

# USAC

## TRICENTENARIA

Universidad de San Carlos de Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA  
PROGRAMA DE EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD -EDC-  
SUBPROGRAMA DEL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS-

**INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN DE EVALUACIÓN TERMINAL**  
REALIZADO EN CDC-CECON, GUATEMALA  
DURANTE EL PERÍODO COMPRENDIDO

**02 DE MAYO AL 02 DE NOVIEMBRE DE 2019**



**PRESENTADO POR**  
ANDREA JOSÉ PAZ BARILLAS  
CARNET: 201113595  
ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE  
BIOLOGÍA

**GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2,020**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

Programa de Experiencias Docentes con la Comunidad-EDC

**Subprograma de Ejercicio Profesional Supervisado-EPS**

**Carrera de Biología**

Informe Final de investigación de Evaluación terminal de la carrera de Biología realizado en el Centro de Datos para la Conservación CDC con el Apoyo del Centro de Estudios Conservacionistas CECON, durante el periodo Comprendido del 02 de mayo al 02 de noviembre de 2019



Por:

*Andrea José Paz Barillas*

carnet no: 201113595

e-mail: pazbarillasandrea@gmail.com

Supervisor/Asesor:

M.Sc. Mercedes Barrios, Coordinadora, Centro de Datos para la Conservación CDC, Centro de Estudios Conservacionistas, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala; Avenida la Reforma 0-63 zona 10. Guatemala ciudad. E-mail: cdcguatemala@gmail.com.

Lic. Manolo J. García Vettorazzi, Asesor, Centro de Datos para la Conservación CDC, Centro de Estudios Conservacionistas, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala; Avenida la Reforma 0-63 zona 10. Guatemala ciudad. E-mail: zoologcdc.cecon@gmail.com.

Lic. Carlos Antonio Cabrera López, Profesor Supervisor EPS, 3ª calle 6-47 zona 1, Antiguo edificio Facultad de Farmacia, e-mail: epsbiousac@gmail.com

Guatemala, C. A. septiembre de 2020

## ÍNDICE

Introducción.....	1
Marco de referencia institucional .....	2
Centro de Datos para la Conservación (CDC) .....	2
Ejercicio Profesional Supervisado –EPS-.....	2
Actividades de servicio .....	3
Colaboración con la realización de la Estrategia Nacional para la Conservación del Tapir Centroamericano en Guatemala.....	3
Revisión, edición y diagramación complementaria de la serie de libros “El danto y su hábitat en la Reserva de la Biosfera Maya” .....	5
Apoyo logístico en proyecto enfocado a programa de extensión en Petén.....	8
Enriquecimiento de base de datos del CDC y portal web.....	11
Redacción de nota corta sobre la ampliación de distribución de <i>M. pandora</i> en Guatemala.....	13
Actividades de docencia.....	14
Talleres, cursos y/o conferencias recibidos.....	14
Talleres, cursos y/o conferencias brindados.....	16
Referencias bibliográficas .....	19

## Introducción

Dentro de la carrera de Biología, el Programa de Ejercicio Profesional Supervisado -EPS- es la última de las Experiencias Docentes con la Comunidad -EDC-, que forma parte del proceso académico de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC). El mismo consta de diversas actividades, las cuales son agrupadas en Docencia, Servicio e Investigación; ello permite a los estudiantes poner en práctica todos los conocimientos, habilidades, destrezas y aptitudes adquiridas de forma integral a lo largo de toda la carrera con el objetivo de prepararlos para resolver problemas que enfrentarán durante su práctica. Todo esto con el asesoramiento y guía de un profesor supervisor (Cabrera López, 2014). En la práctica el epesista es el encargado de planificar, organizar y ejecutar un Plan de Trabajo general de actividades. Este EPS consta de 08 horas diarias, comenzando desde el 02 de mayo al 02 de octubre, para un total de 6 meses. Los objetivos del EPS buscan contribuir a la preparación académica integral de los estudiantes, enfrentar a los estudiantes de la carrera de Biología a un medio potencial cuyas características son equivalentes o proporcionales a las del medio real de su profesión y, por último, proyectar a la Escuela de Biología de la USAC hacia la sociedad guatemalteca (Cabrera López, 2014).

Las actividades de Servicio dentro del EPS se definen como todas aquellas prestadas a la institución de forma directa, planificadas de antemano; además de incluir aquellas no planificadas. Las actividades de Docencia incluyen la docencia directa e indirecta, formal o informal; por lo que se incluyen capacitaciones impartidas o recibidas. En el caso de la docencia recibida, es considerada fundamental para seguir recabando conocimiento y de esta forma llegar a especializarse en un tema o actualizar los conocimientos que posteriormente se compartirán con la comunidad o serán de ayuda a lo largo de la carrera.

Entre las actividades principales de servicio que se realizaron en el CDC, se encuentran: la colaboración con la realización de la Estrategia nacional para la conservación del tapir en Guatemala, el apoyo logístico en el proyecto de extensión en Petén, enriquecimiento de la base de datos del CDC, diagramación complementaria de material educativo de nivel primario y todas aquellas actividades que requirieron de apoyo y colaboración dentro de la institución. La Docencia se enfocó principalmente en actividades como talleres recibidos, además de actividades que el CDC realizó para con la comunidad.

A continuación, se presenta el Informe Final de Servicio y Docencia realizado en el CDC del CECON. Se enlistan las respectivas actividades de servicio y docencia, así como también los detalles de todas aquellas actividades no panificadas de servicio y docencia realizadas durante la práctica de EPS. En estas fueron implementados los conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes adquiridas durante la carrera.

## **Marco de referencia institucional**

### **Centro de Datos para la Conservación (CDC)**

El CDC del Cecon, de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, de la Universidad de San Carlos de Guatemala (Usac), es la entidad encargada de recabar y administrar información sobre el Patrimonio Natural de Guatemala (Universidad de San Carlos de Guatemala, 2016). Este fue creado el 06 de diciembre de 1989, por medio de un convenio entre la Usac y The Nature Conservancy (TNC).

El CDC forma parte de una red de CDC's creada en 11 países de América Latina y el Caribe y 54 más establecidos en América del Norte. Su creación respondió a la necesidad de adentrarse en el tema de diversidad biológica para la recopilación, organización, sistematización y accesibilidad de la información existente producida en el país con el fin de investigación y correcta toma de decisiones (Universidad de San Carlos de Guatemala, 2016).

Su misión es ser uno de los centros más importantes de consulta y referencia de información de calidad científica para la toma de decisiones en el manejo y conservación de la diversidad biológica y recursos naturales. Su visión es proveer bases científicas que contribuyan al conocimiento, manejo y conservación de la diversidad biológica y recursos naturales, mediante la recopilación, generación, procesamiento, análisis y difusión de información (Universidad de San Carlos de Guatemala, 2016).

### **Ejercicio Profesional Supervisado –EPS-**

El EPS, específicamente de la carrera de Biología de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia forma parte del ejercicio de profesión, siendo esta la tercera y última práctica. El ejercicio comprende la realización de un conjunto de actividades, determinadas por la institución huésped, divididas en Docencia, Servicio e Investigación. A partir de estas actividades los estudiantes

adquieren y ponen en práctica sus diversos conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes las cuales han sido adquiridas a lo largo de sus años de estudio (EDC, 2018).

El EPS es realizado después de haber cerrado pensum de la carrera. Este se realiza a lo largo de 6 meses (27 semanas), cumpliendo el requisito de 8 horas diarias. El estudiante es el encargado de escoger y tramitar la entrada a su unidad de práctica, la cual debe de reflejar sus intereses académicos. Estas unidades deben cumplir con requisitos de calidad, los cuales son establecidos por el sub-programa de EDC de Biología. Es posible que el estudiante, por parte de la institución escogida, reciba una bolsa de estudios durante su EPS; además, se pueden escoger áreas protegidas, municipalidades, entidades no gubernamentales, como también instituciones de gobierno u ONG´s relacionadas con la gestión o administración de recursos naturales (Cabrera López, 2014) (EDC, 2018).

## Actividades de servicio

### Colaboración con la realización de la Estrategia Nacional para la Conservación del Tapir Centroamericano en Guatemala

El Tapir Specialist Group (TSG) es una unidad de la Comisión de Supervivencia de Especies de la IUCN, la cual se esfuerza por conservar la diversidad biológica estimulando, desarrollando y ejecutando programas prácticos para estudiar, salvar, restaurar y gestionar a las cuatro especies de tapires y sus hábitats restantes en América Central y del Sur y Sudeste Asiático (IUCN/SSC Tapir Specialist Group, s.f.). A partir de algunos miembros de esta unidad, surgió la propuesta de implementar una estrategia específicamente para el tapir centroamericano (*Tapirus baiirdi*) en Guatemala. Es debido al interés por esta estrategia que se han realizado una serie de talleres en los cuales se han obtenido insumos para crear la misma. Con el fin de finalizar el documento e implementarlo en el país se espera completar las acciones a tomar y realizar talleres futuros para la divulgación del documento.

#### Objetivo:

- Colaborar en la realización del documento referente a la Estrategia para la Conservación del Tapir Centroamericano en Guatemala.

## Descripción y resultados:

Para la finalización el documento se agregaron todos los insumos recuperados de los talleres realizados; en éstos se obtuvieron los “problemas” que amenazan la conservación del tapir y se concluyó en las estrategias de forma general para solucionarlos. A partir de ello se procedió a revisar el documento, fueron editadas algunas secciones del mismo y se añadió información en donde fuese necesario. La evidencia del trabajo es un documento revisado para su posterior uso.

The screenshot displays a Google Docs interface for a document titled "Secciones de la estrategia-modificandose". The document content includes the following text:

**Estrategia para la conservación del Tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*, Gill, 1865) centroamericano, en Guatemala**

Consejo Nacional de Áreas Protegidas  
Centro de Estudios Conservacionistas, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala  
Fundación Defensores de la Naturaleza

Programa Mundial para la Conservación de los Tapires del Grupo de Especialistas del Tapir de la UICN y la Fondation Segré

The document also features a table with the following content:

	conservación del hábitat del tapir.		
Avance de la frontera ganadera	Programas de manejo territorial. Concientización de manejo de tierra.	Desarrollo de programas junto a ganaderos para uso de tierras en investigación y monitoreo del tapir. Implementación de talleres y reuniones de concientización e informativas sobre especies en peligro.	Academia, ONGs con Depto de Investigación, Consultores independientes; Mesa de monitoreo biológico. MAGA.
Avance de la frontera agrícola	Técnicas de producción sostenibles (pequeños productores)	Desarrollo de programas de pago por servicios ambientales	MAGA.
	Delimitación física de Áreas Protegidas (mantenimiento)	Delimitación de áreas.	Segeplan, Ocret, Ric, Municipalidad

The right sidebar shows a list of comments and suggestions:

- Andrea Paz (3 may. 2019): "Añadir: 'Tapir centroamericano'"
- Andrea Paz (14 may. 2019): "Añadir: '("
- Adriana Rivsan (26 abr. 2019): "Sustituir: 'centroamericano' por 'Tapirus bairdii'"
- Andrea Paz (14 may. 2019): "Añadir: '("
- Andrea Paz (14 may. 2019): "Añadir: '("
- Andrea Paz (7 may. 2019): "Añadir: 'Programas de manejo territorial. Concientización de manejo de tierra.'"
- Andrea Paz (7 may. 2019): "Añadir: 'Desarrollo de programas junto a ganaderos para uso de tierras en investigación y monitoreo del tapir...'"
- Andrea Paz (7 may. 2019): "Añadir: 'Academia, ONGs con Depto de Investigación, Consultores independientes; Mesa de monitoreo biológico. ...'"
- Andrea Paz (9 may. 2019): "Añadir: 'MAGA'"

**Figura 1.** Borrador en línea del documento en el cual se colaboró.

## Conclusiones y recomendaciones:

Se colaboró con la realización del documento para la Estrategia de Conservación del Tapir Centroamericano en Guatemala. A partir de los ejes temáticos planteados se establecieron las

correspondientes estrategias y actividades para cumplir con las mismas. Se recomienda la implementación de un taller para la divulgación y revisión del documento por parte de profesionales interesados en colaborar dentro de la estrategia, así como la incorporación de los resultados del taller y la presentación final del documento a las autoridades del CONAP.

### **Revisión, edición y diagramación complementaria de la serie de libros “El danto y su hábitat en la Reserva de la Biosfera Maya”**

Como parte de la extensión a la comunidad, el CDC trabaja de forma activa en documentos con información que es de ayuda para la población guatemalteca, especialmente para los niños de nivel primario. Estos documentos se elaboran con el objetivo de ser utilizados por estudiantes de nivel primario, principalmente dentro de la RBM, pero de igual forma pueden ser utilizados por el público en general. Los documentos fueron creados por el Programa para la conservación del tapir en Guatemala del Cecon y la FDN, con colaboración de una epesista-tesista de diseño gráfico. Esta serie se titula “El danto y su hábitat en la Reserva de la Biosfera Maya”, debido a que ha sido lograda gracias a los proyectos realizados con el tapir dentro del CDC y cuenta con información basada en este animal, su ciclo de vida, relaciones con otras especies y demás organismos vivos en el área, además de cubrir diversos temas dentro del Currículum Nacional Base.

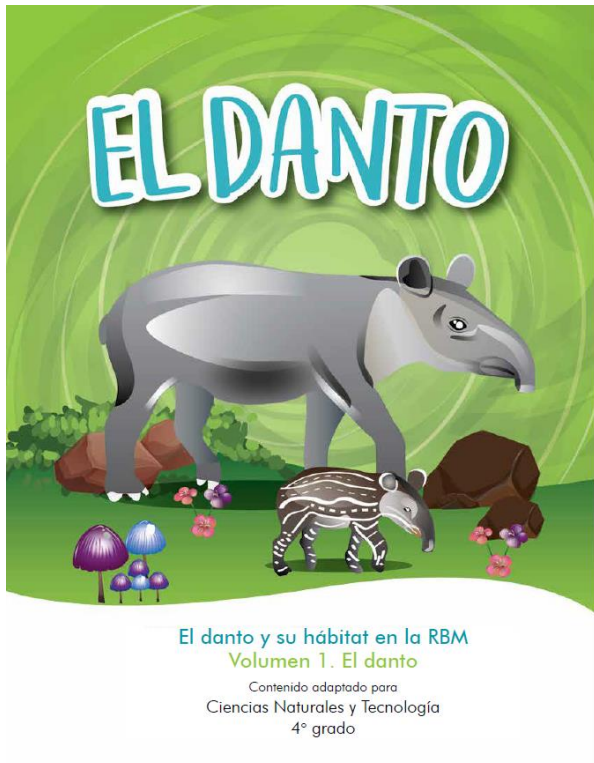
#### **Objetivo:**

- Colaborar en la revisión, edición y diagramación complementaria de la serie de folletos “El danto y su hábitat en la Reserva de la Biosfera Maya”



## Descripción y resultados:

La actividad consistió en la revisión de los 5 volúmenes de la serie para su edición y corrección de los errores de escritura o de información que contenían. Se colaboró en la edición de algunas imágenes necesarias para los volúmenes y se actualizó información dentro de los mismos, como ciertos significados o la adición de teoría en algunos de los temas. Además, se agregó una malla curricular con las competencias, indicadores de logros, contenidos y la descripción de los mismos dentro de los temas de los libros. Por último, se agregaron actividades de repaso y/o de juego, con las cuales se logra una mejor comprensión de los temas, los cuales en su mayoría ya habían sido creados por estudiantes del CDC. También se crearon dos actividades faltantes, todas éstas se colocaron al final de los volúmenes. Se diagramó de forma complementaria la serie.



Este material fue elaborado por el Programa para la Conservación del Tapir en Guatemala del Centro de Estudios Conservacionistas de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala y la Fundación Defensores de la Naturaleza, como parte del Programa Mundial para la Conservación de los Tapires del Grupo de Especialistas del Tapir de la UICN y la Fundación Segré (2015-2018).

Guatemala, 2019

Autores: Centro de Estudios Conservacionistas y Fundación Defensores de la Naturaleza

Coordinación general: Manolo García y Raquel Leonardo

Diseño, diagramación e ilustración: Melany Batz

Revisión: Manolo García, Raquel Leonardo, Mymamá Galindo, Andrea J. Paz, Melanie Ortiz, Usi'j Bó, Manuela Ramírez, Valena Barrera, Andri Ramírez y Adriana Rivera.

Reedición: Andrea J. Paz

Primera edición, 2019

Centro de Estudios Conservacionistas y Fundación Defensores de la Naturaleza

Se permite la reproducción total o parcial de este documento para fines educativos o sin fines de lucro, siempre que no se alteren los contenidos ni los créditos de autoría sin ningún otro permiso especial del titular de los derechos, bajo la condición de que se identifique la fuente de la que proviene.

ISBN obra completa: 978-9929-570-20-7  
ISBN volumen No. 1: 978-9929-570-21-4

Impreso en Guatemala - Printed in Guatemala  
La impresión de este volumen fue gracias al apoyo del Programa Mundial para la Conservación de los Tapires del Grupo de Especialistas del Tapir de la UICN y la Fundación Segré (2015-2018).

## MALLA CURRICULAR


Área: Ciencias Naturales y Tecnología.

El presente libro contiene insumos sobre las características anatómicas externas e internas de cada uno de los grupos de vertebrados; contenidos que pueden ser aplicados con base en las competencias del Currículum Nacional Base (CNB):

<b>COMPETENCIA 1.</b> Explica las teorías del origen de la vida, las características de los seres vivos y las funciones de la célula en la organización de los sistemas de vida desde la ciencia y la diversidad cultural.			
<b>INDICADOR DE LOGRO 1.3</b> Describe las características de los seres vivos explicando la estructura y función de órganos y sistemas de su cuerpo.			
<b>CONTENIDOS</b>	1.3.1. Descripción de la anatomía de los mamíferos: presencia de pechos, endoesqueleto fijo, pulmones, vivíparos y otros.	PÁG. 12	Descripción de las características generales de los mamíferos y esquemas que señalan su anatomía.
	1.3.2. Descripción de la anatomía de las aves: presencia de plumas y pulmones, endoesqueleto base con compartimentos de aire, presencia de pulmones, ovíparos, bípedos (dos patas) y otros.	PÁG. 11	Descripción general de las características de las aves y esquemas con su anatomía.
	1.3.3. Descripción de la anatomía de los peces: presencia de escamas y aletas, endoesqueleto cartilaginoso, presencia de branquias, ovíparos, acuáticos y otros.	PÁGS. 7 y 8	Descripción de características generales de peces de aleta radiada, esquemas de su anatomía y diferencia de escamas.
<b>COMPETENCIA 2.</b> Diferencia entre las estructuras y las funciones de órganos y sistemas de los seres vivos.			
<b>INDICADOR DE LOGRO 2.1.</b> Establece relaciones de similitud o diferencia entre las características de los seres vivos.			
<b>CONTENIDOS</b>	2.1.1. Organización de los seres vivos atendiendo a su forma de locomoción: nadan, vuelan, caminan, reptan.	PÁG. 6-12	En cada descripción de los tipos de vertebrados se especifica los miembros utilizados para su locomoción y la forma de la misma.
	2.1.2. Diferenciación entre los tipos de alas: emplumadas (aves) y membranosas (insectos y mamíferos).	PÁGS. 11 Y 12	En la descripción de las aves se menciona la anatomía del ala, así como especificaciones sobre las plumas. En los mamíferos se mencionan con esquemas las alas de los murciélagos.
	2.1.3. Diferenciación entre: boca, trompa, pico y hocico.	PÁGS. 7, 9-12	Cada uno de los esquemas, contienen señaladas las partes para cada tipo de vertebrado.

5

6



### ACTIVIDADES EN CLASE


#### ACTIVIDAD 1. ¿QUIÉN SOY?

**Materiales:**

- Tarjetas de cartón o papel
- Marcador

**Instrucciones:**

1. En las tarjetas se escriben nombres de vertebrados presentes en el país o región (peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos), sin que sean vistos por los participantes.
2. Pasa un niño al frente y se le asigna una tarjeta sin que pueda leer el nombre del animal. El participante, sin voltear la tarjeta, la coloca en su frente de modo que todos los demás niños puedan ver la tarjeta, pero no así quien la sostiene.
3. El participante debe adivinar cuál es el animal que corresponde a la tarjeta haciendo preguntas a los demás, quienes únicamente pueden responder sí o no. Por ejemplo las preguntas serían: ¿tengo el cuerpo cubierto por escamas? ¿vivo en el agua? ¿tengo patas y cola?



### ACTIVIDADES EN CLASE

#### ACTIVIDAD 2. DIBUJA Y ACIERTA

**Materiales:**

- Pizarrón u hojas de papel
- Marcador
- Tarjetas de cartón o papel

**Instrucciones:**

1. En las tarjetas de cartón o papel, cada estudiante escribirá el nombre de alguna parte externa o interna del cuerpo de un animal presente en el país. Por ejemplo: boca de la iguana, cola de tapir, pico del tucán, corazón de serpiente, etc.
2. Al terminar, todos los estudiantes deben entregar las tarjetas a la/el maestra/o. Luego los participantes se dividen en 2 grupos; cada grupo seleccionará un participante, el cual deberá elegir una tarjeta al azar.
3. El participante debe dibujar lo que dice en la tarjeta en un tiempo límite de 1min, sin importar si termina de dibujar o no (UNICAMENTE DIBUJAR, NO PUEDE ESCRIBIR). Mientras el participante dibujo los demás integrantes de su grupo deben adivinar que es lo que está dibujando y decirlo como está en la tarjeta. Si aciertan llevarán 1 punto. Este mismo procedimiento se debe realizar con el participante del grupo 2.
4. Este juego puede realizarse hasta que se acaben las fichas o por el tiempo propuesto.

Figura 2. Ejemplo del resultado de uno de los 5 folletos trabajados.

## Conclusiones y recomendaciones:

Fue revisada, editada y diagramada de forma complementaria la serie de 5 folletos “El danto y su hábitat en la Reserva de la Biosfera Maya” para niños/as de nivel primario. Se recomienda la continuación de la realización de material educativo para que pueda ser utilizado por el público en general y que sea de ayuda en áreas de recursos limitados.

### Apoyo logístico en proyecto enfocado a programa de extensión en Petén

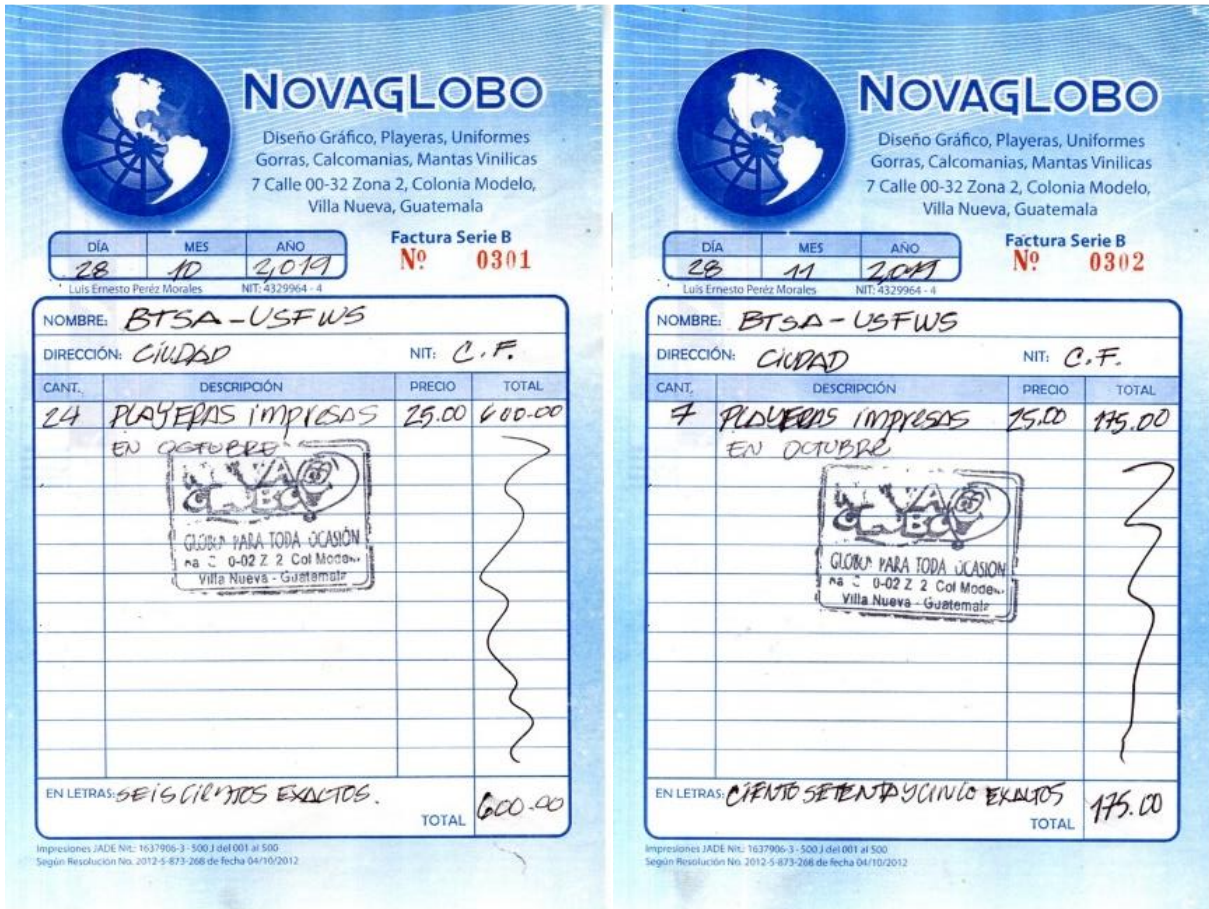
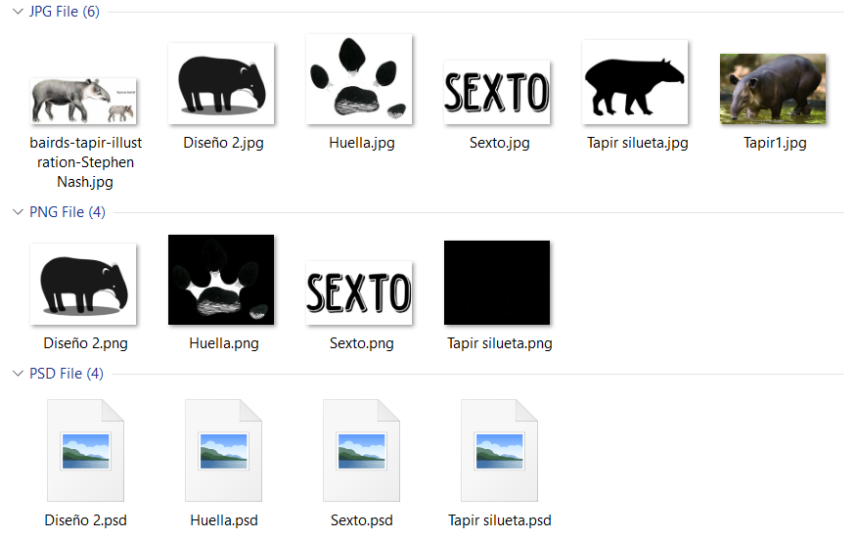
Como parte de las giras realizadas por proyectos de investigación por parte del CDC, se realizaron diversas actividades de extensión en Petén específicamente para guardarrecursos y estudiantes de las escuelas del área. Las actividades consistían de capacitaciones, talleres y eventos educativos. Como parte del proyecto se realizó un concurso con los niños de las escuelas del área en el que los mismos debían de proponer una actividad referente a la conservación del danto en la RBM para realizar como parte de las clausuras de sus respectivas instituciones.

#### Objetivo:

- Colaborar en la organización de actividades del proyecto de extensión en Petén.

#### Descripción y resultados:

Como parte de la ayuda brindada en la ejecución de las actividades del proyecto, se colaboró en la cotización para la adquisición de material que sería utilizado en el proyecto. Se cotizó la serigrafía de playeras para los estudiantes de las escuelas. Se editó el diseño que se utilizaría en la serigrafía y se solicitaron 24 playeras en la primera tanda y 8 más en la segunda. Además, se evaluaron las 8 propuestas para otorgar mini-becas en los proyectos creados por los niños de las escuelas para su realización durante las clausuras escolares. Por último, fueron diseñados y se imprimieron los diplomas de participación en los talleres para los guardarrecursos y los niños del área.



**Figura 3.** Archivos utilizados para la realización de playeras entregadas a los niños en Petén y facturas de la realización de las playeras.

	Cruce				Retalteco			
FIRMA	Cruce #1 X	Los Tapices	expres. artistica Pintura	Rincón aprendiz.	El tapiz y su fam. (obra)	Pintura (miras)	Los vencedores	Tapiz manchado.
Factibilidad	5	5	5	5	5	5	5	5
Impacto	<del>3.5</del> 4	5	<del>4</del> 4	4	4	<del>4</del> 4	<del>4</del> 4	4
Creatividad	4	5	5	4	4	<del>4</del> 4	3	3.5
Materiales	<del>4</del> 3.5	5	5	3.5	<del>3.5</del> 3.5	4	<del>4.5</del> 4.5	
<u>1-5</u> comentarios	Dramatiz. mot. cuid. Odo de sp. Falta guión	Impresión de letra para público. Grabación.	¿Camisetas? + diseños.	¿Qué temas? Info. que darán. diseño??	¿Guion. escenario? Disfraces?? Mensaje??			
Metodología	2	5	4	<del>4</del> 4	3	4	4	4
Total	18.5 <del>18.5</del> / 25	25 / 25	23 <del>24</del> / 25	20.5 / 25	<del>19.5</del> 19.5			

**Figura 4.** Archivos utilizados para “calificar” los proyectos propuestos por los niños de las diferentes escuelas en Petén.



Figura 5. Diplomas realizados para los asistentes a los talleres del proyecto.

### Conclusiones y recomendaciones:

Se colaboró con las actividades necesarias del proyecto de extensión en Petén. Se solicitaron 32 playeras para niños; fueron calificados los 8 proyectos de las escuelas para realizarse en las respectivas clausuras y se diseñaron e imprimieron los diplomas para niños y guardarrrecursos. Se recomienda la continuación de proyectos de este tipo para que los niños de las escuelas puedan aprender de mejor manera los temas relacionados con la conservación del medio ambiente que les rodea.

### Enriquecimiento de base de datos del CDC

La base de datos del CDC cuenta con información obtenida a través de los años por trabajos de investigación, tesis y otras fuentes. Esta base de datos es de gran importancia para la investigación

y para el conocimiento científico necesario utilizado en la creación de futuros proyectos y en la toma de decisiones gubernamentales, por lo que es necesario que ésta se mantenga en constante actualización. Como parte de esta acción se debe actualizar la información contenida dentro de la base de datos para asegurarse que los taxones sigan perteneciendo a los mismos grupos o que los nombres sean los correctos.

### Objetivo:

- Buscar y actualizar información sobre las especies pertenecientes a la base de datos del CDC.

### Descripción y resultados:

Para la actualización de la base de datos se revisó el documento compartido en Drive, el cual contiene un listado de plantas de la RBM, el cual fue revisado y actualizado con base en los sitios Tropicos y The Plant List (páginas que contienen información taxonómica de las plantas del mundo). Primero fue actualizado, al ser necesario, el nombre o taxón al que pertenecía la planta. Además, se revisó que estuviese en la clase, orden, familia y género correctos. Fueron agregados los campos que hacían falta hasta dejar lo más completo posible el registro. En total se buscó, actualizó y se agregó la información de 245 plantas.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Fuente	Codigr	TROP	Nacio	Subna	Reino	Divisic	Clase	Subclase	SuperOrden	Orden	Familia	Genero	Especie
50	Literatura		GT		Plantae	Equisetopsida	Polydodiadae							
72	Literatura		GT		Plantae	Equisetopsida	Magnoliidae		Liliana					
107	Literatura		GT		Plantae	Equisetopsida	Magnoliidae		Rosanae					
136	Literatura		GT		Plantae	Equisetopsida	Magnoliidae		Liliana					
219	Literatura		GT		Plantae	Equisetopsida	Magnoliidae		Rosanae					
277	Literatura		GT		Plantae	Equisetopsida	Magnoliidae		Nymphaeanae					
327	Literatura		GT		Plantae	Equisetopsida	Magnoliidae		Rosanae					
338	Literatura		GT		Plantae	Equisetopsida	Magnoliidae		Rosanae					
400	Literatura		GT		Plantae	Equisetopsida	Magnoliidae		Ceratophyllanae					
423	Literatura		GT		Plantae	Equisetopsida	Magnoliidae		Asteranae					
434	Literatura		GT		Plantae	Equisetopsida	Magnoliidae		Asteranae					
436	Literatura		GT		Plantae	Equisetopsida	Magnoliidae		Asteranae					
549	Literatura		GT		Plantae	Equisetopsida	Magnoliidae		Liliana					
578	Literatura		GT		Plantae	Equisetopsida	Magnoliidae		Rosanae					
637	Literatura		GT		Plantae	Equisetopsida	Magnoliidae		Liliana					
639	Literatura		GT		Plantae	Equisetopsida	Magnoliidae		Liliana					
679	Literatura		GT		Plantae	Equisetopsida	Magnoliidae		Liliana					
726	Literatura		GT		Plantae	Equisetopsida	Magnoliidae		Liliana					
756	Literatura		GT		Plantae	Equisetopsida	Magnoliidae		Liliana					
763	Literatura		GT		Plantae	Equisetopsida	Magnoliidae		Rosanae					
768	Literatura		GT		Plantae	Equisetopsida	Magnoliidae		Rosanae					
776	Literatura		GT		Plantae	Equisetopsida	Magnoliidae		Rosanae					
800	Literatura		GT		Plantae	Equisetopsida	Magnoliidae		Rosanae					
831	Literatura		GT		Plantae	Equisetopsida	Magnoliidae		Rosanae					
846	Literatura		GT		Plantae	Equisetopsida	Magnoliidae		Rosanae					
848	IJSCG		GT		Plantae	Equisetopsida	Magnoliidae		Rosanae					

Figura 6. Archivo en Drive de la base de datos compartida de los registros de plantas del CDC.

### Conclusión y recomendaciones:

Para colaborar con la base de datos de plantas del CDC, fue buscada, actualizada, editada y agregada información de 245 especies del listado de la RBM mediante su búsqueda en sitios botánicos en línea y la revisión de la información contenida en el archivo en Drive. Se recomienda la edición de los campos de la base de datos para que sea utilizada la misma con mayor facilidad al momento de ser editada. Además, se recomienda la estandarización del ingreso de la información en la misma.

### Redacción de nota corta sobre la ampliación de distribución de *M. pandora* en Guatemala

A partir de los hallazgos realizados en los proyectos que el CDC mantiene en la RBM, se redactan manuscritos de artículos científicos y notas para su publicación y aporte a la comunidad científica. Durante la realización de los proyectos trabajados con el tapir en la RBM, se han recabado imágenes de otras especies de interés, como los ciervos del género *Mazama*, obtenidas por cámaras trampa. La especie *M. pandora* ha sido recientemente registrada dentro del territorio guatemalteco en áreas donde no se consideraba que habitaba.

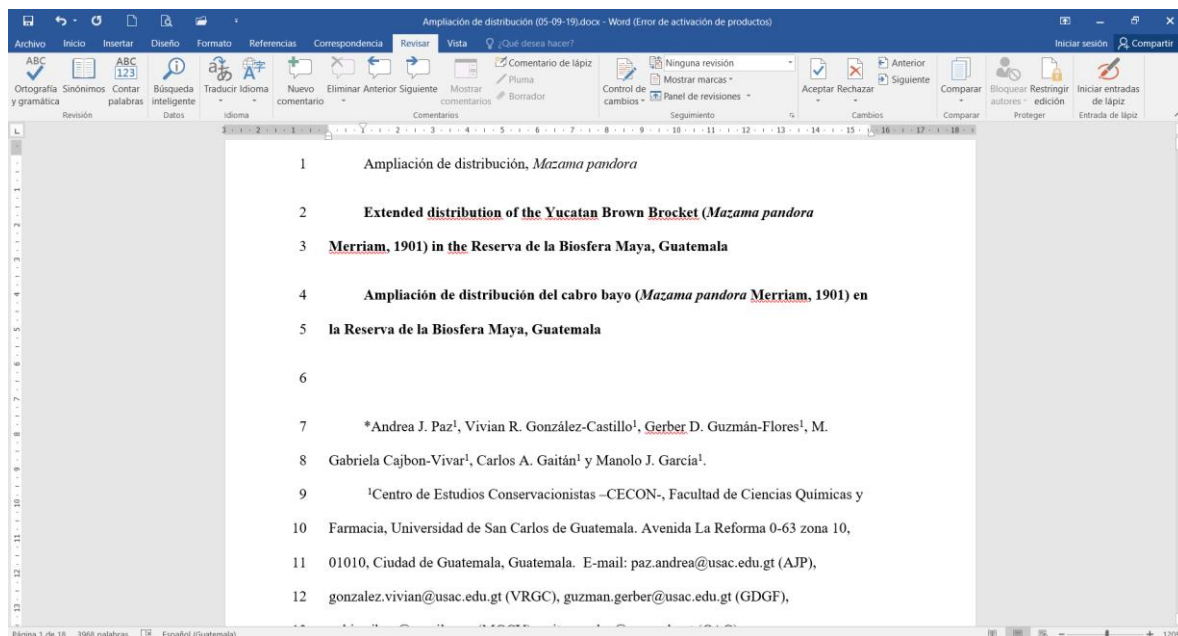
#### Objetivo:

- Redactar el borrador de la nota corta sobre la ampliación de distribución de *M. pandora* en el territorio guatemalteco.

#### Descripción y resultados:

Debido a los hallazgos de esta especie en territorio que antes no se conocía que habitaba, se redactó el borrador de una nota corta para divulgación en la revista científica *Therya*. Lo anterior, con el objetivo de compartir información nueva de gran importancia para la conservación de especies en peligro. Se redactó el borrador en un archivo en línea que fue compartido con los demás integrantes del CDC y personal de los parques nacionales de donde provenía la información.





**Figura 7.** Archivo en Word del borrador de la nota corta sobre la ampliación de distribución de *Mazama pandora* en Guatemala.

### Conclusiones y recomendaciones:

Fue redactado el borrador de una nota corta sobre la ampliación de distribución de *M. pandora* en el territorio guatemalteco, para su edición y posterior publicación en la revista *Therya*. Se recomienda el seguimiento del borrador para su pronta publicación.

## Actividades de docencia

### Talleres, cursos y/o conferencias recibidos

La constante actualización en cuanto a temas y contenidos científicos es de gran relevancia para el biólogo, ya que gracias a esto es posible adquirir nuevo conocimiento que podrá y deberá ser utilizado a lo largo de la carrera para enseñar a otros o para ser de utilidad en la investigación y ambiente laboral. Debido a ello se recibieron diversos talleres: actualización de políticas del CECON (17 de mayo) y curso sobre GPS y sus usos (25 y 26 de julio 2019).

### Objetivo:

- Recibir preparación de los talleres brindados dentro de las instalaciones del CECON.

## Descripción y resultados:

El primer taller se llevó a cabo en las instalaciones del CECON, en el salón de la cafetería con una duración de dos horas. Fue impartido por el Lic. Leonel Hernández y la Licda. Diana Monroy. Ambos compartieron información sobre la actualización de las políticas del Cecon a todos los presentes. El curso sobre GPS y sus usos se llevó a cabo dentro de las instalaciones del CECON, contó con la participación de personal del CDC (edecistas, epepistas, entre otros). Tuvo una duración de dos días (4 horas). El primero fue dedicado a la teoría, orígenes del GPS, sus usos, formas en las que se puede obtener información de los aparatos, tipos e instrucciones generales de cómo utilizar un GPS correctamente. Además, se recibió información sobre cómo enviar la información colectada por el GPS a la nube. En el segundo día se realizó la parte práctica con los GPS y utilizando también la aplicación del teléfono celular de los participantes.



**Figura 8.** Diploma de participación del curso de GPS y sus usos.

## Conclusiones y recomendaciones:

Se recibió preparación a través de diversos cursos de interés general para el personal y científico dentro de las instalaciones del CECON, como parte de la actualización académica constante

necesaria durante la carrera. Se recomienda continuar con la realización de cursos similares para el aprendizaje del personal y estudiantes que se encuentren realizando sus prácticas dentro de la institución.

### **Talleres, cursos y/o conferencias brindados**

Como parte de la docencia brindada se realizaron dos presentaciones que permiten compartir información con la comunidad científica sobre temas e investigaciones realizadas en el CDC. En el contexto de las reuniones que se llevan a cabo con el personal a cargo de las áreas protegidas que se encuentran bajo la tutela de la universidad, se llevó a cabo una presentación sobre los objetivos de las áreas, además de los elementos de conservación y los planes operativos de los mismos. Ello con el objetivo de su actualización y revisión.

Compartir los conocimientos que han sido adquiridos a lo largo de la carrera es una de las obligaciones que se tienen como biólogo. Estos conocimientos serán de ayuda para concientizar a las personas sobre temas de relevancia biológica o inclusive pueden ser de ayuda en la toma de decisiones de conservación y temas relacionados. Los talleres, cursos o conferencias son parte de lo que el estudiante devuelve a la comunidad, tanto a personas particulares, guardarrecursores o estudiantes. En este caso fue brindada la conferencia “Random Encounter Model-REM” a los estudiantes del CEMA de la USAC (17 de mayo de 2019) y la presentación de los objetivos, elementos de conservación y planes operativos del SUAP (21 de agosto de 2019).

#### **Objetivo:**

- Brindar información y preparación mediante conferencias y/o presentaciones a estudiantes o público interesado, dentro de las instalaciones del CECON.

#### **Descripción y resultados:**

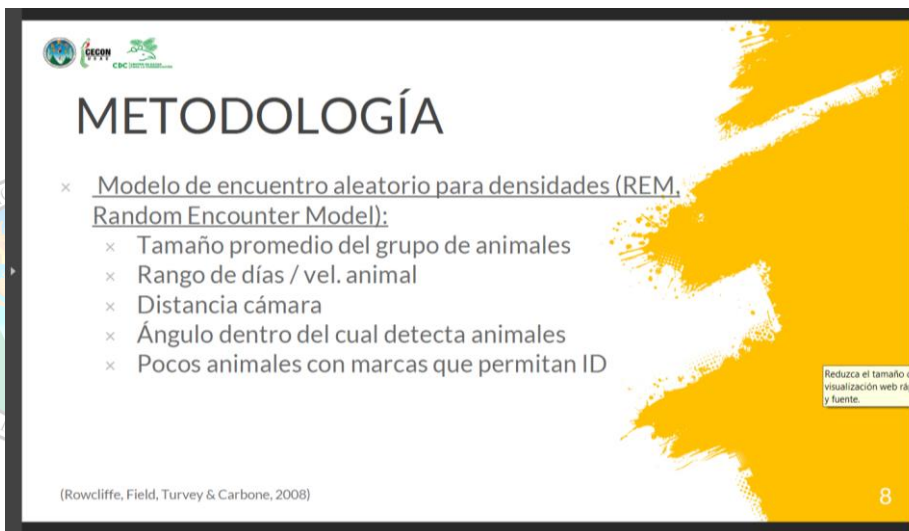
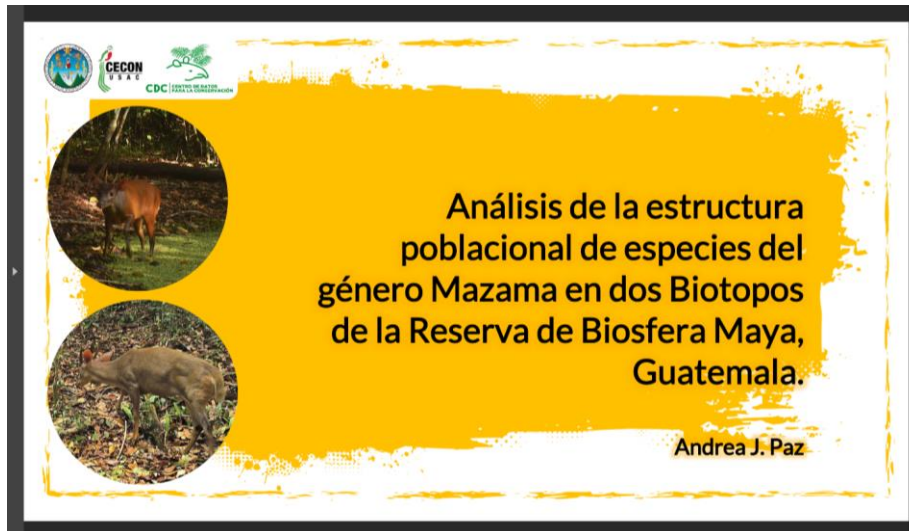
La presentación de los objetivos, elementos de conservación y planes operativos del SUAP se llevó a cabo en las instalaciones del CECON, el 17 de mayo de 2019 con una duración de aproximadamente 3 horas. La misma consistió en la presentación de los temas mencionados anteriormente de las áreas: Reserva de la Biósfera Maya, Biotopo Protegido Cerro Cahuí, Biotopo Protegido Laguna del Tigre Río Escondido (BPLT) y Parque Nacional Laguna del Tigre, Biotopo Protegido Naachtun Dos Lagunas (BPNDL) y Parque Nacional Mirador Río Azul, Biotopo

Universitario "Mario Dary Rivera" para la Conservación del Quetzal (BUCQ), Biotopo Protegido San Miguel La Palotada Zotz (BPSM) y Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico (RNUMM). Se mostraron a detalle los objetivos dentro de los planes maestros de cada área, así como los elementos de conservación considerados y sus indicadores. Por último, se mostraron los programas operativos y sus objetivos.



**Figura 9.** Diapositivas de la presentación de los objetivos, elementos de conservación y planes operativos del SUAP.

La conferencia sobre el Random Encounter Model-REM se llevó a cabo dentro de las instalaciones del CECON el 21 de agosto del 2019, como parte de una clase teórica impartida por el profesor a cargo del grupo de estudiantes. El coordinador del Centro de Datos para la Conservación CDC, Manolo García, impartió una conferencia sobre las investigaciones llevadas a cabo dentro del CDC, enfocándose en los métodos utilizados para luego dar paso a la presentación sobre el Random Encounter Model – REM. Este método fue utilizado en la realización de la investigación del primer EPS en la institución, por lo que sirvió como ejemplo de las aplicaciones que presenta y los resultados que brinda.



**Figura 10.** Diapositivas de la presentación sobre el Random Encounter Model-REM a estudiantes del CEMA.

### Conclusión:

Se colaboró presentando los objetivos, elementos de conservación y planes operativos del SUAP y fue brindada información a estudiantes del CEMA de la USAC mediante la presentación sobre el método Random Encounter Model – REM, dentro de las instalaciones del CECON.

## Referencias bibliográficas

Cabrera López, C. A. (2014). Programa General de EPS, Carrera de Biología. Guatemala ciudad, Guatemala, Guatemala.

EDC, P. d. (2018). EDC Programa de Experiencias Docentes con la Comunidad, Universidad de San Carlos de Guatemala. Obtenido de EDC Programa de Experiencias Docentes con la Comunidad, Universidad de San Carlos de Guatemala: [http://c3.usac.edu.gt/edc.usac.edu.gt/public\\_html/?page\\_id=2](http://c3.usac.edu.gt/edc.usac.edu.gt/public_html/?page_id=2)

Universidad de San Carlos de Guatemala, D. d. (29 de Enero de 2016). CDC Guatemala. Obtenido de Centro de Datos para la Conservación: <http://www2.usac.edu.gt/Cecon/cdc/>



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia  
Programa de Experiencias Docentes con la Comunidad-EDC  
**Subprograma de Ejercicio Profesional Supervisado-EPS**  
**Carrera de Biología**

Proyecto de Investigación realizado en el Centro de Datos para la Conservación CDC del Centro de Estudios Conservacionistas CECON, durante el periodo Comprendido del 02 de mayo al 02 de noviembre de 2019

**Análisis de ocupación de dos especies del género *Mazama* en cuatro zonas núcleo de la Reserva de la Biosfera Maya**



Por:  
*Andrea José Paz Barillas*  
carnet no: 201113595  
e-mail: pazbarillasandrea@gmail.com

**Supervisor/Asesor:**

Licda. Mercedes Barrios, Coordinadora, Centro de Datos para la Conservación CDC, Centro de Estudios Conservacionistas, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala; Avenida la Reforma 0-63 zona 10. Guatemala ciudad. E-mail: cdcguatemala@gmail.com.

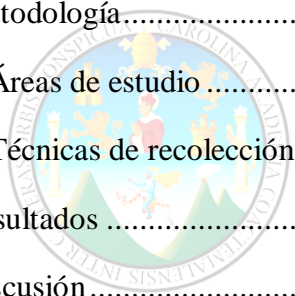
Lic. Manolo J. García Vettorazzi, Asesor, Centro de Datos para la Conservación CDC, Centro de Estudios Conservacionistas, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala; Avenida la Reforma 0-63 zona 10. Guatemala ciudad. E-mail: zoologocdc.cecon@gmail.com.

Lic. Carlos Antonio Cabrera López, Profesor Supervisor EPS, 3ª calle 6-47 zona 1, Antiguo edificio Facultad de Farmacia, e-mail: epsbiousac@gmail.com

Guatemala, C. A. septiembre de 2020

# ÍNDICE

Resumen .....	1
Introducción.....	2
Antecedentes.....	3
Planteamiento y definición del problema .....	3
Marco teórico .....	4
Justificación.....	10
Objetivos .....	12
General:.....	12
Específicos: .....	12
Metodología.....	12
Áreas de estudio .....	12
Técnicas de recolección y análisis de datos:.....	14
Resultados .....	18
Discusión.....	25
Bibliografía.....	29
Apéndices .....	36





# Análisis de ocupación de dos especies del género *Mazama* en cuatro zonas núcleo de la Reserva de Biosfera Maya

## Resumen

El género *Mazama* (Mammalia, Cervidae) es uno de los que han sido poco estudiados en Guatemala, con al menos 23 publicaciones en las cuales es mencionado (CDC, 2019) Moreira *et al.*, 2019). Hasta 1998, de acuerdo a Medellín y colaboradores (1998), en el territorio guatemalteco se registraba únicamente una especie de cabro: *Mazama temama* (Erxleben 1777) o cabro colorado. A pesar de ello, la especie *Mazama pandora* (Merriam 1901) [cabro bayo] que es simpátrica con *M. temama*, y que se creía endémica de la parte sur de la Península de Yucatán (México), había sido observada e identificada en estudios dentro del territorio guatemalteco como los de Baur (1999), Soto (2003), Moreira y colaboradores (2008), Estrada (2009) y aquellos registrados en el CDC desde 1998-2008 (CDC, 2014), y recientemente en fotocapturas de los años 2015-2018 se han registrado fotocapturas de esta especie, además de encontrarse individuos identificados en la colección del Mushnat (Mandujano, 2004; Medellín *et al.*, 1998; Moreira *et al.*, 2019). Sin embargo, aún se desconoce su completa distribución dentro de la RBM.

Los resultados de los modelos realizados para datos de presencia/ausencia de dos especies del género *Mazama* en cuatro zonas núcleo dentro de la RBM (Biotopo Protegido Dos Lagunas, Biotopo Protegido San Miguel la Palotada – El Zotz, Parque Nacional Tikal y Parque Nacional Yaxhá-Nakum-Naranjo) muestran las áreas de mayor ocupación dentro del área permitiendo obtener información importante de la posible ocupación de estas especies en el país. El área norte del territorio guatemalteco presenta los valores más altos de ocupación para ambas especies. *M. pandora* exhibe un patrón claro mientras que *M. temama* no lo presenta de forma aparente. Además de ello, mediante el presente estudio se evidenció la relación entre la deforestación, fragmentación y cambio de uso de suelo en la ocupación de las especies. La información presentada es un aporte al conocimiento de la diversidad del país, a la conservación y planteamiento de futuras investigaciones y propuestas de manejo en el área de la Reserva de la Biosfera Maya, y además, contribuye al estudio de las especies de este género que habitan en el país.

## Introducción

El género *Mazama* Rafinesque, 1817 está representado por diez especies de cabritos o temazates (Mammal Diversity Database, 2020) a nivel mundial, pero para el territorio guatemalteco se cuenta con la presencia de dos especies, *Mazama temama* y más recientemente *M. pandora*. La segunda ha sido observada en los últimos años en áreas de la RBM (Baur, 1999; Soto, 2003; Moreira *et al.*, 2019) por lo que ha sido de gran interés su estudio. Por su parte la RBM, con una cobertura de cerca de 2.1 millones de hectáreas, es una de las áreas protegidas más grande de Centro América y el hogar de alrededor de 180,000 personas, así como un patrimonio de relevancia global tanto por su biodiversidad como cultura (Hodgdon, Hughell, Ramos y McNab, 2015). Entre las principales amenazas que afectan a la RBM se encuentran los incendios (naturales o provocados), la agricultura incompatible, ganadería, exploración y explotación petrolera; asentamientos humanos no planificados (invasiones de tierra) y la construcción de caminos y carreteras (CONAP, 2007).

Debido a la falta de información sobre estas especies en el país, se han realizado diversas investigaciones (García *et al.*, 2016; García *et al.*, 2018; Paz-Barillas, 2018) en las que son incluidas o se aporta nueva información sobre su frecuencia y avistamientos. La falta de estudios sobre estas especies en Guatemala, hace que todos aquellos trabajos que aportan información sobre las mismas sean de gran relevancia en términos de conservación, ya que dicha información puede ser utilizada para programas de monitoreo o para la inclusión de *M. pandora* dentro de la lista de especies cinegéticas del país. Además de la falta de información y pocos estudios sobre estos individuos en Guatemala, *Mazama temama* se encuentra clasificado en la lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN por sus siglas en inglés) como “Datos deficientes” (Data Deficient). Esta clasificación significa que no hay información adecuada para realizar una evaluación directa o indirecta de su riesgo de extinción en función de su distribución o estado de población. El que la especie se encuentre en esta categoría indica que se requiere más información y reconoce la posibilidad de que investigaciones futuras muestren que la clasificación amenazada es apropiada, por lo que cualquier aporte es importante (Bello, Reyna, & Schipper, 2016). Por su parte *Mazama pandora* está categorizado como “Vulnerable”, lo que indica que se considera que está enfrentando un alto riesgo de extinción en estado silvestre (Weber, de Grammont, & Cuarón, 2016). La situación de estos individuos

requiere de estudios que aporten bases para su conservación y correcto manejo, y la obtención de registros oficiales de especies que pueden ser agregadas a la lista como *M. pandora* contribuiría grandemente al conocimiento faunístico del país. También contribuiría a los sitios en donde este se encuentre debido a que nuevos registros fortalecen los intentos por conservar estas áreas y su biodiversidad.

Para contribuir a comprender y a aportar información sobre estas especies dentro del territorio guatemalteco, este estudio presenta resultados sobre modelos de ocupación y proyección de ocupación de *M. temama* y *M. pandora* en cuatro zonas núcleo dentro de la RBM (dos biotopos protegidos y dos parques nacionales).

## Antecedentes

### Planteamiento y definición del problema

El género *Mazama* (Mammalia, Cervidae) de acuerdo a diversos autores presenta dos especies para el país: *Mazama temama* (Erxleben 1777) o cabro colorado y *Mazama pandora* (Merriam 1901) o cabro bayo (Baur, 1999; Mandujano, 2004; Medellín *et al.*, 1998; Moreira *et al.*, 2019). En años recientes, la presencia de *M. pandora* ha sido registrada en el territorio nacional en estudios como los de Soto (2003), Moreira *et al.* (2008), Estrada (2009), Moreria *et al.* (2019), además de avistamientos registrados en el CDC desde 1998-2018 (CDC, 2019) y Paz-Barillas (2018). Además de ello, es posible encontrar individuos identificados en la colección del Museo de Historia Natural de la Universidad de San Carlos de Guatemala [Mushnat] (S. Pérez, comunicación personal, 20 de mayo de 2016). Sin embargo, aún se desconocen detalles de su distribución dentro de la RBM. A pesar de la existencia de estas evidencias a lo largo de los años, hay muy pocos estudios sobre *M. temama* y *M. pandora* y de forma general la información sobre el estado de conservación de los cérvidos en Guatemala es escasa (Moreira *et al.*, 2019).

En los últimos años (2013-2018) se han identificado individuos de *Mazama temama* y *M. pandora* mediante el uso de cámaras trampa en el área de los Biotopos Protegidos Dos Lagunas y San Miguel La Palotada (El Zotz), además de los Parques Protegidos Tikal y Yaxhá-Nakum-Naranjo dentro de la Reserva de la Biosfera Maya (RBM), lo cual atrae

especial atención a estas áreas para obtener mayor información sobre estas especies y su ocupación en la RBM (CDC, 2019; Paz-Barillas, 2018).

Sumado a la importancia que tienen estas especies debido a la limitada información en el país, ambos ciervos son elementos naturales de conservación de la RBM por ser especies cinegéticas. Sin embargo, dentro del plan maestro de la reserva estos no son incluidos explícitamente (Conap, 2015). El hecho de que estas especies no se encuentren incluidas dentro de los elementos de conservación, las mantiene en riesgo constante de sobre caza ya que a lo largo de los años se ha evidenciado que la densidad de las especies cinegéticas decae en función de la cercanía a los poblados o caminos, debido a la intensidad de la cacería en estos sitios; pero poca información es conocida sobre las poblaciones de estas especies en la región y de su ocupación, especialmente de *M. pandora*, lo que confirma la importancia de obtención de información de las mismas (CONAP, 2015).

Además de la falta de información y de los pocos estudios sobre estos individuos en Guatemala, *Mazama temama* se encuentra clasificada en la lista roja de especies amenazadas de la IUCN como “Datos deficientes - Data Deficient” (Bello, Reyna y Schipper, 2016). Las especies dentro de esta clasificación no cuentan con información adecuada para realizar una evaluación directa o indirecta de su riesgo de extinción en función de su distribución o el estado de su población (IUCN, 2012). Además de ello, es posible que los datos sobre su abundancia o distribución no sean apropiados. El que la especie se encuentre en esta categoría indica que se requiere más información y reconoce la posibilidad de que investigaciones futuras muestren que la clasificación es apropiada, por lo que los aportes son importantes. Por su parte *Mazama pandora* se encuentra como “Vulnerable” dentro del listado, lo que indica que se considera que enfrenta un alto riesgo de extinción en estado silvestre (Weber, de Grammont & Cuarón, 2016; IUCN, 2012). La situación de los individuos de este género requiere de estudios que aporten información que sirva de base para su conservación y correcto manejo.

### **Marco Teórico**

#### **Orden Artiodactyla, Familia Cervidae**

Entre los mamíferos terrestres podemos encontrar al orden Artiodactyla (Prothero & Foss, 2007). Este es uno de los dos órdenes que comprenden al grupo de los ungulados. El orden

comprende 24 familias de las cuales hay 136 géneros y un aproximado de 363 especies (Mammal Diversity Database, 2020). El nombre Artiodactyla proviene de las palabras griegas “artios” que significa –número par- y “dactylos” que significa -dedo/dedo del pie- lo que hace referencia a la característica principal que los diferencia del orden Perissodactyla (ungulados de dedos impares), ya que el eje de simetría de sus patas corre entre el tercer y cuarto dedo del pie por lo que usualmente tienen dos o cuatro dedos (Prothero & Foss, 2007).

Aunque muchas especies de artiodáctilos son relativamente grandes y bien conocidas, los científicos aún siguen descubriendo nuevas especies y creando nuevos géneros (Hutchins, Duellman & Schlager, 2003; Mammal Diversity Database, 2020). Además de estas nuevas especies, otras que anteriormente se creían extintas, han sido redescubiertas (Hutchins, Duellman & Schlager, 2003).

La familia Cervidae (ciervos o venados) es la más diversa del orden Artiodactyla después de Bovidae (Prothero & Foss, 2007). Los ciervos habitan en diversas zonas del mundo, por lo que se los puede encontrar en continentes como Europa y América, entre otros y algunas zonas árticas (Geist, 1998; Hutchins, Duellman & Schlager, 2003). Diversas especies de ciervos fueron introducidas por el hombre en lugares como Nueva Zelanda y Australia (Geist, 1998).

Entre las características físicas que definen a la familia Cervidae se pueden mencionar las siguientes: el ducto lacrimal casi invariablemente posee dos orificios en el borde de la órbita, el inferior es ligeramente anterior al superior; no poseen una vesícula biliar y al comparar las características con la familia Bovidae, se observa que las crestas sagitales en las superficies articulares distales del metatarso son menos prominentes y menos extendidas proximalmente (Geist, 1998; Hutchins, Duellman & Schlager, 2003). También poseen una superficie no articular en el extremo posterior de la carilla articular de la falange proximal medial, y la carilla articular proximal de la falange distal es menos extendida posteriormente y carece de un proceso anterior extenso (Groves & Grubb, 2011), lo que resulta de acuerdo a Leinders (1979, en Groves y Grubb, 2011) en una menor flexibilidad de las articulaciones.

Los llamados ciervos del nuevo mundo, subfamilia Capriolinae, son una subfamilia de Cervidae que comprende un aproximado de 9 géneros y 27 o más especies (Hutchins, Duellman & Schlager, 2003). En cuanto a la estructura de las astas de esta subfamilia, existen

diferentes variedades y pueden ser simples como en los géneros *Mazama* y *Pudu*, se pueden bifurcar como los de *Hippocamelus*, o ser dicotómicas como en *Blastocerus*. Incluso pueden llegar a ser ramificadas como las de los géneros *Odocoileus* y *Rangifer*. Usualmente, sólo los machos presentan astas, aunque las hembras de reno pueden presentarlos también (Geist, 1998; Hutchins, Duellman & Schlager, 2003).

En cuanto a su distribución general, 6 géneros incluyendo: *Odocoileus*, *Ozotocerus*, *Blastocerus*, *Hippocamelus*, *Mazama* y *Pudu*, viven únicamente en América. Un género, *Capreolus*, es conocido solamente en Eurasia. Ambos géneros, *Alces* y *Rangifer* se pueden encontrar en Norteamérica y Eurasia (Geist, 1998). Los ciervos pertenecientes a Capriolinae se adaptan a distintos tipos de hábitats. Los ciervos enanos con astas cortas y colas largas como los pertenecientes al género *Mazama* habitan latitudes tropicales (Hutchins, Duellman & Schlager, 2003).

### Género *Mazama*

El género *Mazama* está representado por diez especies de cabritos o temazates (Mammal Diversity Database, 2020): *Mazama americana* (Erxleben, 1777), *M. bororo* (Duarte, 1996), *M. chunyi* (Hershkovitz, 1959), *M. gouazoubira* (G. Fischer [von Waldheim], 1814); *M. nana* (Hensel, 1872), *M. nemorivaga* (Erxleben, 1817) *M. pandora* (Merriam, 1901), *M. rufina* (Pucheran, 1851), *M. temama* (Kerr, 1792) y *M. tienhoveni* (Van Roosmalen & Van Hooft, 2015). Todos estos pertenecientes a América Central y del Sur, siendo ciervos tropicales de tamaño pequeño que usualmente presentan astas con forma recta o simples, análogas a los cuernos de otras especies de ciervos como los antílopes (*Sylvicapra grimmia* Linnaeus, 1758) (Geist, 1998).

### *Mazama temama* (Kerr, 1792)

Especie de tamaño pequeño. La altura hasta los hombros puede llegar a ser de 35-75 cm, la longitud de la cabeza y el cuerpo aproximadamente de 72 a 135 cm y pueden llegar a pesar aproximadamente 44 lb (Carlín *et al.*, 2008; Hutchins, Duellman & Schlager, 2003) aunque en estudios como los de Weber y González (2003) se menciona que pueden pesar entre 66-88 lb. El color del pelaje es monótono, de marrón claro a oscuro y pardo rojizo en el dorso haciéndose un poco más claro en la zona del vientre; el final de la cola es de color blanco y las crías presentan una coloración similar, pero con lunetas blancas que se extienden a lo

largo de la espalda (Carlín *et al.*, 2008; Hutchins, Duellman & Schlager, 2003; Geist, 1998). El cuerpo es robusto, a veces un poco esbelto, las extremidades son delgadas, y la parte posterior es arqueada. Sus cornamentas son simples, sin ramificar normalmente de entre 5-9.6 cm de longitud, las mudan anualmente y son gruesas en la base mientras adelgazan al llegar a la punta (Ceballos y Oliva, 2005; Gallina, 2005; Medellín, 2005).

La presencia de *M. temama* se ha relacionado con la precipitación, la elevación sobre el nivel del mar, la pendiente del terreno, la isothermalidad y la orientación de laderas; en cuestiones de escala de paisaje, se ha determinado que la abundancia y uso de hábitat de éstos tienen relación con las variables del paisaje natural, pero se encuentran más relacionados a variables de origen humano, principalmente la presión de cacería (Contreras, de la Cruz, Bello e Hidalgo, 2016; Serna, López, Cervantes, Gallegos, Cortez, Zalazar y Salazar, 2014). *M. temama* prefiere áreas bien conservadas de selvas altas perennifolias y medianas subperennifolias, bosques mesófilos de montaña y puede llegar hasta algunos bosques templados de pino encino (Contreras, de la Cruz, Bello e Hidalgo, 2016). Sin embargo, puede llegar a ser visto en vegetaciones secundarias y cultivos que se encuentren cercanos a los fragmentos de vegetación mejor conservada (Bello, Reyna y Wilham, 2009; Weber y Medellín, 2009). Se sabe que habita en bosques tropicales, bosques nubosos y cerrados; puede ser un especialista en hábitat en partes de su distribución, donde se da una preferencia por selva tropical prístina (Weber & Gonzalez, 2003).

Para el 2003, de acuerdo a Weber y Gonzales, *M. temama* era ya considerado DD o “Datos Deficientes” (Data Deficient) por la IUCN y hasta la actualidad sigue siendo considerado dentro de esta categoría, lo que significa que hay muy poca cantidad de información acerca de esta especie como para poder hacer una evaluación de su riesgo de extinción y/o estado de la población. A pesar de que al encontrarse dentro de esta categoría puede que haya sido bien estudiado, y su biología sea bien conocida, aún faltan datos apropiados sobre abundancia y/o distribución (Bello *et al.*, 2016).

#### *Mazama pandora* (Merriam 1901)

Especie de tamaño mediano. Su pelaje es de color marrón uniforme a gris marrón, tornándose más pálido a blanquecino a medida que se acerca al vientre, es relativamente corto y escaso; el rostro es relativamente ancho, corto y cónico; las orejas, por su parte, son relativamente

cortas para el género (Groves & Grubb, 2011; Weber & Medellín, 2009). Puede llegar a pesar entre 33-44 lb aproximadamente, siendo este más pequeño que *M. temama* (Weber y Gonzalez, 2003). Las astas de esta especie son muy distintivas, con bases muy distantes entre sí y pedicelos masivos que presentan surcos profundos a menos que éstas estén muy desgastadas; son muy largos para el género (Groves & Grubb, 2011). Existe dimorfismo sexual en la especie, no presente en otras del género, y se observa en la constricción postorbital de los machos, que es mucho mayor que en las hembras (Ceballos y Oliva, 2005; Medellín, 2005).

*M. pandora* es un generalista de hábitat que utiliza una amplia variedad de tipos de hábitats en toda su área de distribución (Weber y Medellín, 2009). De acuerdo a Weber y Gonzalez (2003) es posible encontrarlo en bosques tropicales semi-caducifolios y bosques tropicales inundables. La especie ocupa la península de Yucatán al sureste de México (Weber & Medellín, 2009) y es actualmente considerada endémica únicamente para la selva maya (Yucatán, Petén y Belice) (Conap, 2015). Aunque esta región ha experimentado un nivel moderado de fragmentación y modificación del hábitat, evidencias recientes indican que la distribución histórica y actual posiblemente no difieren mucho. *M. pandora* es simpátrica con *M. temama* únicamente en las zonas del sur, de bosque tropical lluvioso, aunque la especie se encuentra al norte de Guatemala y Belice de acuerdo a registros de fotocapturas y especímenes de colección (Soto, 2003; Moreira y colaboradores, 2008; Estrada, 2009; CDC, 2014; CONAP, 2015).

### **Reserva de la Biosfera Maya (RBM)**

La RBM se ubica al norte del departamento de Petén, representa cerca del 20% del territorio de Guatemala, más del 60% de todas las áreas protegidas declaradas del país y cerca del 60% del área total del departamento de Petén (CONAP, 2007; CONAP, 2015). Cuenta con una extensión total de 2,083,495 ha (hectáreas) y un perímetro de 782.92 km (CONAP, 2007; CONAP, 2015; Oliva, 2006). Fue declarada como área protegida en febrero de 1990, por el Decreto No. 5-95 del Congreso de la República de Guatemala bajo la categoría de Reserva de la Biósfera y queda bajo la supervisión de CONAP según lo establecido en el Decreto 4-89 del Congreso, esto con el objetivo de garantizar la permanencia del patrimonio natural y culturas de importancia mundial (Oliva, 2006; Tattenbach *et al.*, 2000; CONAP, 2013;



CONAP, 2015). Todo ello mediante la combinación de actividades para la conservación y uso de los recursos naturales y culturales (CONAP, 2015).

Se encuentra en las jurisdicciones de seis municipios: La Libertad, Las Cruces, San Andrés, San José, Flores y Melchor de Mencos y actualmente la RBM es el área protegida más extensa de Centroamérica, formando parte de la Selva Maya que se extiende a lo largo de Guatemala, Belice y México, por lo que presenta distintas conexiones: al norte con la Reserva de la Biósfera Calakmul (México); al suroeste con la Reserva Montes Azules (México); al noreste con el Área de Conservación Río Bravo (Belice); y al sureste con el Complejo III Chiquibul-Montañas Mayas (Guatemala) (CONAP, 2007). Además, cuenta con dos humedales incluidos en la Lista Ramsar por su importancia internacional: Laguna del Tigre, la cual constituye la mayor concentración de humedales de agua dulce de Mesoamérica, y el Parque Nacional Yaxhá-Nakum-Naranjo que es un sistema lagunar y de bajos. En la RBM se encuentra la mayor área de anidamiento de guacamaya roja y es también refugio de especies como el jaguar (*Panthera onca*), jabirú (*Jabiru mycteria*), tortuga blanca (*Dermatemys mawii*), cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*), y el tapir (*Tapirus bairdii*) (CONAP, 2015).

La RBM está constituida por bosques que pueden ser desde perennifolios hasta caducifolios, cuenta con cuatro tipos de hábitats terrestres, entre los que se encuentran el bosque latifoliado bajo y sabanas inundables (CONAP, 2015). La zonificación de la RBM incluye tres zonas: la Zona Núcleo (ZN), que está completamente reservada a la protección estricta de los elementos de conservación y se encuentra conformada por el Biotopo protegido Cerro Cahuí, Biotopo protegido Laguna del Tigre - Río Escondido, Biotopo protegido Naachtún-Dos lagunas (BPNDL), Biotopo protegido San Miguel-La Palotada (El Zotz) [BPSMPZ], Parque Nacional Mirador-Río Azul, Parque Nacional Laguna del Tigre, Parque Nacional Sierra del Lacandón y Parque Nacional Tikal (PNT) (CONAP, 2015; Oliva, 2006); la Zona de Usos Múltiples (ZUM), destinada al desarrollo de actividades de aprovechamiento de uso sostenible que permitan la protección efectiva del área y por último la Zona de Amortiguamiento (ZAM) que es utilizada para aliviar la presión antrópica sobre la RBM mediante la estabilización de los usos de la tierra (CONAP, 2007; CONAP, 2015; Oliva, 2006, Tattenbach *et al.*, 2000).

De acuerdo a CONAP (2015) la RBM ha manteniendo cerca de un 70% de su cobertura forestal, para un total de 1,470,952.80 ha de bosque. A pesar de ello, partes de la reserva siguen registrando importantes pérdidas debido, principalmente, al cambio de uso del suelo y degradación por incendios, por lo que los niveles de amenaza se mantienen altos y es probable que estos incrementen en corto y mediano plazo (CONAP & WCS, 2015). Además, la expansión de caminos y asentamientos afecta el territorio de la RBM, lo que determina en gran medida el incremento de la deforestación (CONAP, 2015).

## Justificación

Guatemala es considerada como un país mega-diverso, por lo que es de importancia conocer acerca de la diversidad de especies que posee, y este es el punto de partida de muchas acciones que se pueden tomar para conservar esta diversidad (CONAP, 2006). De acuerdo a la información que se puede recabar de las especies guatemaltecas en cuanto a su biología, comportamiento, ecología, entre otros, se pueden crear medidas activas para la protección y conservación de las mismas y sus hábitats.

Los venados temazates o cabritos, como comúnmente se les conoce en Mesoamérica (*Mazama temama* y *M. pandora*), por ser un género descrito desde principios del siglo XX (Allen, 1915), sigue habiendo controversia acerca de cuántas especies lo conforman, pero estudios realizados en el área confirman que a lo largo de la Península de Yucatán existen en la actualidad cuatro especies de venados: cola blanca (*Odocoileus virginianus*), bura (*Odocoileus hemionus*), temazate rojo o cabro colorado (*Mazama temama*) y temazate café/gris o cabro bayo (*M. pandora*) (Medellín y colaboradores, 1998; Baur, 1999; Ceballos y Oliva, 2005; Bello, Reyna y Wilham, 2009; García, González, Aguilera, Guzmán y Nuñez, 2018; Moreira y colaboradores, 2019). En Guatemala, a pesar de la cercanía con la Península de Yucatán, únicamente se contaba con registros de cabro colorado y cola blanca (García, 2006; MacCarthy & Pérez, 2006) reportados oficialmente; aunque en otros estudios como los realizados por Baur (1999), Soto (2003), Moreira y colaboradores (2008) y Estrada (2009) se mencionaba su presencia. En años más recientes, registros en el CDC desde 1998-2008 (CDC, 2019) y estudios como los de Moreira y colaboradores (2019) han reportado la presencia e incluso fotocapturas de cabro bayo y se ha evidenciado cambios en la frecuencia

a lo largo de los últimos años a partir de estos registros (Paz-Barillas, 2018). Se han observado individuos del cabro bayo en ciertas áreas de la RBM; sin embargo, no se han hecho estudios a fondo sobre la distribución u ocupación de esta especie, por lo que el obtener información contribuiría al conocimiento faunístico del país. También contribuiría a determinar sitios en donde este se encuentre (Biotopos Protegidos y Parques Nacionales dentro de la Reserva de la Biosfera Maya) debido a que nuevos registros fortalecen los intentos por conservar estas áreas y su biodiversidad.

El cabro bayo (*M. pandora*) es considerado vulnerable ya que existe un descenso continuo de la población, además de los bosques tropicales en los cuales habita (Weber & González, 2003) que se estima que sea un aproximado del 30% en los últimos 18 años (Weber, de Grammont & Cuarón, 2016). Es por ello que su estudio es considerado como una prioridad para la investigación, ya que no se cuenta con muchos datos, por lo que no existe información certera sobre su susceptibilidad a las amenazas que existen dentro de su área de distribución, como podrían ser la caza y captura de estos individuos (Weber *et al.*, 2016). *M. temama*, por su parte, es incluso considerado “Deficiente de datos” por la IUCN (Bello, Reyna & Schipper, 2016; Bello, Reyna & Wilham, 2009) y al ser considerado una especie con preferencias de hábitat prístino se encuentra bajo mucha presión cinegética y de cambio de uso de suelo, por lo tanto, es posible que sus poblaciones se vean afectadas. Por lo anterior, es de gran importancia su estudio en el territorio guatemalteco, ya que únicamente ha sido mencionado en estudios de otras especies, mas no propios (CDC, 2014), lo que implica un vacío de información respecto a esta especie en nuestro territorio.

La investigación en cuestión puede funcionar como herramienta para reforzar el intento por la protección de fauna guatemalteca, ya que las especies cinegéticas son un elemento natural de conservación en el plan maestro de la RBM, y aunque estas especies no aparecen directamente, al ser cinegéticas, deberían ser tomadas en cuenta para la conservación y manejo. Además, aportará nueva información sobre las especies previamente mencionadas y su ocupación (presencia o ausencia en el área), lo que podría ser utilizado como metodología de análisis de la información de monitoreo de fauna existente en la RBM y de esta manera, poder evaluar el estado de conservación de las especies lo que podría dar indicios sobre el estado de la biodiversidad en las áreas de estudio, que puede ser utilizada no solamente para

su conservación y manejo sino para un posterior seguimiento de éstas y estudios sobre su presencia, comportamiento y estado en la RBM.

## Objetivos

### General:

Aportar información sobre especies del género *Mazama* en la Reserva de la Biosfera Maya, Guatemala.

### Específicos:

- ✓ Desarrollar los modelos nulos de ocupación (probabilidad de ocupación y detectabilidad constantes) de dos especies del género *Mazama* en la RBM.
- ✓ Determinar los mejores modelos de ocupación, incluyendo covariables climáticas y del paisaje, para ambas especies de *Mazama* en los Biotopos Protegidos Dos Lagunas y San Miguel La Palotada (El Zotz) y los Parques Nacionales Tikal y Yaxhá-Nakum-Naranjo, dentro de la Reserva de la Biosfera Maya (RBM).
- ✓ Proyectar la ocupación dentro de la RBM para ambas especies del género *Mazama* de acuerdo a los modelos con covariables.

## Metodología

### Áreas de estudio

Las áreas designadas para el estudio fueron cuatro: los Biotopos Protegidos “Naachtun– Dos Lagunas” y “San Miguel La Palotada– El Zotz” y los Parques Nacionales Tikal y Yaxhá-Nakum-Naranjo (PNYNN) [Figura 1]. Los dos BP son administrados por el Centro de Estudios Conservacionistas (CECON) (CONAP, 2015). El BP Dos Lagunas cuenta con 307.19 km<sup>2</sup>; este provee conectividad para el flujo de fauna, flora, y material genético entre México, Belice y Guatemala (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Ministerio de Cultura y Deportes-Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural y Centro de Estudios Conservacionistas, 2009). En el biotopo existen al menos 220 especies de plantas y 39 especies de mamíferos registrados (CONAP, 2015). Por su parte el BP San Miguel La Palotada– El Zotz, se encuentra ubicado en el municipio de San José (Petén); tiene un área

de 349.34 km<sup>2</sup> y lo atraviesa una serranía de sur a norte (CECON, 1999). Dentro del biotopo se registran al menos 130 especies de plantas y unas 50 especies de mamíferos, dentro de los que se encuentran el cabro bayo y el colorado, los cuales además son considerados como poblaciones silvestres vulnerables (CONAP, 2015; CECON, 1999).

El Parque Nacional (PN) Tikal, otra de las localidades utilizadas durante el estudio, es administrado por el Ministerio de Cultura y Deportes (MICUDE), Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural y el Instituto de Antropología e Historia (IDAEH). El Parque cuenta con un área total de 575.83 km<sup>2</sup> y se encuentra al noreste del departamento de Petén, en jurisdicción de los municipios de Flores y San José. Este fue el primer sitio reconocido por UNESCO en 1979 como Cultural y Natural de la Humanidad (MICUDE, 2003). El Consejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP- y el MICUDE son los encargados del Parque Nacional Yaxhá – Nakum – Naranjo, última de las localidades utilizadas. Este se encuentra localizado al este del PN Tikal y cuenta con 371.6 km<sup>2</sup> de selva y con más de 40 especies de mamíferos entre los que se pueden mencionar los ciervos del género *Mazama* (CONAP, MICUDE, DGPCyN y TCN, 2006).

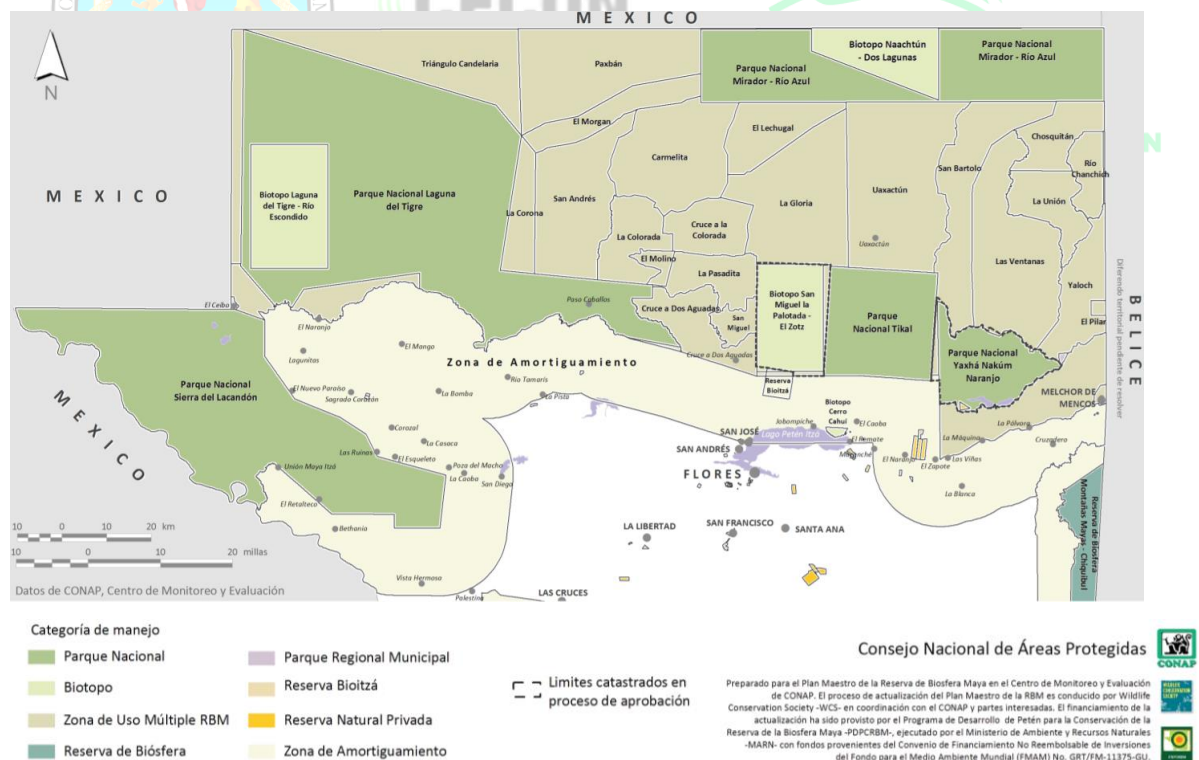


Figura 1. Zonificación de la RBM al 2015. Fuente: Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 2015.

## Técnicas de Recolección y Análisis de Datos:

### Registro de fotocapturas

Las fotocapturas fueron obtenidas de la base de datos perteneciente al CDC de los años 2016 al 2018. Para el registro de las fotocapturas fue utilizado el protocolo propuesto por el Programa para la Conservación del Tapir y su Hábitat en Guatemala del CECON y la Fundación Defensores de la Naturaleza (FDN), y el proyecto Digi 2.03 del 2017. Esta metodología se basa en la proyección de una cuadrícula con celdas de 6 km<sup>2</sup> en un mapa para el establecimiento de los sitios de muestreo (Centro de Estudios Conservacionistas y Fundación Defensores de la Naturaleza, 2016).

Durante los años 2016 y 2017 fueron empleadas cámaras-trampa marca Bushnell® modelo Trophycam de 14MP Intrussor No Glow. En los sitios que no eran aguadas fue colocada una cámara por celda, mientras que en cada aguada se instalaron dos cámaras. La primera de ellas orientada hacia el centro del espejo de agua, a una altura aproximada de 1.80 m en un árbol ubicado en el margen. Estas fueron programadas para que se capturara 1 foto por evento, 1 s de intervalo entre eventos de captura, con función de captura por el sensor activada las 24 h. Además, otra cámara fue colocada en las aguadas con el objetivo de registrar visitas de vertebrados medianos y mayores a aguadas (García *et al.*, 2016), éstas eran del mismo modelo, y fueron instaladas a una altura de 40 cm aproximadamente, orientadas hacia el margen de la aguada, con una resolución de 14MP, 1 foto por evento de captura, 1 s de intervalo entre eventos de captura, con la función de captura por el sensor activada las 24 h. El muestreo se realizó durante el cambio de la estación seca a la lluviosa de abril a agosto (García *et al.*, 2018).

Durante el 2017 en el PN Tikal fueron colocadas 6 estaciones con cámaras y 5 en el 2018. En el caso del PN Yaxhá-Nakum-Naranjo en el que únicamente se muestreó durante el 2018, se colocaron 5 estaciones con cámaras trampa, pero debido a que fueron robadas 2 de ellas, únicamente se obtuvieron fotocapturas de 3 de ellas.

Al ser depuradas las fotografías, estas fueron procesadas utilizando el programa Camera Base versión 1.7 (Tobler, 2013) para la generación de una base de datos con información sobre: lugar, aguada, fecha, hora, estación o cámara, especie, sexo y número de individuos. Estos datos fueron exportados a hojas de cálculo electrónicas. A partir de ello se determinaron los

eventos de captura independientes (imágenes de la misma especie separadas por un intervalo mayor a una hora, imágenes consecutivas de diferentes especies e imágenes de diferentes individuos) (Tobler, Carrillo, Pitman, Mares, & Powell, 2008). A partir de la identificación de los eventos independientes se realizó una revisión de cada uno de ellos para determinar que la especie estuviese identificada correctamente, realizando algunos cambios pertinentes cuando fue necesario y revisando el número de individuos por cada evento.

### **Análisis de ocupación**

Para el procedimiento fue utilizado un modelo de ocupación de sitio, estimando la probabilidad de ocupación ( $\psi$ ) en cada sitio (es decir, la probabilidad de presencia [1] o ausencia [0]) y la probabilidad de detección ( $p$ ). Se comenzó con la elaboración de historiales de captura, es decir, cuadros en los que se registró la presencia (1) o ausencia (0) de la especie en cada uno de los sitios. Los historiales de captura se realizaron tomando en cuenta los días en que las especies recorren su rango de hogar, pero debido a la falta de información en la literatura, se decidió utilizar un periodo de 10 días con base en otros estudios de ocupación con ungulados y *Mazama temama* (Duquette, Belant, Svoboda, Beyer & Albright, 2014; Jordan, Schank, Urquhart & Dans, 2016; Meyer, Moreno, Sutherland, de la Torre, Esser, Jordan *et al.*, 2019); con esta información se separaron los registros de 10 días en 13 ocasiones de muestreo. Estos historiales de captura fueron realizados tomando en cuenta como variable de detectabilidad el año, por lo que para cada año en cada sitio se tenía la presencia o ausencia del registro. Los historiales de años distintos fueron incluidos en un análisis de una sola temporada.

Estos historiales fueron ingresados al programa Presence 2.12.33 para estimar la probabilidad de ocupación (Hines, 2006). Para la realización de los modelos se tomó en cuenta el efecto ambiental, mediante el uso de covariables en las probabilidades de ocupación en cada celda utilizando un modelo logístico para una sola temporada como describe MacKenzie (2005), asumiendo que la detectabilidad es constante en todos los sitios. Las covariables seleccionadas fueron las de ambiente de WorldClim – Global Climate Data, distancia al borde y la distancia a la deforestación (Fick & Hijmans, 2017). Debido a que las covariables climáticas eran demasiadas se decidió realizar un análisis de correlación sencillo para

determinar las más relacionadas entre sí y descartar una de las dos (la que presente menos relación con la biología de la especie), a partir de ello fueron seleccionadas 9 covariables (Tabla 1). Al obtener las covariables climáticas definitivas se extrajo los valores de cada una de ellas para todos los sitios de muestreo.

**Tabla 1**

*Covariables climáticas utilizadas.*

<b>Siglas</b>	<b>Significado</b>
BIO3	Isotermalidad (BIO2/BIO7) (* 100)
BIO4	Estacionalidad de la temperatura (desviación estándar *100)
BIO5	Temperatura máxima del mes más cálido
BIO8	Temperatura media del cuarto más húmedo
BIO9	Temperatura media del cuarto más seco
BIO13	Precipitación del mes más húmedo
BIO15	Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación)
BIO17	Precipitación del cuarto más seco
BIO18	Precipitación del cuarto más cálido

En el caso de la covariable de distancia al borde se emplearon los mapas de dinámica de la cobertura forestal desarrollados por Hansen y colaboradores (2013). Este mapa se transformó a un mapa binario en el que se determinaron las áreas con cobertura y áreas sin cobertura para el año 2018 con valores de 0 y 1. Este mapa se complementó con el mapa de cobertura específicamente de Guatemala del 2016, ya que ciertas partes del mapa se presentaban con algunos vacíos, de esta forma se creó un mapa más adecuado a la cobertura forestal actual de la RBM. El mapa resultante fue reclasificado empleando el programa de análisis morfológico del patrón espacial (MSPA) del programa Guidos versión 2.8, la cual permite clasificar una imagen en siete clases de acuerdo a su patrón espacial en: núcleo, borde, puente, brazo, perforación, lazo e isla. Después fueron extraídas todas las celdas identificadas como borde para ser utilizadas como polígono. A partir de esto y con ayuda de la herramienta Cost distance de ArcMap 10.3 se determinó la distancia al borde de toda el área de la RBM (Figura



3). Como último paso se procedió a extraer los valores de la distancia al borde de cada uno de los sitios de muestreo.

Para la obtención de los valores de distancia a la deforestación, fue también utilizada la capa de pérdida de dinámica forestal de Hansen y colaboradores. En el programa ArcMap se extrajeron los datos de pérdida para el 2018, los cuales fueron transformados a formato vectorial (polígono), y por último, de nuevo a formato ráster. Luego de ello a esta capa se le aplicó la herramienta Cost distance para obtener los valores de cada sitio de muestreo, como se realizó con la capa anterior de distancia a borde (Figura 2). Luego de extraer los valores de todas las covariables en cada uno de los sitios de muestreo se elaboró una base de datos similar a la de los historiales de captura en la que se separaron los sitios por año. Para cada uno de los años se colocaron los valores extraídos para cada covariable en columnas y los sitios para cada año en las filas.

La base de datos fue preparada en Presence, por especie tomando en cuenta las 11 covariables seleccionadas. Se corrió el modelo nulo (ocupación y detectabilidad constantes), y posterior a ello los demás modelos, los cuales fueron evaluados con base al AIC (Akaike information criterion) que sirve como una medida de la calidad relativa de un modelo estadístico, considerando el menor valor como el modelo más ajustado a los datos (Burnham, Anderson & Huyvaert, 2011). Los valores de los modelos más ajustados a los datos de cada una de las especies fueron graficados en ArcMap para cada uno de los sitios.

Como último paso se procedió a utilizar el mejor modelo ajustado a los datos para *M. pandora* como base en la proyección de la ocupación dentro de la RBM. Para este procedimiento se realizó una cuadrícula que abarcara el área en la que los sitios de muestreo se encontraban; ésta se convirtió en formato ráster para la creación de puntos dentro de la cuadrícula que servirían como sitios para obtener la ocupación de la especie en el área. Luego de extraer los valores de las covariables del mejor modelo (Distancia a la deforestación y BIO13) se procedió a crear una base de datos para su ingreso a Presence. Esta base consistía del historial de captura utilizado anteriormente y 5441 puntos más que habían sido creados mediante la cuadrícula, y los datos extraídos de las covariables. Al ingresar los datos en Presence se corrió el modelo y fueron obtenidos los valores de ocupación para cada uno de los puntos del área dentro de las cuatro zonas núcleo. Estos valores fueron graficados en ArcMap para la

visualización de la proyección de ocupación de *M. pandora* en las cuatro zonas núcleo (Figura 4).

## Resultados

A través del muestreo con las trampas cámara se obtuvieron un total de 1354 registros desde el 2016 al 2018 para ambas especies del género; 166 de estos registros son independientes. De los registros independientes 21 pertenecen a *M. pandora* y 136 a *M. temama* y los restantes 10 registros no pudieron ser identificados a nivel de especie. A partir de los datos se obtuvieron los mejores 10 modelos para cada una de las especies (incluyendo el modelo nulo).

### *M. pandora*

El modelo nulo para esta especie tuvo un valor de AIC de 146.54 (Tabla 2). El modelo que mejor se ajusta a los datos fue la combinación de dos covariables, distancia a la deforestación (Figura 2) y la precipitación del mes más húmedo BIO13, con un valor de AIC de 143.17. Se observa que la covariable encontrada en la mayoría de los modelos es la de distancia a la deforestación, seguida de distancia al borde (Figura 3) y la precipitación del mes más húmedo. Las covariables que se encontraban en los demás modelos que obtuvieron menor puntuación que el nulo fueron: BIO3 isothermalidad (índice de variabilidad de la temperatura / la razón del rango diurno promedio con respecto al rango anual), BIO8 temperatura media del trimestre más húmedo, BIO13 precipitación del mes más húmedo, BIO15 estacionalidad de la temperatura: desviación estándar de la temperatura media mensual \* 100 en cada estación y BIO17 precipitación del trimestre más seco.

**Tabla 2**

*Modelos empleados para la estimación de ocupación de M. pandora en las cuatro zonas núcleo de la RBM.*

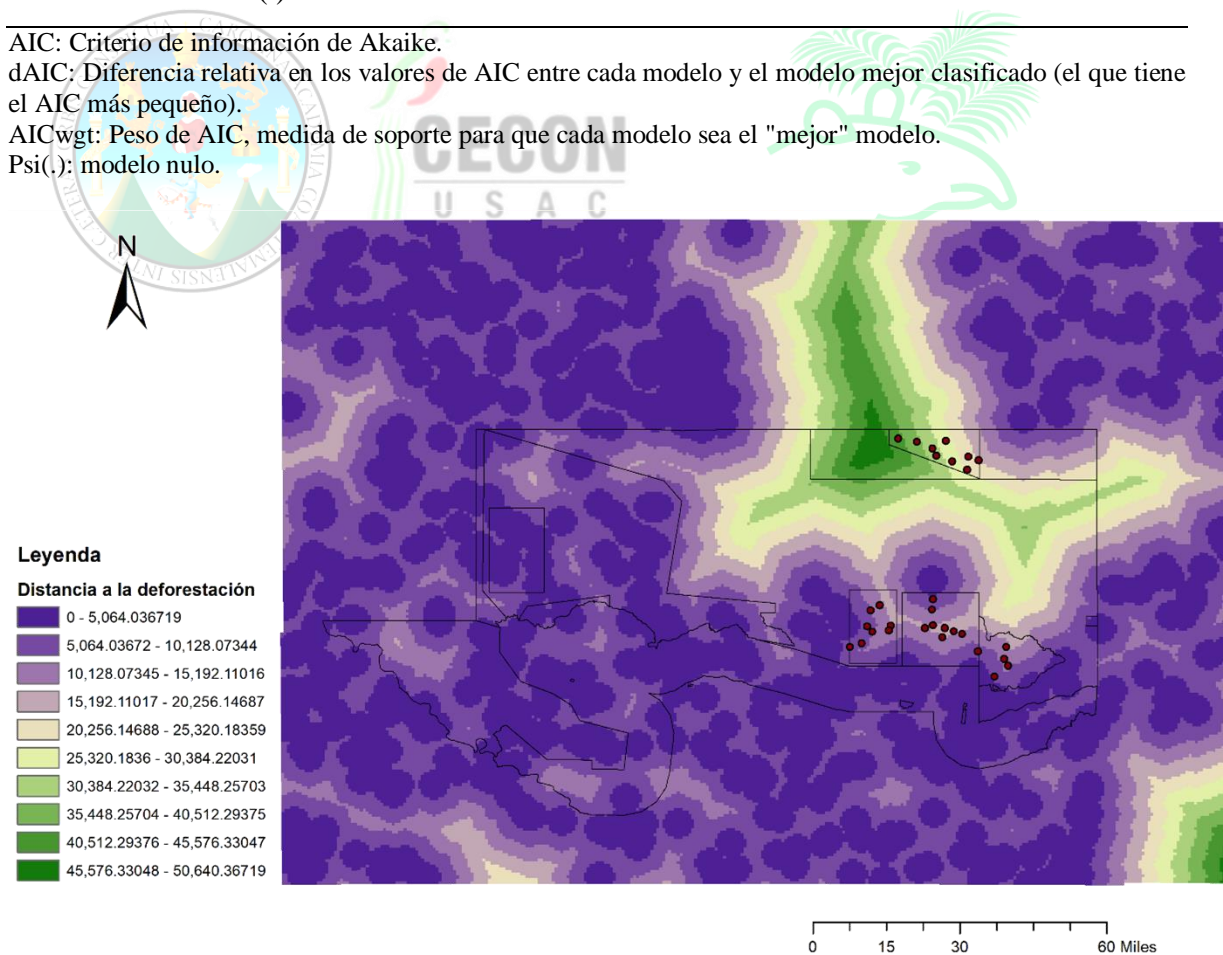
Modelo	AIC	dAIC	AICwgt
Psi(DistDeforestación+BIO13)	143.17	0.00	0.0585
Psi(DistDeforestación)	143.20	0.03	0.0576
Psi(DistDeforestación+DistBorde)	143.42	0.25	0.0516
Psi(DistDeforestación+BIO17)	143.72	0.55	0.0444
Psi(DistDeforestación+BIO8)	143.77	0.60	0.0433
Psi(DistDeforestación+BIO3)	144.08	0.91	0.0371
Psi(DistBorde+BIO13)	144.50	1.33	0.0301
-Psi(BIO15)	144.63	1.46	0.0282
Psi(DistDeforestación+BIO9)	144.71	1.54	0.0271
Psi(.)	146.54	3.37	0.0108

AIC: Criterio de información de Akaike.

dAIC: Diferencia relativa en los valores de AIC entre cada modelo y el modelo mejor clasificado (el que tiene el AIC más pequeño).

AICwgt: Peso de AIC, medida de soporte para que cada modelo sea el "mejor" modelo.

Psi(.): modelo nulo.



*Figura 2. Covariable distancia a la deforestación en la RBM. Fuente: Elaboración propia, 2019.*

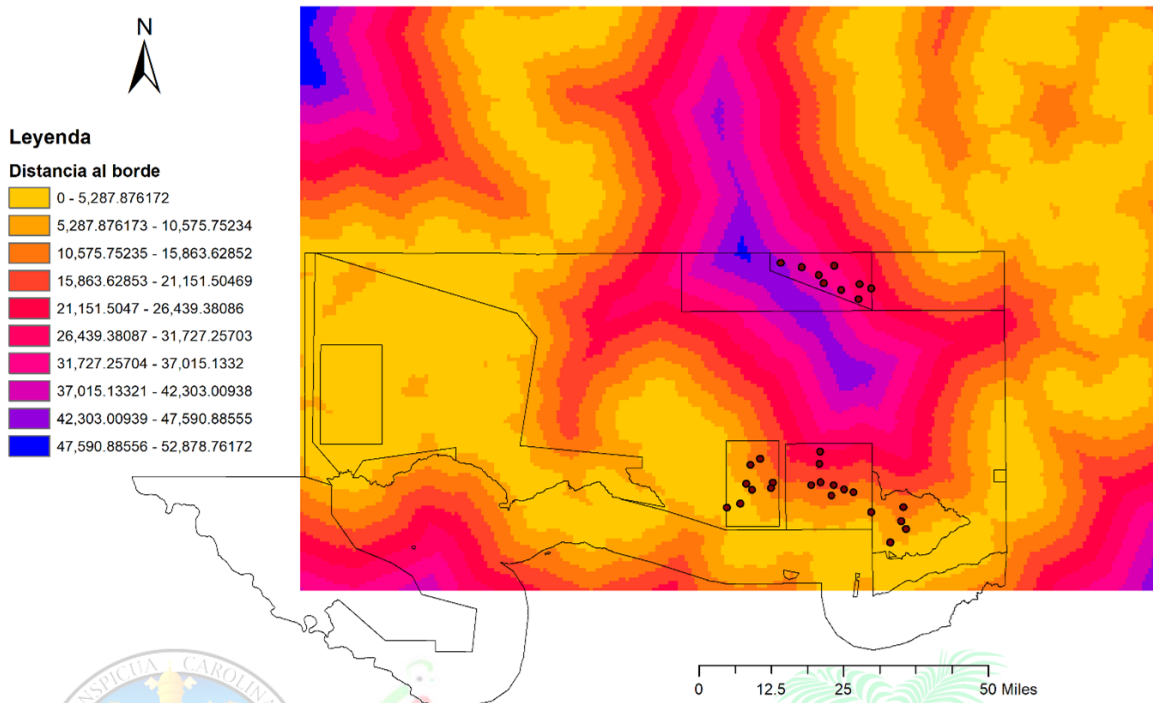


Figura 3. Covariable distancia al borde en la RBM. Fuente: Elaboración propia, 2019.

Al obtener las estimaciones de la probabilidad de ocupación y graficar el modelo mejor ajustado a los datos (distancia a la deforestación+BIO13) de *M. pandora* para el año 2016, se observa que la ocupación presenta valores desde 0.083900 a 0.880700, sin obtener valores de 1 en las cuatro zonas núcleo (Figura 4). En área del BPDFL se encuentran los sitios con mayores valores de ocupación que en las demás zonas núcleo. Para el año 2017 en el que ya se incluyen datos del PNT se siguen observando una mayor cantidad de sitios con valores de probabilidad de ocupación altos en el área del BPDFL y estos oscilan entre 0.025600 y 0.880700. En el año 2018 ya se incluyen datos de ambos parques nacionales y se observa el mismo patrón en el que los valores más altos de ocupación se encuentran en los sitios del BPDFL.

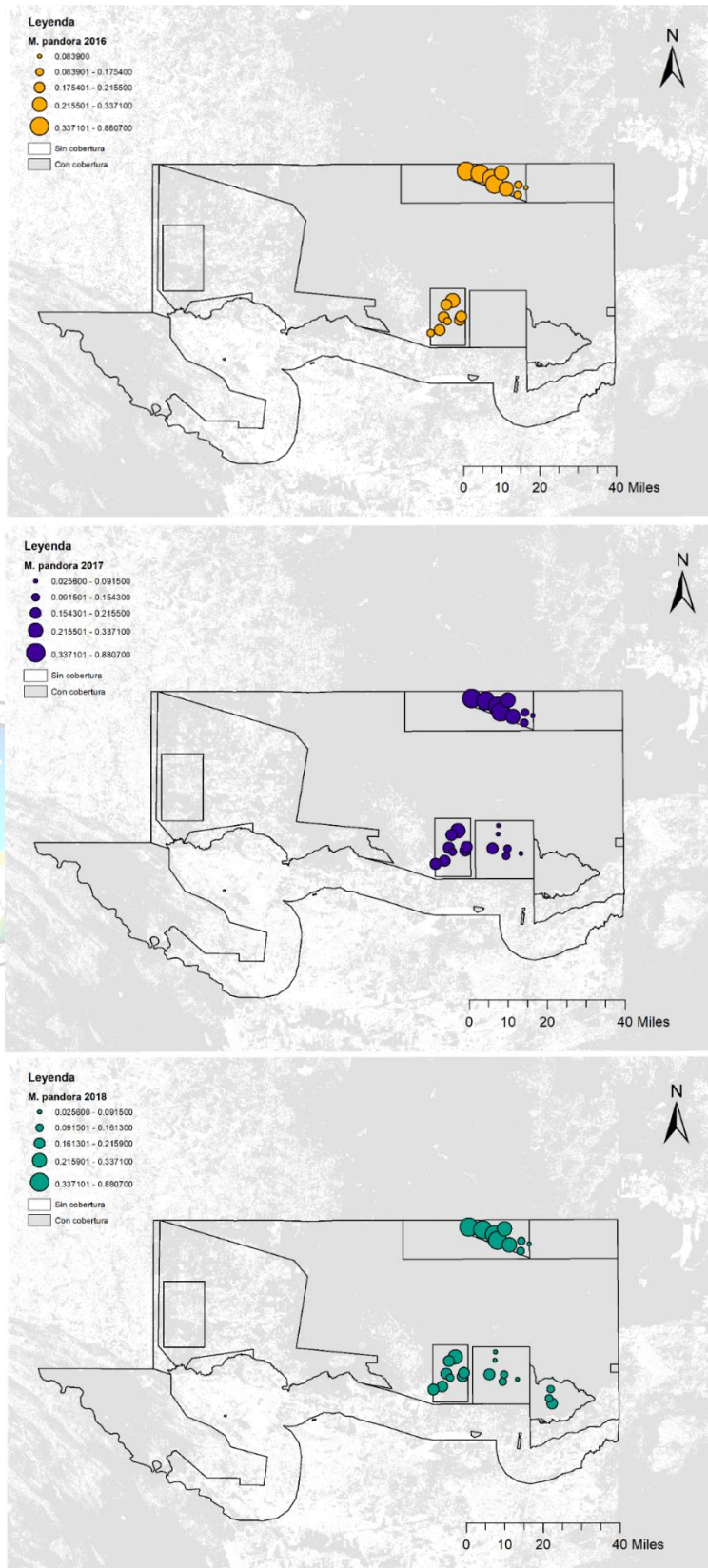


Figura 4. Mapas de ocupación 2016-2018, modelo mejor ajustado a los datos [ $\Psi(\text{DistDeforestación} + \text{BIO13})$ ], dentro de las cuatro zonas núcleo para *M. pandora*.

En el caso de *M. pandora*, con el modelo más ajustado a los datos se obtuvo una proyección de su ocupación en el área que abarca las cuatro zonas núcleo, en cercanía a los sitios de muestreo (Figura 5). En la proyección se observa una mayor ocupación de la especie en el área norte de la RBM cercana a la Península de Yucatán, específicamente en el área del Parque Nacional Mirador Río Azul y El Lechugal. En el resto del área en la que se proyectó su ocupación, los valores que se muestran son menores a 0.2569. De las cuatro zonas núcleo, la que muestra una ocupación más alta es el BPNDL, el siguiente con mejor ocupación es el BPSNPZ, seguido de PNYNN y por último el PNT. Al comparar la capa de la proyección de ocupación con aquella de la distancia a la deforestación se observa cómo los patrones coinciden de gran manera, mostrando una fuerte relación con esta a pesar del efecto de la covariable ambiental de precipitación del mes más húmedo.

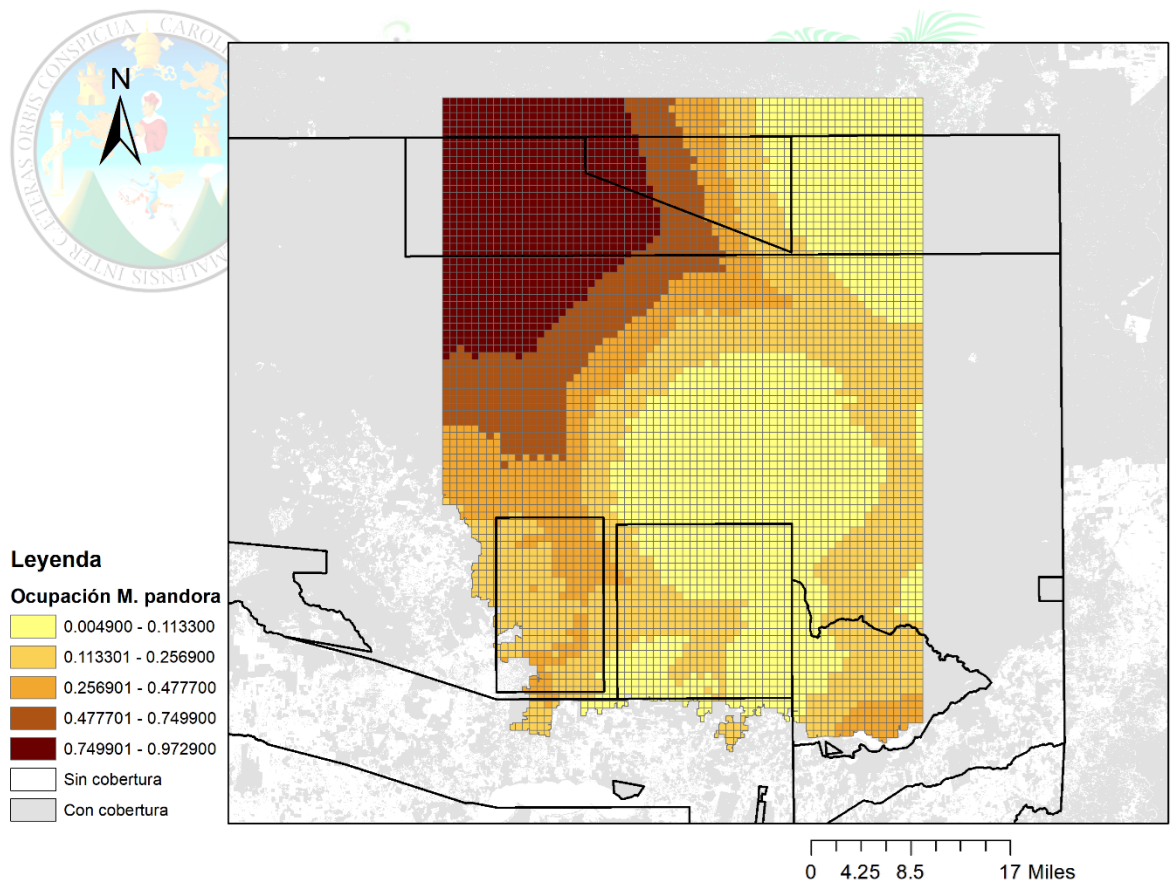


Figura 5. Mapa de proyección de ocupación, modelo mejor ajustado a los datos, dentro de las cuatro zonas núcleo para *M. pandora*.

### *M. temama*

Para *M. temama* el modelo nulo tuvo un valor de AIC de 413.56 (Tabla 3), en este caso los demás modelos de ocupación no obtuvieron valores menores al nulo. De los primeros diez modelos después del nulo, el que obtuvo menor valor fue el de la covariable distancia al borde con un valor de 413.75 de AIC. Los siguientes modelos en su mayoría contenían covariables climáticas y únicamente tres modelos con covariables del paisaje estuvieron entre los primeros diez. Cabe mencionar que la mayoría de modelos contenían únicamente una covariable, a diferencia del caso de *M. pandora* en la que la mayoría de los mejores modelos eran una combinación de las mismas.

**Tabla 3**

*Modelos empleados para la estimación de ocupación de M. temama en las cuatro zonas núcleo de la RBM.*

Modelo	AIC	dAIC	AICwgt
Psi(.)	413.56	0.00	0.0358
Psi(DistBorde)	413.75	0.19	0.0326
Psi(DistDeforestación)	413.97	0.41	0.0292
Psi(BIO4+BIO15)	414.05	0.49	0.0281
Psi(BIO9)	414.15	0.59	0.0267
Psi(BIO3)	414.31	0.75	0.0246
Psi(BIO8)	414.55	0.99	0.0219
Psi(BIO15)	414.58	1.02	0.0215
Psi(DistDeforestación+BIO4)	414.60	1.04	0.0213
Psi(BIO5)	414.72	1.16	0.0201

AIC: Criterio de información de Akaike.

dAIC: Diferencia relativa en los valores de AIC entre cada modelo y el modelo mejor clasificado (el que tiene el AIC más pequeño).

AICwgt: Peso de AIC, medida de soporte para que cada modelo sea el "mejor" modelo.

Psi(.): modelo nulo.

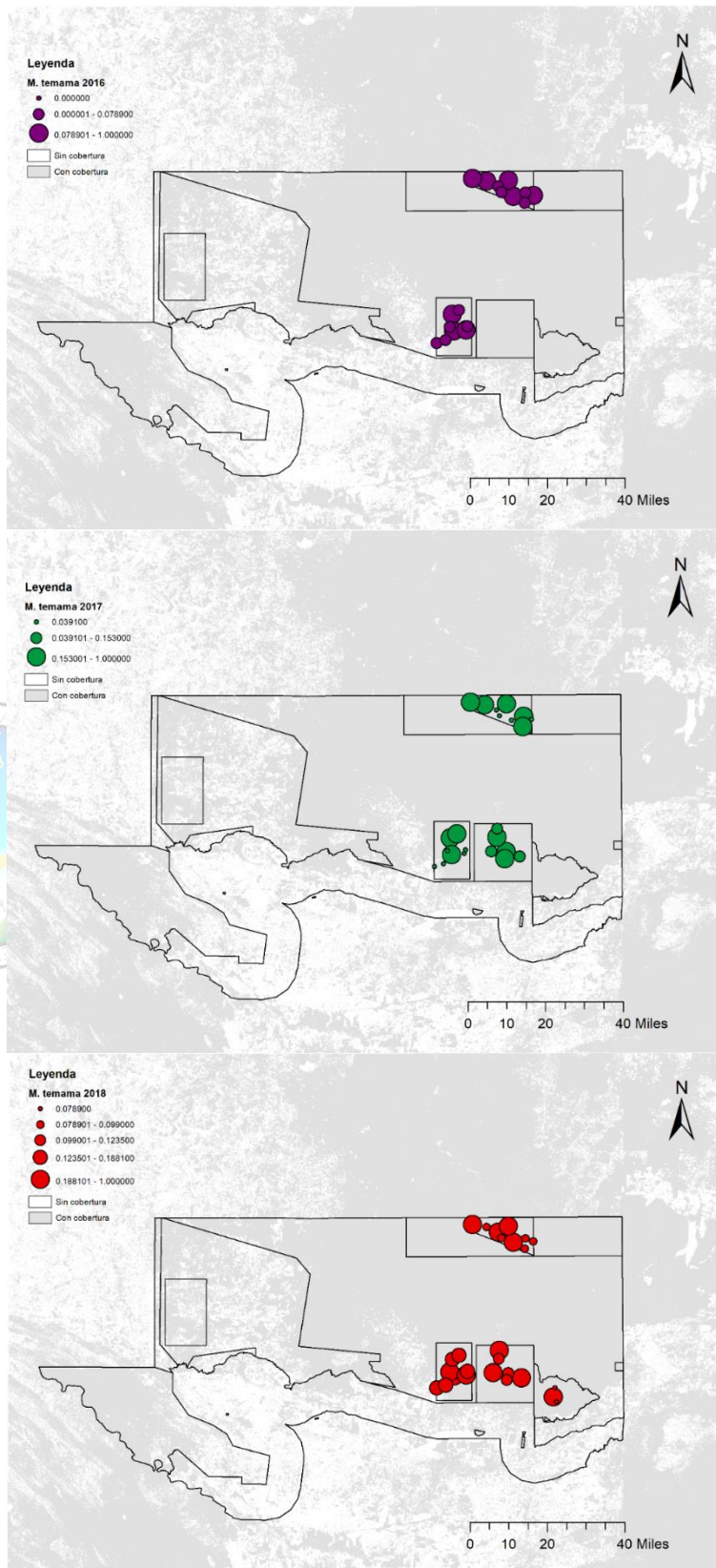


Figura 6. Mapa de ocupación, modelo mejor ajustado a los datos, dentro de las cuatro zonas núcleo para *M. temama*.



Ya que el modelo que mejor se ajusta a los datos para *M. temama* es el nulo, fue imposible realizar una proyección de su ocupación en el área donde se encuentran las cuatro zonas núcleo debido a la falta de covariables para la misma.

## Discusión

### *M. pandora*

El cabro bayo ocupa el territorio de la península de Yucatán mayormente, a pesar de haber sido encontrado en el territorio guatemalteco a lo largo de los últimos años (Baur, 1999; Soto, 2003; Estrada, 2009; Paz-Barillas, 2018; Moreira y colaboradores, 2019). Esta región de México ha sufrido fragmentación y se ha modificado el hábitat, pero aun así hay evidencia que indica que no existe mayor diferencia entre la distribución histórica de la especie con la actual por lo que se le ha considerado un generalista ya que se encuentra en hábitats desde muy húmedo a estacionalmente inundado, hasta seco y raramente inundado (Weber y González, 2003; Weber y Medellín, 2009). No es de extrañarse que su comportamiento sea similar en el territorio guatemalteco, ya que ha sido encontrado en zonas con grandes problemas de fragmentación como lo es el territorio del BPSMLPZ, a pesar de formar parte de un mismo remanente de bosque debido a su cercanía a la Zona de Usos Múltiples –ZUM– (CECON, 1999; Hodgdon, Hughell, Ramos, & McNab, 2015). Además, estudios como los de Crooks *et al* (2017), han demostrado que las especies de mamíferos terrestres con alto grado de fragmentación del hábitat dentro de sus rangos se encuentran en mayor riesgo de extinción; es evidente que la cobertura forestal afecta la ocupación de la especie en la RBM, esto demostrado en los resultados del análisis de ocupación efectuado en el programa Presence habiendo mayor ocupación en aquellos lugares cercanos a los remanentes de bosque más grandes como lo es el área del BPDFL.

Al obtener los resultados de los modelos de ocupación, la diferencia entre los dos mejores es mínima. Esto indica la influencia del factor deforestación en la ocupación de *M. pandora* dentro de la RBM. A pesar de que la precipitación es un factor influyente, parece ser bastante

constante a lo largo del área por lo que la covariable que más afecta la ocupación es la deforestación. *M. pandora* utiliza los hábitats en relación a su disponibilidad; este generalista se muestra ocupando zonas con gran presencia de bosque poco perturbado (Weber, 2008). Como se observa en la figura 1, los valores más altos de ocupación se presentan en su mayoría en la zona norte de la RBM.

La especie *M. pandora* muestra un patrón de ocupación casi idéntico a la capa obtenida de distancia a la deforestación (Figura 1), demostrando nuevamente cómo la deforestación está relacionada con la ocupación de esta especie. Hay ciertas regiones del BPSMLZ que presentan valores medios de ocupación, lo que pareciera indicar que, a pesar de la presión que tiene este BP, aún hay hábitats disponibles para la especie. Al observar el área norte de la RBM se observa cómo la gran mayoría del territorio del Parque Nacional Río Azul es una zona proyectada con los más altos valores de ocupación para esta especie, lo que indica que más estudios deben ser realizados en este territorio.

La presencia de estos cabros es mayor en áreas donde el grado de conservación de los ecosistemas naturales es relativamente alto, esto se hace evidente en el presente estudio cuando se observa el patrón de ocupación de *M. pandora* (García-Marmolejo *et al.*, 2015). Esta especie pareciera tener valores de ocupación mayores en el área norte de la RBM, en el BPNDL. Este BP es el que se encuentra más alejado de las presiones humanas y más cercano al conjunto de la Península de Yucatán. Esta área se encuentra mejor conservada y es el área de donde la abundancia de cabros bayos es mayor (por lo que se creía era endémica del lugar). Es posible que este BP esté en mejores condiciones de cobertura forestal que las demás zonas núcleo utilizadas en el estudio, por lo que la ocupación es mayor, ya que hay considerable diferencia en la deforestación dentro de la Zona Núcleo. La mayor parte de la deforestación se ha concentrado en los parques situados en la parte oeste, como lo son los parques nacionales Laguna del Tigre y Sierra del Lacandón (Hodgdon *et al.*, 2015). Por otro lado, en los parques que se encuentran más lejanos a las comunidades las tasas de deforestación han sido cercanas a cero (Hodgdon *et al.*, 2015). Por lo anterior, es posible afirmar que al conservarse de mejor manera el área se presentan condiciones que le permiten a la especie desarrollarse de buena manera.

### *M. temama*

En el caso del *M. temama*, se ha considerado un especialista pues prefiere sitios conservados. Sin embargo, en el presente estudio, a pesar de la cantidad de covariables utilizadas que se considera mucho mayor a otros, como el estudio de Meyer *et al* (2019) con únicamente 5 covariables, el mejor modelo ajustado a los datos es el nulo (Weber, 2008; Bello-Gutiérrez *et al.*, 2010). Como se observa en la tabla 3, no hubo mayor repetición de covariables en los modelos, a excepción de la distancia a la deforestación y la estacionalidad de la precipitación. Es decir que, ninguna de las covariables utilizadas explica su ocupación en el área de forma adecuada. Otros factores como el agua o los poblados, incluso incendios en el lugar son los que explican la ocupación de la especie en el lugar. Es debido a ello que no se puede hacer relación de ninguna de las variables con la ocupación de la especie.

Es posible también, que parte de este resultado haya sido afectado por las limitaciones de detalle en las capas utilizadas de las covariables, como las modificaciones que se debieron hacer a la capa de deforestación ya que no se contaba con el detalle correcto de la cobertura en el lugar. Debido a esta razón no fueron utilizadas covariables como capas de agua y distancia a caminos y poblados, ya que no son consideradas las aguadas en el caso de la capa de agua y es necesario entrar en detalle en la capa de caminos al clasificarlos. Es de vital importancia la modificación de las capas ya existentes para que puedan ser utilizadas en estudios como este y posteriores. Además, se ha observado en estudios como los de Contreras *et al* (2016) que la presencia de esta especie y el uso de hábitat tiene relación con las variables del paisaje natural, pero se encuentra más relacionada a variables de origen humano, principalmente la presión de cacería.

El estudio de Contreras *et al.* (2016) mostró que la presencia de selvas tropicales conservadas y una mayor distancia a potreros favorece la presencia de las especies del género *Mazama*. De igual forma se ha observado que a medida que aumenta la densidad de ganado, la cual es una actividad asociada a la presencia humana y fragmentación del hábitat, disminuye la probabilidad de su detección. Con ello se puede asegurar que la protección del hábitat de los cabros dentro de la RBM es tema de gran importancia para su conservación. En años recientes la RBM ha sufrido grandes cambios en cuanto a cobertura forestal debido a diversos eventos

como incendios forestales e incluso invasiones territoriales que fragmentan de manera importante el área (CONAP, 2006, 2009; CONAP & WCS, 2015).

Para *M. temama* (figura 2), aunque no fue evidente ningún patrón en su ocupación dentro de las cuatro zonas núcleo, se muestra cómo ésta, a pesar de ser clasificada como una especie especialista, pareciera tener flexibilidad en cuanto a los hábitats que encuentra, ya que valores altos de ocupación fueron encontrados tanto en áreas de cobertura forestal casi sin perturbación como el BPNDL, así como en territorios con gran presión como el BPSMLPZ. Este último se encuentra junto con los dos PN como una barrera que evita que la fragmentación llegue a territorios más al norte, por lo que sufre grandes presiones antropogénicas (CECON, 1999).

Se ha determinado en otros estudios como el de Meyer *et al.* (2019) que la mayoría de las especies responden positivamente a la cobertura forestal, nuevamente mostrando su importancia en el mantenimiento de poblaciones de animales estables, aumentando su ocupación a medida que había un aumento en la distancia a carreteras y asentamientos humanos. Es debido a este tipo de resultados, como los del presente estudio, que se muestra cómo aquellas áreas protegidas que son lo suficientemente grandes como para presentar zonas con poca accesibilidad, son esenciales para la supervivencia de estas especies en peligro, como ha sido el caso de México y sus dos especies de venados y dos de cabros (Gallina, Mandujano y Delfin-Alonso, 2017). La fragmentación del hábitat es el principal impulsor de la pérdida de vida salvaje y por ello resulta de suma importancia la conservación de las zonas núcleo en la RBM. Como se muestra en el presente estudio, existe una relación entre la conservación de la cobertura y la ocupación de las especies, por lo que medidas de conservación como el monitoreo y la adición de ambas especies en listas como la cinegética, deben ser implementadas para lograr que las poblaciones se mantengan sanas (Crooks *et al.*, 2017).

Ambas especies de cabros parecen ser afectadas por la deforestación del área, por lo que las políticas de conservación para estas especies deben de enfocarse en evitar la fragmentación del hábitat de las mismas. Además de ello se requiere la realización de más estudios que permitan obtener información sobre los factores o variables que afectan específicamente a *M. temama*. Siendo esta especie sumamente conocida en el territorio, en comparación con *M.*

*pandora*, aún se sabe muy poco sobre ella, y los planes maestros de los BP y PN no incluyen a esta especie dentro de los mismos a pesar de ser importante para otros animales como jaguares y ser parte, además, de las especies cinegéticas del área. Como lo indican Moreira *et al.* (2019), esta especie no se encuentra dentro de la LEA incluso a pesar de ser recientemente reportada dentro del territorio nacional y de representar gran porcentaje de la biomasa que es consumida por las poblaciones humanas del área.

## Bibliografía

- Allen, J. A. (1915). Notes on American deer of the genus *Mazama*. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 34, 521-553.
- Baur, E. (1999). Estudio de la cacería de subsistencia en la Concesión Forestal de Carmelita, San Andrés Petén. Informe técnico. ProPetén/Conservation International, Petén, Guatemala.
- Bello, J., Reyna, R. & Schipper, J. (2016). *Mazama temama*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T136290A22164644. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T136290A22164644.en>.
- Bello, J., Reyna, R. y Wilham, J. (2009). Central American red brocket deer *Mazama temama* (Kerr, 1992) en Duarte, B. & González, S., *Neotropical Cervidology; Biology and Medicine of Latin American Deer* (166-170). Brazil: Funep / IUCN.
- Burnham, K. P., Anderson, D. R. & Huyvaert, K. P. (2011). AIC model selection and multimodel inference in behavioral ecology: some background, observations, and comparisons. *Behav Ecol Sociobiol*, 65, 23–35
- Carlín, R. A.; Gutiérrez, O. R.; Rodríguez, M.; Vázquez, M. (2008). *Plan de Manejo Tipo de Venado Temazate*. México: Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Dirección General de Vida Silvestre.
- Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. México: comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad -CONABIO- Fondo de Cultura Económica.

- Centro de Datos para la Conservación [CDC]. (2019). *Registros del género Mazama en Guatemala*. Centro De Estudios Conservacionistas [Cecon]. Guatemala.
- Centro de Estudios Conservacionistas [Cecon]. (1999). *Plan Maestro 2000-2004 Biotopo Protegido “San Miguel la Palotada, El Zot’z”*. Guatemala: Consejo Nacional de Áreas Protegidas - CONAP.
- Centro de Estudios Conservacionistas [Cecon] y Fundación Defensores de la Naturaleza [FDN]. (2016). *Protocolo para el monitoreo del tapir centroamericano (Tapirus bairdii) en la Reserva de Biosfera Maya, Guatemala*. Guatemala: Programa Mundial para la Conservación de los Tapires de la Fundación Segré y el Grupo de Especialistas del Tapir de la UICN y la Dirección General de Investigación (DIGI) de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC).
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), Ministerio de Cultura y Deportes (MICUDE) -Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural y The Nature Conservancy (TNC). (2006). *Plan Maestro del Parque Nacional Yaxhá-Nakum-Naranja 2006 – 2010*. Guatemala: Autor.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), Ministerio de Cultura y Deportes (MICUDE) -Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural y Centro de Estudios Conservacionistas (CECON). (2009). *Plan Maestro 2009-2013, Parque Nacional Mirador-Río Azul y Biotopo Protegido Naachtun-Dos Lagunas*. Guatemala: Autor.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas [CONAP] & Wildlife Conservation Society [WCS]. (2015). *Monitoreo de la Gobernabilidad en la Reserva de la Biosfera Maya*. Guatemala. 47pp.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas [CONAP]. (2007). *Actualización del Plan Maestro de la Reserva de la Biosfera Maya 2007-2011*. Guatemala: CONAP.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas [CONAP]. (2013). DECRETO NÚMERO 4-89, Ley de Áreas Protegidas. *Ministerio de Cultura y Deportes*. Consultado el 17 de abril de 2020. <http://mcd.gob.gt/wp-content/uploads/2013/07/GUA-Decreto-4-89-Ley-Areas-Protegidas1.pdf>

- Consejo Nacional de Áreas Protegidas [CONAP]. (2015). *Plan Maestro de la Reserva de la Biósfera Maya*. Segunda Actualización. Tomo 1. Guatemala: CONAP. 316pp.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas, CONAP. (2006). *Elementos de una Agenda Nacional para la Conservación de los Recursos Genéticos*. Doc. téc. 36(03-2006). Guatemala: Autor.
- Contreras, F. M.; de la Cruz, K.; Bello, J. e Hidalgo, M. G. (2016). Variables del paisaje que determinan la presencia de los venados temazates (*Mazama sp.*) en el oeste del estado de Campeche, México. *Revista Therya*, vol. 7 (1): 3-19.
- Crooks, K.R., Burdett, C.L., Theobald, D.M., King, S.R.B., Di Marco, M., Rondinini, C., Boitani, L. (2017). Quantification of habitat fragmentation reveals extinction risk in terrestrial mammals. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114:7635–7640.
- Estrada, C. G. (2009). Dieta, Uso de Hábitat y Patrones de Actividad del Puma (*Puma concolor*) y El Jaguar (*Panthera onca*) en La Selva Maya, Centroamérica. *Revista Mexicana de Mastozoología* 12:113-130
- Fick, S.E. & R.J. Hijmans. (2017). WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 37 (12): 4302-4315.
- Gallina, S. (2005). *Temazate (Mazama americana)* en G. Ceballos & G. Oliva (Eds). *Los Mamíferos Silvestres de México* (pp. 512-513). México: Fondo de Cultura Económica, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad - CONABIO-.
- Gallina, S., Mandujano, S. y Delfin-Alonso, C. (2017). *Importancia de las áreas naturales protegidas para conservar y generar conocimiento biológico de las especies de venados en México* en G. Hallfiter, S. Guevara & A. Melic (Eds). *Hacia una cultura de conservación de la diversidad biológica* (pp. 187-196). México: Fondo de Cultura Económica, comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad - CONABIO-.

- García, M. J. (2006). *Caracterización de la dieta y el hábitat del tapir (Tapirus bairdii Gill, 1865) en ecosistemas ribereños del Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán, Alta Verapaz, Guatemala*. Guatemala: Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- García, M. J.; González, V. R. y Aguilera, A. L. (2016). *Dinámica temporal de la acumulación de agua, microclima y frecuencia de visita de vertebrados medianos y mayores en aguadas del Biotopo Universitario Naachtún Dos Lagunas, Petén*. Informe Final. Guatemala. Dirección General de Investigación (DIGI).
- García, M. J.; González, V. R.; Aguilera, A. L.; Guzmán, G. y Nuñez, L. (2018). *Estudios de fauna y especies asociadas de flora CDC-Biotopos en el Sistema Universitario de Áreas Protegidas (SUAP), temporada 2017*. Informe de avance. Guatemala. Dirección General de Investigación (DIGI).
- Geist, V. (1998). *Deer of the World: Their Evolution, Behaviour, and Ecology*. Stackpole Books.
- González, V. R. (2015). *Vertebrados medianos y mayores asociados a las aguadas del Biotopo Protegido Naachtún - Dos Lagunas, Petén. (Tesis de licenciatura)*. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- Groves, C. & Grubb, P. (2011). *Ungulate Taxonomy*. USA: The Johns Hopkins University Press (JHU).
- Hansen, M. C., Potapov, P. V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S. A., Tyukavina, A., Thau, D., Stehman, S. V., Goetz, S. J., Loveland, T. R., Kommareddy, A., Egorov, A., Chini, L., Justice, C. O., Townshend, J. R. G. (2013). High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science*, Vol. 342, (6160): 850-853. Datos disponibles en línea: <http://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest>.
- Hines, J. E. (2006). *PRESENCE- Software to estimate patch occupancy and related parameters*. USGS-PWRC.



- Hodgdon, B. D., Hughell, D., Ramos, V. H., McNab, R. B. (2015). Tendencias en la deforestación de la Reserva de Biósfera Maya, Guatemala. *Rainforest Alliance*
- Hutchins, M., Duellman, W. & Schlager, N. (2003). *Grzimek's Animal Life Encyclopedia, 2nd edition*. Volume 15, Mammals IV. Farmington Hills, MI: Gale Group
- IUCN. (2012). IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. Second edition. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN. iv + 32pp
- IUCN/SSC Tapir Specialist Group. (S.F.). *About the Tapir Specialist Group*. Recuperado de <https://tapirs.org/about/>
- Lira, I.; Briones, M y Sánchez, E. (2014). Abundancia relativa, estructura poblacional, preferencia de hábitat y patrones de actividad del tapir centroamericano *Tapirus bairdii* (Perissodactyla: Tapiridae), en la Selva de Los Chimalapas, Oaxaca, México. *Revista de Biología Tropical*, Vol. 62 (4): 1407-1419
- MacCarthy, T. & Pérez, S. (2006). *Land and Freshwater Mammals of Guatemala: faunal documentation and diversity in Cano, E., ed., Biodiversidad de Guatemala* (pp. 625-674). Guatemala: Universidad del Valle de Guatemala.
- Mammal Diversity Database. (2020). ASM Mammal Diversity Database. *American Society of Mammalogists*. Consultada el 15 de abril del 2020. [www.mammaldiversity.org](http://www.mammaldiversity.org)
- Mandujano, S. (2004). Análisis bibliográfico de los estudios de venados en México. *Acta Zoológica Mexicana*, 20(1): 211-251
- Medellín, R. (2005). *Venado Temazate Café. En: Ceballos, G. y Oliva, G. Los mamíferos silvestres de México.*, México: comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad -CONABIO – Fondo de Cultura Económica.
- Medellín, R. A., Gardner, A. L. & Aranda J. M. (1998). The Taxonomic Status of the Yucatán Brown Brocket, *Mazama pandora* (Mammalia Cervidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 111. pp. 1-14.

Ministerio de Cultura y Deportes-Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural (MICUDE). (2003). *Plan Maestro del Parque Nacional Tikal 2003-2008*. Guatemala: autor.

Moreira, J.; McNab, R. B.; García, R.; Méndez, V.; Ponce, G.; Córdova, M.; Tun, S.; Caal, T. y Corado, J. (2008). *Densidad de Jaguares en el Biotopo Protegido Dos Lagunas, Parque Nacional Mirador Río Azul, Petén, Guatemala*. Guatemala: Wildlife Conservation Society.

Moreira, J., Reyna, R., Ramírez, L., Radachowsky, J., Hidalgo, M., Naranjo, E., Ribeiro, M., García, R., McNab, R., Mérida, M., Ponce, G., Solís, N. y Ramos, V. (2019). Estado de conservación del venado cola blanca, el cabrito rojo y el cabro bayo en Guatemala, en la Reserva de Biósfera Calakmul y el ejido Nuevo Becal, México. En C., Kraker, A. P., Calderón, A. A., Cabrera (Eds.) *Perspectivas de Investigación sobre los Mamíferos Silvestres de Guatemala* (pp. 97-124). Guatemala: Asociación Guatemalteca de Mastozoólogos.

Paz-Barillas, A. J. (2018). *Análisis de la estructura poblacional de especies del género Mazama en los Biotopos Protegidos Dos Lagunas y San Miguel La Palotada (El Zotz), Reserva de Biosfera Maya*. (Investigación de Ejercicio Profesional Supervisado [EPS] sin publicar). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Guatemala.

Prothero D. R. & Foss, S. E. (2007). *The Evolution of Artiodactyls*. USA: The Johns Hopkins University Press (JHU).

Reid, F. (2009). *A Field Guide to the Mammals of Central America & Southeast Mexico*. New York: Oxford University Press.

Reyna-Hurtado, R. & Tanner, G. (2005). Habitat Preferences of Ungulates in Hunted and Nonhunted Areas in the Calakmul Forest, Campeche, Mexico. *BIOTROPICA*, 37(4): 676–685

Reyna-Hurtado, R. & Tanner, G. (2007). Ungulate relative abundance in hunted and non-hunted sites in Calakmul Forest (Southern Mexico). *Biodiversity and Conservation*, 16 (3): 743–756

- Serna, R.; López, L.; Cervantes, L. J.; Gallegos, J.; Cortez, C.; Zalazar, E. y Salazar, J. (2014). Nicho ecológico de Mazama temama en el centro de Veracruz, México: implicaciones para su manejo. *Agroproductividad*, 7:51-57.
- Soto, J. R. (2003). Impactos de cacería de una comunidad del Parque Nacional Sierra del Lacandón, La Libertad, Petén sobre vertebrados mayores terrestres y arbóreos (*Tesis de licenciatura*). Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- Tattenbach, F., Kleysen, B., Alpízar, W., Manso, P., Corrales, L., Gálvez, J., Leiva, M., Imbach, P. y Mora, G. (2000). *Propuesta de proyecto para reducir emisiones GEI para cinco concesiones forestales comunitarias en la Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala*. Guatemala: Agencia Internacional para el desarrollo, EU.
- Tobler, M. (2013). *Camera Base, User Guide. Version 1.7*. Disponible en [http://www.atrium-biodiversity.org/tools/camerabase/files/CameraBase Doc1. 6.pdf](http://www.atrium-biodiversity.org/tools/camerabase/files/CameraBase%20Doc1.6.pdf)
- Tobler, M., Carrillo, S., Leite Pitman, R., Mares, R., & Powell, G. (2008). *An evaluation of camera traps for inventoring large-and medium-sized terrestrial rainforest mammals*. *Animal Conservation* 11, 169-178
- Weber, M. & Gonzalez, S. (2003). Latin American deer diversity and conservation: A review of status and distribution. *Ecoscience*, 10 (4): 443 – 454.
- Weber, M. (2008). *Un especialista, un generalista y un oportunista: uso de tipos de vegetación por tres especies de venados en Calakmul, Campeche*. Pp. 146-164 in *Mamíferos terrestres de la frontera Sur de México* (Lorenzo, C., E. Espinoza, y J. Ortega, eds.). AMMAC. México
- Weber, M. (2014). *Temazates y venados cola blanca tropicales*. Pp. 421-452 en *Ecología y Manejo de Fauna Silvestre en México* (Valdéz, R. y Ortega-S, A. eds.) Editorial del Colegio de Postgraduados, Guadalajara, Jalisco, México.
- Weber, M., de Grammont, P.C. & Cuarón, A.D. (2016). *Mazama pandora*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T29622A22154219. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T29622A22154219.en>.

Weber, R. & Medellín, R. A. (2009). *Yucatán Brown Brocket Deer Mazama pandora* (Merriam 1901) en Duarte, B. & González, S., Neotropical Cervidology; Biology and Medicine of Latin American Deer (166-170). Brazil: Funep / IUCN.

Wilson, D. E. & Reeder, D. M. (2005). *Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference*, Vol. 12. USA: The Johns Hopkins University Press (JHU).

## Apéndices

### Apéndice 1: Fotografía de *Mazama temama* (macho) y *Mazama pandora* (macho).



Fuente: Programa para la Conservación del Tapir en Guatemala. Cecon, Fundación Defensores de la Naturaleza, Tapir Specialist Group IUCN, Fundación Segré., 2018.