



Anexo 3

Protocolo de monitoreo de **ANFIBIOS Y REPTILES** en la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Reserva Cuxtal.

Organismo Público Municipal Descentralizado de Administración y Operación de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica

Reserva Cuxtal.

Elaborado por: Biol. Daniel Franco Carrillo

Octubre /2020

1. Introducción

México es un territorio vasto y diverso, donde se puede encontrar una gran cantidad de especies de flora y fauna (Martínez-Meyer *et al.*, 2014). Lamentablemente, uno de los problemas globales más serios es la disminución y pérdida de la biodiversidad a causa de actividades antropogénicas, por ello, una de las estrategias que se han implementado para aminorar el efecto de esta problemática y procurar la conservación de los recursos naturales, es el establecimiento de las Áreas Naturales Protegidas (ANP), las cuales resguardan *in situ* los diferentes ecosistemas, sus especies y el acervo cultural del país (Sierra *et al.*, 2014).

Un punto importante a destacar es que el establecimiento de una ANP no garantiza el cuidado de la biota que se encuentra en ella. Ya que la misma está a merced de una correcta administración y manejo de la reserva, por lo que es de especial importancia conocer los factores que amenazan la biodiversidad. Debido a esto, es necesario implementar estrategias que evalúen el estado de las poblaciones de fauna y flora, lo cual se logra con el monitoreo biológico (Chediack, 2009).

Dentro de un ANP los monitoreos biológicos son un apoyo importante para el cumplimiento de los objetivos relacionados a la conservación de las áreas (Chediack, 2009). El monitoreo puede ayudar en: la evaluación del cumplimiento de los objetivos de la ANP respecto a su papel como área de protección de especies prioritarias y amenazadas, obtención de información que sustente las decisiones tomadas en relación a los planes de manejo de fauna en la ANP, detectar de forma temprana posibles amenazas a la fauna, generación de información que sirva de apoyo para programas de educación ambiental, detección de sitios específicos para priorizar y proteger dentro de la regulación de actividades realizadas dentro de la ANP (de la Maza M. y Bonacic, 2013).

En cuanto a la zona sujeta a conservación ecológica, reserva Cuxtal, fue reconocida como Área Natural Protegida el 28 de junio de 1993 y desde entonces se constituyó como la primera ANP de competencia municipal en el estado de Yucatán.

En la reserva se han realizado estudios que indican la presencia de diversas especies de flora y fauna, entre ellas, 13 especies de anfibios y 61 especies de reptiles. Dentro de esta riqueza se encuentran 4 especies de anfibios y 25 especies de reptiles catalogadas en riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Las especies de anfibios catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 son la salamandra yucateca (*Bolitoglossa yucatanana*), sapo excavador mexicano (*Rhinophrynus dorsalis*), rana cabeza de pala (*Triprion petasatus*) y rana leopardo (*Lithobates brownorum*) todas con la categoría de protección especial. (Sosa-Escalante *et al.*, 2017).

En el caso de los reptiles 17 especies están sujetas a protección especial por ejemplo la tortuga pecho quebrado (*Kinosternon scorpioides*), culebra cordelilla (*Imantodes gemmistratus*), cascabel yucateca (*Crotalus tzabcan*), entre otras. De igual modo se encuentran 7 especies amenazadas, por ejemplo, gecko yucateco (*Coleonyx elegans*), iguana negra de cola espinosa (*Ctenosaura similis*), boa (*Boa constrictor imperator*), etc. y 1 especie en peligro de extinción la iguana yucateca de cola espinosa (*Cachryx defensor*).

La herpetofauna (anfibios y reptiles) posee un papel clave para el buen funcionamiento de los ecosistemas naturales, pero en décadas recientes ha disminuido su número y distribución (Aguilar y Ramírez, 2015). Entre las causas principales de su disminución se encuentran el cambio de uso de suelo, así como la fragmentación del hábitat (Vite *et al.*, 2010).

La importancia ecológica de la herpetofauna radica en que son esenciales en la cadena alimenticia, principalmente como fuente de alimento de aves, reptiles y mamíferos, pero también son depredadores de insectos, anfibios, huevos y polluelos de aves y crías de mamíferos pequeños, incluso de otras especies de reptiles; además, grupos como lagartijas y serpientes funcionan como controladores de plagas de insectos y pequeños roedores. Las serpientes venenosas son importantes desde el punto de vista farmacéutico (Luna Reyes *et al.*, 2013). Asimismo, los anfibios y reptiles tienen importancia cultural, ya que en las comunidades son utilizadas como recursos alimenticios, medicinales, ritual/ceremonial, ornamental y de mascotas (Cupul Cicero *et al.*, 2019).

Los muestreos de herpetofauna son de gran utilidad para la evaluación de los efectos del cambio climática y la contaminación antropogénica. Estos organismos sirven como bioindicadores de la calidad del ecosistema, ya que son muy sensibles a los cambios de temperatura y los contaminantes presentes en el agua, lo que altera su fisiología, reproducción e incluso puede causar su muerte (Zuria *et al.*, 2019).

Dada la importancia de los anfibios y reptiles, es necesario realizar un monitoreo sistematizado y permanente del estado de las poblaciones en la reserva Cuxtal, por lo que este protocolo se realiza con la intención de contar con una metodología estandarizada para el monitoreo de la herpetofauna a través de los años. Con lo cual se recabará información que ayude a conocer el estado de conservación de los anfibios y reptiles en la zona núcleo y de amortiguamiento de la reserva y así, orientar la toma de decisiones futuras para su gestión y administración, no solo para el buen funcionamiento del ecosistema, sino también para el bienestar social de las poblaciones humanas que viven en la reserva.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Desarrollar una guía metodológica para el monitoreo de anfibios y reptiles, en la zona núcleo y de amortiguamiento de la Reserva ecológica Cuxtal de Mérida, Yucatán.

2.2 Objetivos específicos

Determinar la riqueza y abundancia de especies de anfibios y reptiles presentes en la zona núcleo y de amortiguamiento de la Reserva Cuxtal.

Determinar si existe diferencia en la diversidad de anfibios y reptiles entre la zona núcleo y de amortiguamiento.

3. Métodos

3.1 Área de estudio

El área de estudio se encuentra dentro de la Zona sujeta a Conservación Reserva Cuxtal, la cual tiene una superficie de 10,757 hectáreas. Se localiza en el sur del municipio de Mérida, entre los 20°47' y 20° 55' de latitud norte y los 89°33 y 89°40' de longitud oeste. La reserva está dividida en dos zonas principales, las cuales tienen una subzonificación: la zona núcleo y la zona de amortiguamiento. La primera está formada por las superficies mejor conservadas y que poseen vegetación arbórea cuya ubicación geográfica favorece la conservación a largo plazo. Tiene una superficie de 4,928.52 hectáreas y su principal objetivo es la preservación de los ecosistemas y su funcionalidad a mediano y largo plazo. La segunda está formada por las superficies en donde existe un mayor uso del territorio. Tiene una superficie de 5,828.48 hectáreas y sus principales usos están dirigidos a actividades de aprovechamiento como la milpa, henequén, cultivos, extracción de piedra. Aquí también se encuentran los asentamientos humanos, urbanización, sistemas productivos agrícolas, pecuarios y forestales (Sosa-Escalante *et al.*, 2017).

Los sitios donde se realizarán los muestreos serán: la planta de agua 1 de la junta de agua potable y alcantarillado de Yucatán (JAPAY), que a su vez está incluida en la zona núcleo de la reserva y en un tramo del gasoducto que forma parte de la zona de amortiguamiento.

Los muestreos de herpetofauna se llevarán a cabo tanto de día como de noche, tres veces al mes durante todo el año. Esto debido a que algunas especies son más fáciles de detectar cuando están activas, mientras que otras son más evidentes durante horas de inactividad, por lo tanto, se intercalará los horarios de muestreo, siendo los matutinos de 6 a 10 de la mañana y los nocturnos de 6 a 10 de la noche.

La búsqueda deberá centrarse en el suelo, hojarasca, troncos podridos, debajo de rocas, oquedades, cuerpos de agua, vegetación baja y arbustos. En los muestreos nocturnos es imprescindible contar con linternas frontales o de mano con carga, también se recomienda una segunda fuente de luz en caso de que la principal falle.

Clima

En la porción norte de la Reserva se presenta un clima de tipo cálido-seco (subtipo BS1(h') wgw") con una temperatura media anual de 22°C a 26°C con una oscilación entre 5°C y 7°C, con el mes más caliente antes de junio y con sequía de medio verano. Al sur y de manera mayoritaria en la superficie de la Reserva, se presenta un clima tipo cálido subhúmedo (subtipo Aw0(i') gw") con lluvias en verano, temperatura media anual de más de 26°C, con una oscilación térmica de 5°C a 7°C entre el mes más cálido y el mes más frío y con presencia de canícula (García, 1973). La precipitación anual en el norte es del orden de 500 mm a 850 mm; mientras que en la porción sur es de 850 mm a 1100 mm. La humedad relativa puede alcanzar más del 75% (Sosa-Escalante *et al.*, 2017).

Vegetación

La Reserva presenta vegetación de tipo selva baja caducifolia (SBC). Las SBC son comunidades vegetales que se distribuyen en los climas cálidos, los más secos de los subhúmedos. Estos son ecosistemas que marcan un límite térmico e hídrico entre los tipos de vegetación que se distribuyen en las zonas con clima cálidos húmedos. Los componentes arbóreos en esta selva alcanzan una altura máxima de hasta 15 metros y más del 75 por ciento de las especies tiran sus hojas en la época seca del año. En la Reserva la SBC se presenta en superficies de vegetación secundaria en diferentes estados de conservación o de sucesión (Sosa-Escalante et al., 2017).

Las especies dominantes son: Dzidzilché (*Gymnopodium floribundum*), chaká (*Bursera simaruba*), jabín (*Piscidia piscipula*), crucecita (*Randia aculeata*), sak káatsim (*Mimosa bahamensis*), pata de vaca (*Bauhinia divaricata*), cuerno de toro (*Acacia cornigera*), kitim ché (*Caesalpinia gaumeri*), tsalam (*Lysiloma latisiliquum*), sak iitsa' (*Neomillspaughia emarginata*), waxim (*Leucaena leucocephala*), beek (*Ehretia tinifolia*), kabal muk (*Crossopetalum gaumeri*), cheechem (*Metopium brownei*), k'aakalche' (*Diospyros anisandra*), entre otras (Flores y Espejel, 1994).

Fauna

La reserva cuenta con registros de presencia de 472 especies de invertebrados, 13 de anfibios, 61 de reptiles, 161 de aves y 56 especies de mamíferos. La diversidad de anfibios de la Reserva incluye 13 especies comprendidas en 12 géneros, 8 familias y 2 órdenes. El orden con mayor número de especies es Anura (12 especies). Cuatro especies son catalogadas en riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (*Bolitoglossa yucatanana*, *Rhinophrynus dorsalis*, *Tripurion petasatus* y *Lithobates brownorum*) todas con la categoría de protección especial. Las especies *Bolitoglossa yucatanana* y *Tripurion petasatus* son endémicas (Sosa-Escalante et al., 2017).

En cuanto a los reptiles, se tiene el registro de 61 especies comprendidas en 49 géneros, 20 familias y 2 órdenes. El orden con mayor número de especies es Squamata (57), que representa el 93% del total de reptiles registrados en la Reserva. Considerando la NOM-059-SEMARNAT-2010, 25 especies son catalogadas en riesgo comprendidas en 17 sujetas a protección especial, 7 amenazadas y 1 en peligro de extinción.

3.2 Encuentro Visual

Para el muestreo se utilizará la técnica de Encuentro Visual (EV), la cual consistirá en la observación y conteo de organismos a lo largo de trayectos, durante un periodo de tiempo fijo (Aguirre-León, 2011). Los sitios a muestrear serán zona núcleo de la reserva y zona de amortiguamiento. Se realizarán dos muestreos al mes por sitio por todo el año, siendo uno de 6 a 10 am y el otro de 6 a 10 pm, intercalando horarios de muestreos.

Estos recorridos se realizarán dentro de la zona de amortiguamiento y núcleo, y se emplearán linternas y equipo herpetológico, como ganchos y bolsas de captura, para realizar inspecciones minuciosas y capturas, sobre todo cerca de cuerpos de agua, debajo de piedras y troncos podridos en el suelo, dentro de agujeros en el suelo y árboles, inspeccionando bromelias y debajo de la hojarasca (Puerta-Piñero *et al.*, 2014; Domínguez-Vega *et al.*, 2019)

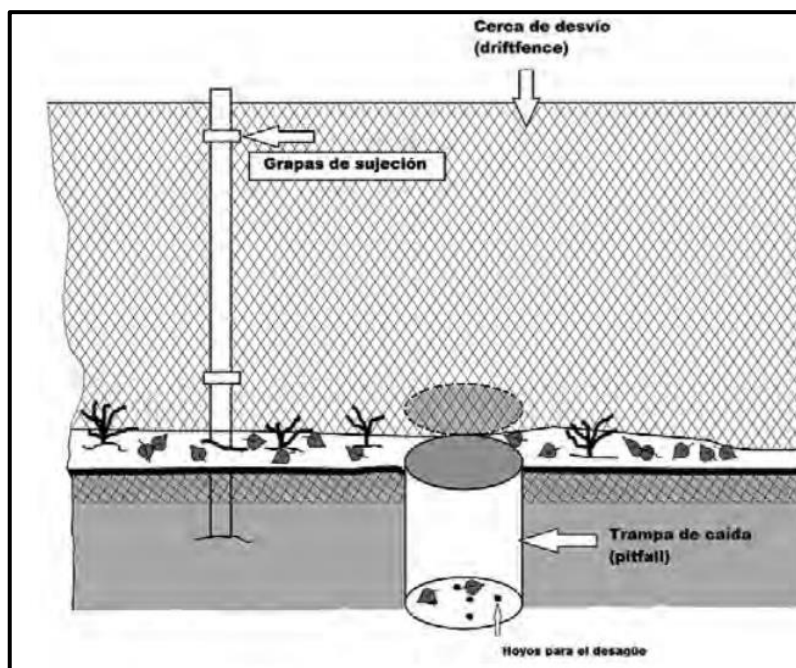
El observador deberá identificar al anfibio o reptil en cuanto lo observe o deberá capturarlo para identificación mediante guías de campo especializadas para la herpetofauna de la Península de Yucatán (Lee 2000, Köhler 2008, 2011). La base de datos se organizará mediante un formato establecido (Anexo 2) donde por cada mes y zona muestreada se registrará la especie, número de individuos observados, fecha, etc.

Luego de determinar de qué especie se trata, se liberará inmediatamente en el sitio de la captura. Para evitar contar un individuo más de una vez, se debe trabajar en diferentes áreas y no revisar la misma área dos veces. Se deberá anotar la hora de inicio y fin del muestreo y el número de observadores, estos datos permitirán calcular el esfuerzo de muestreo por sitio (número de individuos/persona-hora) (Puerta-Piñero *et al.*, 2014).

La nomenclatura y clasificación taxonómica empleada para la creación de la base de datos será la sugerida por Global Biodiversity Information Facility (GBIF). También se verificará si las especies tanto de anfibios como reptiles observadas se encuentran en alguna categoría de riesgo dada por la NOM-059-SEMARNAT-2010, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN por sus siglas en inglés) y si se encuentra en la lista de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES por sus siglas en inglés).

33 Trampas de caída (pitfall).

Este método involucra la colocación de recipientes cilíndricos enterrados en el suelo con la boca hacia la superficie. Este método será complementado con redes de desvío, las cuales se basa en la intercepción de animales con cercas (0,8 – 1 m de altura), ya que, al encontrarse con éstas, los anfibios cambian de dirección a la izquierda o derecha y continúan a lo largo de la cerca hasta que caen dentro de las trampas.



Ejemplificación de la trampa pitfall y la red de desvío

Para fines comparativos entre áreas, el muestreo debe estandarizarse en relación al tipo de trampa utilizada, disposición, época y horario. Este tipo de muestreo será realizado una vez al mes y se colocarán las trampas cercanas a cuerpos de agua.

3.4 Análisis de la información

Para calcular el esfuerzo de muestreo necesario para registrar el mayor número de especies posibles en cada área de estudio se realizarán curvas de acumulación de especies con el programa EstimateS (Colwell, 2013). Esto con la intención de verificar el supuesto de que: la probabilidad de encontrar una nueva especie aumentará (hasta un máximo) conforme más tiempo se realicen muestreos, es decir, la probabilidad de añadir nuevas especies disminuye, pero el esfuerzo de muestreo aumenta (Soberón y Llorente, 1993).

Por lo tanto, si la curva generada a partir del análisis comienza a “aplanarse”, significa que hay poca probabilidad de detectar una especie nueva con el tiempo, por lo que se considera que el muestreo está “completo” (Moreno, 2001; Medellín *et al.*, 2006).

Con los datos de riqueza y abundancia se estimará la diversidad alfa con el índice de diversidad de Shannon–Wiener (H'), los valores obtenidos serán comparados con pruebas t de Hutcheson para detectar diferencias significativas entre éstos y determinar si una zona es más diversa que otra (Bojorges-Baños, 2011).

Este índice expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra y mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección, asumiendo que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra adquiriendo valores entre cero cuando hay una sola especie y el logaritmo de S cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Moreno, 2001). La fórmula para calcular el índice de diversidad H' es la siguiente:

$$\text{Índice de Diversidad } H' = - \sum p_i \ln p_i.$$

Donde H' es el valor de diversidad alfa y p_i es la abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra (Moreno, 2001).

La equitatividad se calculó con el índice de equidad de Piellou.

$$\text{Índice de equidad } E = H' / H'_{max}.$$

Donde H'_{max} es igual al logaritmo natural de S y S es el número total de especies. Este índice mide la proporción de la heterogeneidad de Shannon-Wiener observada con relación a la máxima heterogeneidad esperada (Moreno, 2001).

Para probar la hipótesis nula de que las diversidades provenientes de las dos muestras (zona núcleo y zona de amortiguamiento) son iguales, se realizará la prueba t de Student modificado por Hutcheson en 1970 (Zar, 1999), los pasos para realizar dicha prueba se explican a continuación (Moreno, 2001):

Para cada muestra se calcula el índice de diversidad ponderado (H_p) en función de la frecuencia de cada especie:

$$H_p = \frac{(N \log N) - (\sum f_i \log f_i)}{N}$$

donde:

N = Número total de individuos

f_i = Número de individuos registrada para la especie i

Posteriormente para cada muestra se calcula la varianza del índice de diversidad ponderado (var) con la siguiente fórmula:

$$\text{var} = \frac{[\sum f_i \log^2 f_i - (\sum f_i \log f_i)^2] / N}{N^2}$$

Se calcula la diferencia de las varianzas de ambas muestras:

$$D_{\text{var}} = \sqrt{\text{var}_1 + \text{var}_2}$$

Se obtiene el valor de t

$$t = \frac{Hp_1 - Hp_2}{D_{\text{var}}}$$

Y por último calculamos los grados de libertad asociados con el valor de t :

$$g.l. = \frac{(\text{var}_1 + \text{var}_2)^2}{(\text{var}_1^2 / N_1) + (\text{var}_2^2 / N_2)}$$

En la tabla estadística (Anexo 3) buscamos el valor de distribución de t para los grados de libertad calculados y con un nivel de confianza de 0.05 ($t_{0.05, g.l.}$) y lo comparamos con el valor de t . Si el valor de t obtenido es mayor al valor de t en tablas ($t_{0.05, g.l.}$), rechazamos la hipótesis nula y concluimos que la diversidad no es igual (Moreno, 2001).

Al finalizar cada año muestreado se realizará un informe de resultados donde se plasmarán los listados generales de riqueza, así como los análisis de comparación de diversidad ya mencionados. De igual modo, conforme se acumulen los años se podrá realizar un análisis que verifiquen los cambios de la diversidad a través de los años.

3.4. Cronograma de Actividades

A continuación, se presenta el cronograma de actividades, los muestreos se realizarán dos veces por mes a lo largo del año, sin embargo, se harán reportes semestrales de resultados y un reporte anual. La base de datos se estará actualizando constantemente.

Tabla 1. Cronograma de Actividades Anual para el Muestreo de anfibios y reptiles

Actividad/Tiempo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Muestreo quincenal de herpetofauna	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Creación de la base de datos		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
Análisis de diversidad, y curva de acumulación de especies.					X	X					X	X
Reporte de resultados obtenidos						X						X

4. Resultados Esperados

Se espera obtener el registro de aproximadamente 13 especies de anfibios y 61 especies de reptiles, esto de acuerdo con los datos que se tienen de los muestreos de herpetofaunas realizados por Sosa-Escalante y colaboradores (2017) en la zona sujeta a conservación Reserva Cuxtal.

Las especies que se espera encontrar durante los muestreos son las siguientes: (Cuadro 1):

Cuadro 1. Especies tentativas para registrar en el monitoreo de anfibios.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN
ORDEN URODELA	
FAMILIA PLETHODONTIDAE	
<i>Bolitoglossa yucatanana</i>	Salamandra de Yucatán
ORDEN ANURA	
FAMILIA RHINOPHRYNIDAE	
<i>Rhinophrynus dorsalis</i>	Sapo excavador mexicano
FAMILIA LEPTODACTYLIDAE	
<i>Leptodactylus fragilis</i>	Rana de labios blancos
<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Rana del sabinal
FAMILIA ELEUTHERODACTYLIDAE	
<i>Eleutherodactylus planirostris</i>	Rana de invernadero invasora
FAMILIA BUFONIDAE	

ESPECIE	NOMBRE COMÚN
<i>Rhinella horribilis</i>	Sapo gigante
<i>Incilius valliceps</i>	Sapo común
FAMILIA HYLIDAE	
<i>Trachycephalus typhonius</i>	Rana arborícola lechosa
<i>Scinax staufferi</i>	Rana arborícola trompuda
<i>Smilisca baudinii</i>	Rana arborícola mexicana
<i>Tripion petasatus</i>	Rana pico de pato
FAMILIA MICROHYLIDAE	
<i>Hypopachus variolosus</i>	Rana ovejera
FAMILIA RANIDAE	
<i>Lithobates brownorum</i>	Rana leopardo

Cuadro 2. Especies tentativas para registrar en el monitoreo de reptiles.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN
ORDEN TESTUDINES	
FAMILIA KINOSTERNIDAE	
<i>Kinosternon scorpioides</i>	Tortuga de fango
FAMILIA GEOEMYDIDAE	
<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga de bosque
FAMILIA EMYDIDAE	
<i>Terrapene carolina yucatanana</i>	Tortuga de caja de Yucatán
<i>Trachemys venusta</i>	Tortuga hicotea
ORDEN SQUAMATA	
FAMILIA EUBLEPHARIDAE	
<i>Coleonyx elegans</i>	Gecko bandeado de Yucatán
FAMILIA SPHAERODACTYLIDAE	
<i>Sphaerodactylus glaucus</i>	Gecko enano collajero
FAMILIA GEKKONIDAE	
<i>Hemidactylus frenatus</i>	Gecko de casa
<i>Hemidactylus turcicus</i>	Gecko del Mediterráneo
FAMILIA PHYLLODACTYLIDAE	
<i>Thecadactylus rapicauda</i>	Gecko cola de nabo
FAMILIA CORYTOPHANIDAE	
<i>Basiliscus vittatus</i>	Basilisco café
<i>Laemanctus serratus</i>	Lemancto coronado

ESPECIE	NOMBRE COMÚN
FAMILIA IGUANIDAE	
<i>Ctenosaura defensor</i>	Iguana de cola espinosa de Yucatán
<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada
FAMILIA PHRYNOSOMATIDAE	
<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija escamosa de Yucatán
<i>Sceloporus lundelli</i>	Lagartija escamosa de Lundell
<i>Sceloporus serrifer</i>	Lagartija escamosa azul
FAMILIA DACTYLOIDAE	
<i>Anolis rodriguezii</i>	Lagartija abaniquillo amarillo
<i>Anolis sagrei</i>	Lagartija abaniquillo parda
<i>Anolis unilobatus</i>	Lagartija abaniquillo punto-azul
FAMILIA SCINCIDAE	
<i>Mesoscincus schwartzei</i>	Eslizón yucateco
<i>Marisora brachypoda</i>	Eslizón centroamericano
<i>Scincella cherriei</i>	Eslizón pardo
FAMILIA TEIIDAE	
<i>Holcosus gaigeae</i>	Lagartija arcoiris
<i>Aspidoscelis angusticeps</i>	Lagartija cola de látigo de Yucatán
FAMILIA TYPHLOPIDAE	
<i>Amerotyphlops microstomus</i>	Serpiente ciega yucateca
<i>Indotyphlops braminus</i>	Serpiente ciega
FAMILIA LEPTOTYPHLOPIDAE	
<i>Epictia vindumi</i>	Serpiente ciega negra
FAMILIA BOIDAE	
<i>Boa imperator</i>	Boa constrictora
FAMILIA COLUBRIDAE	
<i>Conopsis lineatus</i>	Culebra guardacaminos
<i>Mastigodryas melanolomus</i>	Lagartijera
<i>Drymarchon melanurus</i>	Serpiente cola negra
<i>Drymobius margaritiferus</i>	Petatilla
<i>Pseudelaphe phaescens</i>	Ratonera
<i>Ficimia publia</i>	Culebra naricilla manchada
<i>Lampropeltis abnormalis</i>	Falsa coralillo
<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra perico
<i>Coluber mentovarius</i>	Chirrionera

ESPECIE	NOMBRE COMÚN
<i>Ninia sebae</i>	Falsa coralillo
<i>Oxybelis aeneus</i>	Bejuquilla café
<i>Oxybelis fulgidus</i>	Bejuquilla verde
<i>Senticolis triaspis</i>	Ratonera oliva
<i>Spilotes pullatus</i>	Serpiente voladora
<i>Stenorrhina freminvillei</i>	Alacranera
<i>Symphimus mayae</i>	Serpiente de labios blancos de Yucatán
<i>Tantilla cucinator</i>	Serpiente ciempiés de Yucatán
<i>Tantilla moesta</i>	Serpiente ciempiés de vientre negro
<i>Tantillita canula</i>	Serpiente enana de cola corta de Yucatán
FAMILIA DIPSASIDAE	
<i>Coniophanes imperialis</i>	Serpiente de rayas negras
<i>Coniophanes meridanus</i>	Serpiente sin rayas peninsular
<i>Coniophanes schmidtii</i>	Serpiente rayada
<i>Imantodes gemmistratus</i>	Cordelilla centroamericana
<i>Imantodes tenuissimus</i>	Cordelilla yucateca
<i>Leptodeira frenata</i>	Serpiente ojos de gato
<i>Dipsas brevifacies</i>	Caracolera chata
<i>Sibon sanniolus</i>	Caracolera pigmea
<i>Tropidodipsas sartorii</i>	Caracolera terrestre
<i>Tropidodipsas fasciata</i>	Caracolera bandeada
FAMILIA ELAPIDAE	
<i>Micrurus diastema</i>	Coralillo
FAMILIA VIPERIDAE	
<i>Agkistrodon bilineatus russeolus</i>	Cantil yucateco-Huolpoch
<i>Crotalus tzabcan</i>	Víbora de cascabel neotropical
<i>Porthidium yucatanicum</i>	Víbora nariz de cerdo de Yucatán

El esfuerzo total de muestreo para ambas zonas (núcleo y amortiguamiento) durante un año equivaldría a 192 horas/hombre.

5. Componente operativo / social

El componente social juega un papel importante dentro de la reserva, por lo que mantener relaciones con instancias gubernamentales, no gubernamentales y centros educativos fortalecerá las sinergias interinstitucionales y trabajos conjuntos de los programas en la reserva, como lo es este protocolo de monitoreo de anfibios y reptiles.

Se destaca que existen diversos actores asociados a la reserva cuya participación en el proyecto incrementará las capacidades de la reserva considerablemente. A continuación, se enlistan actores con actividades que, de darse, representarían una aportación importante a la reserva.

Actores	Apoyo
Profesionistas e investigadores asociados a la reserva que cuenten con experiencia en monitoreos biológicos e identificación de especies.	-Revisión de los protocolos elaborados para los monitoreos biológicos. -Apoyo en la identificación de especies. -Consulta para la toma de datos, así como el análisis de la información.
Estudiantes que deseen realizar sus prácticas profesionales o servicio social y que cuenten con conocimiento previo sobre el grupo que se monitorea.	-Apoyo en los muestreos y toma de datos en campo. -Ayuda en la elaboración de la base de datos de riqueza y abundancia. -Análisis de los datos obtenidos en los muestreos. -Apoyo en la elaboración de informes de resultados. -Identificación de especies.
Estudiantes que deseen realizar voluntariado en la reserva.	-Apoyo en los muestreos y toma de datos en campo. -Identificación de las especies.

6. Comunicación y difusión

Con el propósito de dar a conocer las acciones llevadas a cabo en la reserva, se implementará una estrategia de comunicación dirigida a la sociedad en general donde se den a conocer los avances y resultados del monitoreo de anfibios y reptiles.

La implementación de esta estrategia puede llevarse a cabo mediante la página web de la reserva, redes sociales (facebook e instagram), bases de datos digitales y pláticas de educación ambiental en distintos puntos de la reserva, festivales o talleres en la ciudad. Con esto, se busca fomentar la sensibilización de la población a la fauna presente en la reserva para lograr un mejor cuidado y manejo de los recursos que promuevan su conservación.

Acciones	Material	Medio
Difusión de fotos de anfibios y reptiles tomadas durante los muestreos.	-Fotografía de los anfibios y reptiles capturados durante los muestreos.	Redes sociales de la reserva, página web, exposición fotográfica en eventos u oficina.
Pláticas de divulgación sobre la importancia de la conservación de los anfibios y reptiles.	-Carteles y presentaciones digitales para las pláticas de divulgación.	Escuelas, festivales, conferencias en línea, feria de la ciudad, convenciones relacionadas al medio ambiente.
Pláticas de divulgación de identificación de serpientes venenosas y cómo actuar si se encuentran una serpiente.		
Subir los registros de las especies con fotografías a la página de Naturalista Reserva Cuxtal	-Fotografías con nombre de la especie de los anfibios y reptiles observadas durante los muestreos.	Naturalista (https://www.naturalista.mx/projects/reserva-cuxtal)
Taller de manejo de serpientes no venenosas	-Material de contención de serpientes, individuo de serpiente para practicar.	Talleres presenciales y videos para redes sociales.
Capsulas informativas sobre Anfibios y Reptiles	-Equipo de filmación (cámaras, micrófonos, etc.)	Redes sociales

7. Bibliografía

Aguilar Garavito, M y W Ramírez (eds.) (2015). Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).

Aguirre-León, G. (2011). Métodos de estimación, captura y contención de anfibios y reptiles. En: Gallina, S y C, López-González (eds). (2011). Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Volumen 1. Universidad Autónoma de Querétaro, Instituto de Ecología, A.C. Querétaro, México. 377 p.

Bojorges-Baños, J. (2011). Riqueza y diversidad de especies de aves asociadas a manglar en tres sistemas lagunares en la región costera de Oaxaca, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 82(1), 205-215.

Chediack, S. E. (2009). Monitoreo de biodiversidad y recursos naturales: ¿para qué? *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 87 pp.*

Colwell, R. (2013) EstimateS. Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of Connecticut. USA: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/EstimateSPages/EstSUsersGuide/EstimateSUsersGuide.htm#References>

Cupul Cicero, V., Aguilar Cordero, W., Chablé Santos, J., Sélem Salas, C. (2019). Conocimiento etnozoológico de la herpetofauna de la comunidad maya de Santa Elena, Yucatán, México. *Estudios de cultura maya*, 54: 285-314.

De la Maza M. y Bonacic, C. (Eds.). (2013). *Manual para el monitoreo de fauna silvestre en Chile*. Serie Fauna Australis, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile, 202 pp.

Domínguez-Vega, H., Gómez-Ortiz, Y., Fernández-Badillo, L. (2019). Técnicas para monitorear anfibios y reptiles en ambientes urbanos. En: Zuria I., Olvera-Ramírez, A., Ramírez-Bastida, P. (Eds.). (2019). *Manual de Técnicas para el Estudio de Fauna Nativa en Ambientes Urbanos*. Red Temática Biología, Manejo y Conservación de Fauna Nativa en Ambientes Antropizados (REFAMA), Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, México.

Flores, S. E I. Espejel. (1994). Tipos de vegetación de la Península de Yucatán. *Etnoflora yucatanense*, Fascículo 3: 1-135.

García, E. (1973). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Segunda edición. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal, México. 246 pp.

Khöler, G. 2011. *Amphibians of Central America*. Primera edición. Herpeton Verlag. Offenbach, Alemania. Köhler, G. 2008. *Reptiles of Central America*. Segunda Edición. Herpeton Verlag. Offenbach, Alemania.

Lee, J. C. 2000. *A field guide to the amphibians and reptiles of the Maya World. The lowlands of Mexico, Northern Guatemala and Belize*. Cornell University Press, Ithaca.

Luna Reyes, R., Canseco Márquez, L., Hernández García, E. (2013). Los reptiles. En: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). *La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado*. Gobierno del Estado de Chiapas, México.

Martínez-Meyer, E., Sosa-Escalante, J. E., y Álvarez, F. (2014). El estudio de la biodiversidad en México: ¿una ruta con dirección. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85, 1-9.

Medellín, R., Azuara, D., Maffei, L., Zarza, H., Bárcenas, H., Cruz, E. y Ávila, S. (2006). Censos y monitoreo. *El jaguar Mexicano en el siglo XXI: Situación actual y manejo*, 25-35.



Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M & T-Manuales y Tesis SEA. Vol. I. Zaragoza, España. 84 pp.

Puerta-Piñero C., Gullison R., Condit R. (2014). Metodologías para el Sistema de Monitoreo de la Diversidad Biológica de Panamá. Creative Commons. Panamá.

Sierra, C. L. J., Ramírez, J. S., Cortés-Calva, P., Cámara, A. B. S., Dávalos, L. I. Í., y Ortega-Rubio, A. (2014). México país megadiverso y la relevancia de las áreas naturales protegidas. *Investigación y ciencia*, 22(60), 16-22.

Soberón, J. y J. Llorente. (1993). The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology* 7, 480-488.

Sosa-Escalante, J., García-Gil, G. y Aguilar-Cordero, W. (2017). *Modificación del programa de manejo de la zona sujeta a conservación reserva Cuxtal, Yucatán, México*. Centro para la gestión de la sustentabilidad, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Ayuntamiento de Mérida. 162 pp.

Vite Silva, V., Ramírez Bautista, A., Hernández Salinas, U. (2010). Diversidad de anfibios y reptiles de la Reserva de la Biósfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81: 473-485.

Zar, J. (1999). *Biostatistical analysis*. 4 ta Edición. Prentice-Hall. New Jersey, EU. 663 pp.

Zuria I., Olvera-Ramírez, A., Ramírez-Bastida, P. (Eds). (2019). *Manual de Técnicas para el Estudio de Fauna Nativa en Ambientes Urbanos*. Red Temática Biología, Manejo y Conservación de Fauna Nativa en Ambientes Antropizados (REFAMA), Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México.

8. Anexos

Anexo 1. Formato de registro de especies e individuos en campo

Zona Muestreo:		Fecha:	
		Hora:	Hoja ____ de ____
No.	Especie	Nombre Común	Número Individuos

Anexo 2. Formato de Registro en la Base de Datos

Zona Muestreo:			Fecha:	
Orden/ Familia 1	Especie 1	Nombre Común 2	Número Individuos	Estatus 3

1= Consultado de Lee 2000, Köhler 2008, 2011 y The Global Biodiversity Information Facility (GBIF)
 2= Consultado en GBIF y Naturalista
 3= Consultado en la NOM-059-SEMARNAT-2010, IUCN y CITES

Anexo 3. Tabla *t* de student

Grados de libertad						
	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453
21	0.6864	1.3232	1.7207	2.0796	2.5176	2.8314
22	0.6858	1.3212	1.7171	2.0739	2.5083	2.8188
23	0.6853	1.3195	1.7139	2.0687	2.4999	2.8073
24	0.6848	1.3178	1.7109	2.0639	2.4922	2.7970
25	0.6844	1.3163	1.7081	2.0595	2.4851	2.7874
26	0.6840	1.3150	1.7056	2.0555	2.4786	2.7787
27	0.6837	1.3137	1.7033	2.0518	2.4727	2.7707
28	0.6834	1.3125	1.7011	2.0484	2.4671	2.7633
29	0.6830	1.3114	1.6991	2.0452	2.4620	2.7564
30	0.6828	1.3104	1.6973	2.0423	2.4573	2.7500
31	0.6825	1.3095	1.6955	2.0395	2.4528	2.7440
32	0.6822	1.3086	1.6939	2.0369	2.4487	2.7385
33	0.6820	1.3077	1.6924	2.0345	2.4448	2.7333
34	0.6818	1.3070	1.6909	2.0322	2.4411	2.7284
35	0.6816	1.3062	1.6896	2.0301	2.4377	2.7238

36	0.6814	1.3055	1.6883	2.0281	2.4345	2.7195
37	0.6812	1.3049	1.6871	2.0262	2.4314	2.7154
38	0.6810	1.3042	1.6860	2.0244	2.4286	2.7116
39	0.6808	1.3036	1.6849	2.0227	2.4258	2.7079
40	0.6807	1.3031	1.6839	2.0211	2.4233	2.7045
41	0.6805	1.3025	1.6829	2.0195	2.4208	2.7012
42	0.6804	1.3020	1.6820	2.0181	2.4185	2.6981
43	0.6802	1.3016	1.6811	2.0167	2.4163	2.6951
44	0.6801	1.3011	1.6802	2.0154	2.4141	2.6923
45	0.6800	1.3007	1.6794	2.0141	2.4121	2.6896
46	0.6799	1.3002	1.6787	2.0129	2.4102	2.6870
47	0.6797	1.2998	1.6779	2.0117	2.4083	2.6846
48	0.6796	1.2994	1.6772	2.0106	2.4066	2.6822
49	0.6795	1.2991	1.6766	2.0096	2.4049	2.6800
50	0.6794	1.2987	1.6759	2.0086	2.4033	2.6778
51	0.6793	1.2984	1.6753	2.0076	2.4017	2.6757
52	0.6792	1.2980	1.6747	2.0066	2.4002	2.6737
53	0.6791	1.2977	1.6741	2.0057	2.3988	2.6718
54	0.6791	1.2974	1.6736	2.0049	2.3974	2.6700
55	0.6790	1.2971	1.6730	2.0040	2.3961	2.6682
56	0.6789	1.2969	1.6725	2.0032	2.3948	2.6665
57	0.6788	1.2966	1.6720	2.0025	2.3936	2.6649
58	0.6787	1.2963	1.6716	2.0017	2.3924	2.6633
59	0.6787	1.2961	1.6711	2.0010	2.3912	2.6618
60	0.6786	1.2958	1.6706	2.0003	2.3901	2.6603
61	0.6785	1.2956	1.6702	1.9996	2.3890	2.6589
62	0.6785	1.2954	1.6698	1.9990	2.3880	2.6575
63	0.6784	1.2951	1.6694	1.9983	2.3870	2.6561
64	0.6783	1.2949	1.6690	1.9977	2.3860	2.6549
65	0.6783	1.2947	1.6686	1.9971	2.3851	2.6536
66	0.6782	1.2945	1.6683	1.9966	2.3842	2.6524
67	0.6782	1.2943	1.6679	1.9960	2.3833	2.6512
68	0.6781	1.2941	1.6676	1.9955	2.3824	2.6501
69	0.6781	1.2939	1.6672	1.9949	2.3816	2.6490
70	0.6780	1.2938	1.6669	1.9944	2.3808	2.6479
71	0.6780	1.2936	1.6666	1.9939	2.3800	2.6469
72	0.6779	1.2934	1.6663	1.9935	2.3793	2.6458
73	0.6779	1.2933	1.6660	1.9930	2.3785	2.6449

74	0.6778	1.2931	1.6657	1.9925	2.3778	2.6439
75	0.6778	1.2929	1.6654	1.9921	2.3771	2.6430
76	0.6777	1.2928	1.6652	1.9917	2.3764	2.6421
77	0.6777	1.2926	1.6649	1.9913	2.3758	2.6412
78	0.6776	1.2925	1.6646	1.9908	2.3751	2.6403
79	0.6776	1.2924	1.6644	1.9905	2.3745	2.6395
80	0.6776	1.2922	1.6641	1.9901	2.3739	2.6387
81	0.6775	1.2921	1.6639	1.9897	2.3733	2.6379
82	0.6775	1.2920	1.6636	1.9893	2.3727	2.6371
83	0.6775	1.2918	1.6634	1.9890	2.3721	2.6364
84	0.6774	1.2917	1.6632	1.9886	2.3716	2.6356
85	0.6774	1.2916	1.6630	1.9883	2.3710	2.6349
86	0.6774	1.2915	1.6628	1.9879	2.3705	2.6342
87	0.6773	1.2914	1.6626	1.9876	2.3700	2.6335
88	0.6773	1.2912	1.6624	1.9873	2.3695	2.6329
89	0.6773	1.2911	1.6622	1.9870	2.3690	2.6322
90	0.6772	1.2910	1.6620	1.9867	2.3685	2.6316
91	0.6772	1.2909	1.6618	1.9864	2.3680	2.6309
92	0.6772	1.2908	1.6616	1.9861	2.3676	2.6303
93	0.6771	1.2907	1.6614	1.9858	2.3671	2.6297
94	0.6771	1.2906	1.6612	1.9855	2.3667	2.6291
95	0.6771	1.2905	1.6611	1.9852	2.3662	2.6286
96	0.6771	1.2904	1.6609	1.9850	2.3658	2.6280
97	0.6770	1.2903	1.6607	1.9847	2.3654	2.6275
98	0.6770	1.2903	1.6606	1.9845	2.3650	2.6269
99	0.6770	1.2902	1.6604	1.9842	2.3646	2.6264
100	0.6770	1.2901	1.6602	1.9840	2.3642	2.6259
∞	0.6745	1.2816	1.6449	1.9600	2.3263	2.5758