especies) y funcional (rasgos ecológicos) de las comunidades de mamíferos identificadas en la CDMX, evaluando el papel de las Áreas Naturales Protegidas para la protección, en términos de riqueza, de estas comunidades (p.ej. Fig. 2). Estos resultados fueron presentados en el congreso “VII Congreso Nacional de Fauna Nativa en Ambientes Antropizados” (Pachuca, septiembre de 2021), donde la estudiante participó como coautora del trabajo.

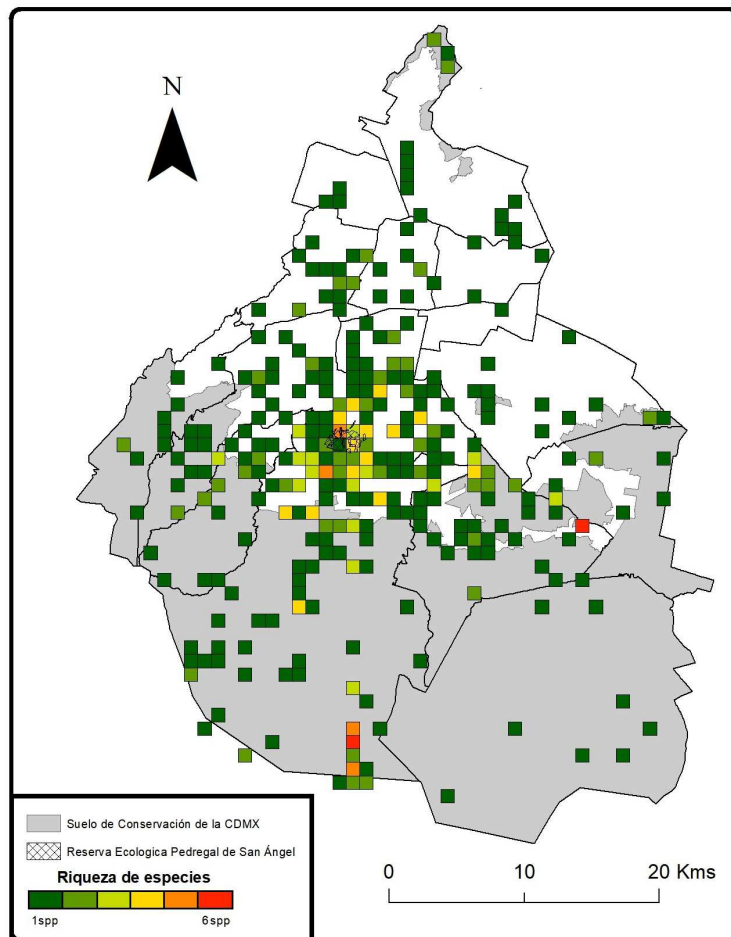


FIGURA 2. Patrones espaciales de riqueza taxonómica de especies para los mamíferos presentes en la Ciudad de México identificadas durante este estudio.

- **Del 01 al 15 de septiembre 2021 (40 horas):** Continuación de la identificación de mamíferos en las fotografías recolectadas del fototrampeo, entrega de la base de datos final y elaboración de reporte final de actividades del servicio social.

## **5. Impacto de las actividades del servicio social en programa o proyecto de adscripción**

Las actividades realizadas a lo largo del período fueron de gran importancia para el desarrollo del “Diversidad de mamíferos en paisajes modificados en el sur de la Ciudad de México”, ya que a través del trabajo realizado se facilitó y completó el proceso de búsqueda, depuración y formación de bases de datos que están siendo empleadas para los análisis estadísticos e integrativos del proyecto. De hecho, la base de datos final generada es importante ya que con ella se han podido elaborar los mapas temáticos que muestran los patrones de riqueza de especies/comunidades presentes en la CDMX, lo cual será posteriormente analizado con atributos del paisaje para la identificación de los grados de alteración e impactos de la fragmentación en la dinámica poblacional de estas especies. Esta información es crítica para lograr promover políticas de conservación efectivas en el futuro.

Además, el análisis y depuración de las encuestas en línea realizadas y las fotografías de los monitoreos por fototrampeo, fue importante para la obtención de un mayor número de datos, pero al mismo tiempo para promover la participación e información de la sociedad en general de este tipo de iniciativas tan importantes en temas ambientales. Esto permitió la participación en el “*VII Congreso Nacional de Fauna Nativa en Ambientes Antropizados*”, realizado en el mes de septiembre de 2021 en la ciudad de Pachuca, para presentar el trabajo titulado “Diversidad taxonómica y funcional de los mamíferos terrestres presentes en la Ciudad de México: Identificación de vacíos de información”, del cual fui coautora, y la preparación de un artículo de divulgación científica presentado en la revista *Oikos* de la UNAM, que se encuentra en proceso de evaluación por el comité editorial.

## 6. Aprendizaje y habilidades obtenidas durante el desarrollo del servicio social

El proyecto de servicio social otorgó la oportunidad de conocer y aprender a utilizar herramientas que me servirán para desarrollar actividades laborales en el futuro. Entre estas, se encuentra:

- Programa estadístico R<sup>®</sup>. Aprendizaje, comprensión y uso del lenguaje de programación que utiliza dicha herramienta, conocimiento sobre la gama de oportunidades que ofrece tanto para limpieza y creación de bases de datos, descargar datos directamente de los servidores y generar modelos, entre otras cosas. Elaboración de un script desde el inicio y los códigos y reglas para modificar los ya existentes, para poder adecuarlos a las necesidades de las investigaciones futuras.

- Software QGIS<sup>®</sup>. Reforzamiento de los conocimientos sobre el uso de este programa, con el que la alumna ya había elaborado mapas durante la licenciatura. Sin embargo, es importante resaltar que aún no sabía utilizar muchas de las herramientas que proporciona en materia de elaboración de polígonos, creación de bases de datos a partir de vectores, delimitación de capas vectoriales, compilación de datos, generación de mapas, etc. Igualmente, se aprendió a utilizar de manera correcta el programa Google Earth Pro<sup>®</sup>, que, si bien es una herramienta intuitiva, para poder obtener información óptima hay que saber calibrar la brújula y conocer todas las funciones para poder medir distancias, crear polígonos, etc.

- Manejo de técnicas de foto-identificación y sistemática: La estancia requirió el desarrollo de habilidades asociadas a la identificación de especies y manejo de base de datos en cumplimiento de los altos estándares de calidad científica para su posterior uso y publicación en trabajos de investigación.

- Habilidades de interpretación y discusión de resultados: Como parte de la formación integral, pude participar en el desarrollo de análisis que permitieron describir y evaluar los patrones espaciales de riqueza para los mamíferos terrestres en la CDMX, así como de los porcentajes de distribución (nivel de restricción) geográfica de las especies, el impacto de la deforestación y los grados de protección actuales dentro del sistema de Áreas Naturales Protegidas presentes en la ciudad.

## 7. Fundamento de las actividades del servicio social

La Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco (UAM-X) tiene como misión impartir educación superior, comprometiéndose con la formación de profesionales con capacidad para identificar y resolver problemas, así como para trabajar en equipos interdisciplinarios y con un fuerte compromiso social; desarrollar investigación orientada a la solución de problemas socialmente relevantes; brindar servicio a partir de un modelo que integre la investigación y la docencia, así como preservar y difundir la cultura (UAM, 2012).

El proyecto de investigación en el que se desarrolló el servicio social está alineado con la misión de la UAM-X ya que se encuentra orientado a la solución de un problema social relevante, como es el caso de la pérdida y deterioro de las pocas áreas naturales remanentes en el sur de la CDMX y sus inmediaciones, incluyendo el Suelo de Conservación. La relevancia de este tipo de iniciativas radica en que el actual deterioro ambiental en el área conlleva consecuentemente a problemas tanto en términos de los servicios ecosistémicos que la zona proporciona a sus habitantes, como afectaciones sociales y económicas.

El acelerado crecimiento de la urbanización provoca que cada vez sean más altas las tasas de deforestación y fragmentación de áreas boscosas (Musaoglu *et al.*, 2006), lo que ocasiona una pérdida de conectividad ecológica y representa una grave amenaza para su integridad a largo plazo. Por ello, considerando que estas áreas nos brindan diversos e importantes servicios ecosistémicos (i.e., beneficios que las poblaciones humanas obtienen de los ecosistemas; MEA, 2003), se requiere de medidas y acciones para solventar esta situación. De continuar así, es factible que se ponga en riesgo la sustentabilidad de la ciudad, ya que se afectaría (aún más) la capacidad de recarga del acuífero, aumentaría la contaminación ambiental e incluso los efectos del cambio climático, por citar algunos ejemplos de los problemas más inmediatos (CONABIO & SEDEMA, 2016). De hecho, este tipo de investigación ha sido considerado como un tema prioritario de atención, reconociendo cada vez más la necesidad de proteger el capital natural y valorar los

servicios de los ecosistemas en el contexto urbano, como un paso fundamental para avanzar hacia los objetivos de desarrollo sostenible (Raymond *et al.*, 2017).

Por otra parte, estudiar los patrones de diversidad de mamíferos es considerando un punto importante de investigación ya que estos taxones desempeñan funciones ecológicas vitales, como la dispersión de semillas dentro de los ecosistemas, además son considerados como un grupo susceptible a la degradación del ambiente ya que requieren de grandes y conectados fragmentos de vegetación para mantener su distribución natural y el intercambio genético entre sus poblaciones (Noir *et al.*, 2002). En este sentido, evidentemente la fragmentación del ecosistema afecta directamente la migración animal (e incluso los procesos de dispersión de las plantas) pudiendo así mermar la diversidad de especies en los espacios urbanos y periurbanos. Además, la información sobre la presencia (o ausencia), abundancia y diversidad de los mamíferos ha sido sumamente importante para la comprensión de la dinámica y estructura de las comunidades naturales, así como incluso para identificar los riesgos de pérdida de biodiversidad por el avance de las actividades humanas (Dirzo *et al.*, 2014). Por ejemplo, en la zona sur de la CDMX, específicamente en la REPSA-UNAM y Milpa Alta, se han registrado especies endémicas que están incluidas en categorías de riesgo de la NOM-059 (Hortelano-Moncada *et al.*, 2009). Por ello, la realización de este tipo de proyectos es un primer paso fundamental para generar información crítica y útil que proporcione un marco científico objetivo en el proceso de tomas de decisiones para una planificación eficiente de la conservación a largo plazo en el país para estos taxones altamente vulnerables y ecológicamente importantes.

Además, como parte de la misión de todo proyecto de servicio social, la participación durante el desarrollo de estas actividades permitió que se pusiera en práctica todo el conocimiento adquirido durante la formación académica en la licenciatura, así como la habilidad generada para identificar y resolver los problemas que se presentaron durante el desarrollo de los procesos, la capacidad de trabajar en equipo y poder agregar valor cognitivo y analítico al proyecto.

Dentro de los conocimientos adquiridos en la licenciatura que se aplicaron en este proyecto, se pueden mencionar como principales, los adquiridos en los módulos de Conocimiento y Sociedad, Biodiversidad y Recursos Naturales, Historias de Vida, Ciclos Biogeoquímicos y los que comprenden el estudio de entidades ecológicas complejas, tales como los pertinentes a analizar Comunidades, Sistemas Ecológicos y a la Planeación Ambiental.

## 8. Referencias

- Abraham de Noir, F., Bravo, S. y Abdala, R. (2002). Mecanismos de dispersión de algunas especies de leñosas nativas del Chaco Occidental y Serrano [versión electrónica]. *Quebracho - Revista de Ciencias Forestales*. (9):140-150.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO] y Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal [SEDEMA]. (2016). La biodiversidad en la Ciudad de México. México, CDMX: conabio/sedema.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). (2021). ¿Qué son los pronaces?. México, CDMX: CONACYT. Recuperado el 10 de marzo de 2021. En: <https://www.conacyt.gob.mx/Que-son-los-pronaces.html>
- Dirzo, R., Young, H.S., Galetti, M., Ceballos, G., Isaac, N.J.B., y Collen, B. (2014). Defaunation in the Anthropocene [versión electrónica]. *Science*, 345: 401-406.
- FESI. (2021). Acerca de la FES IZTACALA. México, CDMX: Facultad de estudios superiores Iztacala. Recuperado el 4 de marzo de 2021. En: <https://www.iztacala.unam.mx>
- Google Earth Pro. (2019). [Facultad de Estudios Superiores Iztacala - UNAM] Recuperado el 30 de enero de 2022 de Google Earth Pro®
- Hortelano-Moncada, Y., Cervantes F.A. y Trejo-Ortíz, A. (2009). Mamíferos silvestres de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel [versión electrónica]. *Rev. Mexicana de biodiversidad*, 80, 507-520.
- Millenium Ecosystem Assessment [MEA]. (2003). Cap. 2 Ecosystem and their services. En: Alcamo J. *et al.*, *Ecosystems and human well-being: A Framework for Assessment*. (pp. 49-70). Washington, D.C.: Island Press.
- Musaoglu, N., Gurel, M., Ulugtekin, N., Tanik, A. y Seker, D.Z. (2006). Use of remotely sensed data for analysis of land-use change in a highly urbanized district of Mega City, Istanbul. *Journal of environmental science and health, part A*, 41: 2057–2069.
- Raymond, C. M., Frantzeskaki, N., Kabisch, N., Berry, P., Breil, M., Nita, M. R., y Calfapietra, C. (2017). A framework for assessing and implementing the co-

benefits of nature-based solutions in urban areas. *Environmental Science & Policy*, 77, 15-24.

UAM. 2012. Plan de Desarrollo institucional. México, D.F.: Universidad Autónoma Metropolitana. Recuperado el 4 de marzo de 2021. En: <https://www.xoc.uam.mx/sites/default/files/plandesarrollo/introduccion.pdf>

UNAM. (2021). Acerca de la UNAM. México, D.F.: Portal UNAM. Recuperado el 4 de marzo de 2021. En: <https://www.unam.mx/acerca-de-la-unam>