

UNIVERSIDAD DEL MAR

CAMPUS PUERTO ESCONDIDO



Diversidad de mamíferos medianos y grandes y evaluación de su hábitat para una propuesta de manejo en el Jardín Botánico “Chepilme” de la Universidad del Mar, región Costa, Oaxaca

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

Maestra en Ciencias: Manejo de Fauna Silvestre

Presenta:

M.V.Z. Ivette Natali Juárez Velasco

Director de Tesis:

Dr. Carlos García Estrada

Puerto Escondido, Oaxaca

2016

DEDICATORIA

Dedico este pequeño esfuerzo a mis padres Margarita Velasco Arellanes y Rodolfo Juárez Martínez, a ustedes les debo lo que soy; por los valores inculcados y las palabras que me alentaron a seguir creciendo como persona, gracias por todo su amor, besos, abrazos, cariño y comprensión en momentos difíciles, y a pesar de las adversidades seguimos unidos por el lazo del más profundo y sincero amor.

A mis hermanitos Chatito, More, Zaday y Zaza, por ser la parte maravillosa de mi vida, porque cada abrazo y beso fortalece mi alma y me llena de felicidad. Son y seguirán siendo mi inspiración para ser mejor persona cada día y predicar con el ejemplo.

Al pequeño Sebastián, iluminaste con tu llegada nuestras vidas.

A mi primita Marlene, porque al seguir mi sueño tuve que alejarme de ti y sé que sufriste por mi ausencia, pero todo esto ha valido la pena y siempre estaré incondicionalmente para ti.

A Guillermo Neri, por todo su apoyo y palabras de aliento, por ser el hombro para mis días de desahogo y el brazo que me ayudó a levantarme innumerables veces, gracias por tu complicidad en esta maravillosa experiencia.

Al Dr. Javier Toledo Flores, por creer siempre en mí, por alentarme a crecer profesionalmente y ofrecerme su apoyo incondicional en todo momento.

A mis hermanas de vida Ale, Caro y María, sin ustedes estos años no hubieran tenido un sentido especial, por la convivencia diaria que nos ha unido con un vínculo especial de cariño y compañerismo, las quiero y espero tenerlas siempre cerca.

Al Dr. Carlos García Estrada, uno de los mejores catedráticos de la Universidad, por confiar en mí desde el principio y ofrecerme su apoyo incondicional sin conocerme, por compartir sus conocimientos sin restricciones y todas las charlas amenas que hicieron ligero el trabajo de campo.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Carlos García Estrada por su paciencia, dedicación, profesionalismo, entusiasmo y disponibilidad en todo momento, sin su respaldo y acompañamiento este trabajo no hubiera sido posible.

Al CONACYT por el apoyo económico recibido mediante la “Convocatoria de becas nacionales 2013 segundo periodo” con el número de CVU 387987, de octubre de 2013 a octubre de 2015.

A cada uno de los miembros del comité revisor: Mtra. Helisama Colín Martínez, Mtra. Rosario García Alavez, Mtro. Jorge Alberto Cruz Torres y Dr. José Cruz Bojorges Baños, que con su experiencia y observaciones atinadas enriquecieron este documento.

Al Ing. Gabriel Ruvalcaba Gómez, Jefe del Jardín botánico “Chepilme” por todas las facilidades y la información otorgada, asimismo a todo el personal que nos apoyó en nuestra estancia, en especial al biólogo Gustavo R. Hernández Álvarez por su entusiasmo y su colaboración durante el trabajo de campo.

ÍNDICE

1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCIÓN	2
3. MARCO TEÓRICO.....	4
3.1. Características generales de los mamíferos	4
3.1.1. Orden Didelphimorphia	5
3.1.2. Orden Cingulata.....	6
3.1.3. Orden Lagomorpha.....	6
3.1.4. Orden Rodentia	7
3.1.5. Orden Artiodactyla	7
3.1.6. Orden Carnívora	8
3.2. Historia de los jardines botánicos en México.	8
3.2.1. Asociación Mexicana de Jardines Botánicos.....	10
3.3. Planes de Manejo en México.....	11
4. ANTECEDENTES	13
4.1. Estudios mastozoológicos en el estado de Oaxaca	13
4.2. Estudios sobre mamíferos medianos y grandes.	13
4.3. Estudios sobre evaluación del hábitat.....	15
4.4. Estudios sobre el manejo de fauna.....	16
5. OBJETIVOS	17
5.1. Objetivo general	17
5.2. Objetivos específicos.....	17
6. HIPÓTESIS	17
7. METODOLOGÍA.....	18
7.1. Área de estudio	18
7.2. Muestreo de mamíferos medianos y grandes.	19
7.2.1. Trampas cámara.....	19
7.2.2. Trampas Havahart	20
7.2.3. Huellas, excretas y registros visuales.	20
7.3. Evaluación del hábitat.....	20
7.4. Plan de manejo.....	20
7.5. Análisis estadístico	21
7.5.1. Acumulación de especies	21
7.5.2. Riqueza de especies.....	21

7.5.3. Diversidad alfa	22
7.5.4. Diversidad beta.....	22
7.5.5. Similitud de especies	22
7.5.6. Evaluación del hábitat.....	22
8. RESULTADOS	22
8.1 Riqueza de especies.	22
8.2. Acumulación de especies.....	24
8.3. Diversidad alfa.....	24
8.4. Diversidad beta.....	24
8.5. Similitud de especies.	25
8.6. Estatus de conservación.....	25
8.7. Evaluación del hábitat.....	25
9. DISCUSIÓN	27
10. CONCLUSIONES.....	31
11. REFERENCIAS.....	32
12. ANEXO 1. PLAN DE MANEJO PARA LOS MAMÍFEROS MEDIANOS Y GRANDES EN EL JARDÍN BOTÁNICO “CHEPILME” DE LA UNIVERSIDAD DEL MAR.....	43
12.1. Introducción	43
12.2. Objetivo	45
12.3. Descripción del área	45
12.4. Zonificación del jardín botánico.....	46
12.4.1. Zona de visitantes.....	46
12.4.2. Zona de actividades cotidianas	48
12.4.3. Zona de uso restringido	49
12.4.4. Zona de protección	50
12.5. Área de influencia externa	51
12.6. Educación ambiental para visitantes.....	53
12.7. Recomendaciones	54
12.8. Metas.....	54
12.9. Indicadores de éxito.....	55
12.10 REFERENCIAS	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del lugar de estudio, Jardín Botánico “Chepilme” de la universidad del Mar, municipio de San Pedro Pochutla, región costa del estado de Oaxaca.....	18
Figura 2. Curva de acumulación de especies de mamíferos medianos y grandes en el Jardín Botánico “Chepilme” de la Universidad del Mar, de acuerdo al estimador de Mao Tau y el modelo de Clench	24
Figura 3. Puntos de referencia en el polígono del Jardín Botánico “Chepilme”.....	47
Figura 4. Zonificación del polígono del Jardín Botánico “Chepilme”.....	48
Figura 5. Área de influencia externa al Jardín Botánico “Chepilme”.....	52

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Especies de mamíferos medianos y grandes registrados con diferentes métodos (TC= Trampas cámaras, E= Excretas, V= Visual, TH= Trampas Havahart, O= Otros) en el Jardín Botánico “Chepilme” de la Universidad del Mar (Ramírez-Pulido <i>et al.</i> 2014).....	23
Cuadro 2. Mamíferos medianos y grandes registrados en la época seca y húmeda del año.....	25
Cuadro 3. Valores mínimos y máximos (\bar{X} = Promedio, Min= Mínimo, Max= Máximo, D.S.= Desviación estándar) de las variables del hábitat en el Jardín Botánico “Chepilme”.....	26

1. RESUMEN

Oaxaca es el segundo estado con mayor diversidad mastofaunística después de Chiapas; en el estado se conocen 209 especies de mamíferos terrestres, de las cuales 50 son medianos y grandes. A pesar de esta riqueza de especies, la perturbación antropogénica como la cacería, agricultura, ganadería extensiva, entre otras, ha provocado la transformación de los ambientes naturales. Tradicionalmente, los jardines botánicos se enfocan en conservar colecciones de plantas vivas con fines educativos y de investigación; sin embargo, en las últimas décadas se han convertido en espacios importantes para la conservación debido a la fauna silvestre asociada. Ante la alta tasa de deforestación como consecuencia de la pérdida y fragmentación del hábitat, cualquier espacio verde es importante para la conservación de la biodiversidad, por lo que el objetivo del trabajo fue conocer la diversidad de mamíferos medianos y grandes y evaluar su hábitat, para generar una propuesta de manejo en el Jardín Botánico “Chepilme” de la Universidad del Mar, región Costa Oaxaca. Durante el trabajo de campo se utilizaron cuatro métodos de muestreo: trampas cámara, trampas Havahart, observaciones directas e identificación de huellas y excretas. Además se evaluaron ocho variables del hábitat. Se obtuvieron 78 registros, los cuales corresponden a 10 especies agrupadas en 10 géneros, 9 familias y 6 órdenes. Se obtuvo mayor número de especies en la época húmeda del año, aunque el mayor número de registros fue en la época seca. La cercanía de los registros a los bebederos artificiales fue el factor abiótico que explicó significativamente la riqueza de especies. A pesar de las perturbaciones que ha sufrido el lugar, la vegetación está en proceso de regeneración. Las 8 ha del Jardín Botánico “Chepilme” albergan 30.3% de la fauna reportada para la región Costa, lo que confirma su importancia para la conservación de la fauna silvestre de la región. Con los datos obtenidos se elaboró un plan de manejo para los mamíferos medianos y grandes, el cual propone cuatro zonas con base en los registros obtenidos, y se recomiendan las actividades permitidas y no permitidas para cada área. La finalidad es conservar el hábitat para los mamíferos medianos y grandes, así como fortalecer las actividades lúdicas dirigidas a los visitantes y pobladores de comunidades cercanas.

2. INTRODUCCIÓN

México ocupa el segundo lugar en diversidad de mamíferos en América y el tercero a nivel mundial, después de Indonesia y Brasil (CONANP 2007). Se han reportado 496 especies de mamíferos terrestres en el país (Ramírez-Pulido *et al.* 2014). Aproximadamente 83% de la diversidad mastofaunística está compuesta por individuos pequeños (peso menor a 100 gr), también se distribuyen especies de tamaño mediano (de 101 gr a 10 kg) y grande (más de 10 kg) (Ceballos *et al.* 2002), los cuales representan 17% restante de la diversidad.

Oaxaca es el segundo estado con mayor diversidad mastofaunística después de Chiapas, lo cual se debe a su historia geológica, clima, topografía y tipos de vegetación. En el estado se conocen 216 especies de mamíferos terrestres de las cuales 168 son pequeños y 48 son medianos y grandes (Briones-Salas *et al.* 2015). Los mamíferos medianos y grandes desempeñan un papel importante en los ecosistemas como dispersores de semillas, controladores de plagas o depredadores (Vaughan *et al.* 2000). Por lo que su presencia y abundancia son un indicador de la calidad óptima del ecosistema. Particularmente, los mamíferos grandes son los principales afectados por la cacería (Boddicker *et al.* 2002) y son considerados especies “sombrija” por tener áreas de actividad amplias, largo tiempo de persistencia y con requerimientos generalistas, por lo que su conservación protege a otras especies con las que comparten el ecosistema (Fleishman *et al.* 2001). A pesar de su importancia y de la riqueza de especies, la perturbación antropogénica como la cacería, agricultura, ganadería extensiva, entre otros, ha provocado la transformación de ambientes naturales (Sánchez-Rojas *et al.* 2004).

La pérdida de hábitat y la fragmentación se han convertido en las más importantes amenazas para el mantenimiento de la biodiversidad en todos los ecosistemas terrestres (Bierregaard y Gascon 2001). La fragmentación es la pérdida de continuidad de un ecosistema y produce cambios importantes en la estructura de las poblaciones, comunidades de plantas y animales y en el ambiente físico, afectando su funcionamiento

(Saunders *et al.* 1991). Dicha fragmentación aísla a muchas poblaciones de fauna silvestre, aumentando con ello el riesgo de extinción debido a la poca variabilidad genética y a la reducción de sus espacios vitales.

Por lo anterior, es necesario tomar acciones que influyan directamente en la conservación de la fauna. Un paso inicial, principalmente cuando no hay estudios previos, es conocer la diversidad de especies de un lugar y cómo ésta se modifica en el espacio y tiempo. Además, una herramienta complementaria es la evaluación del hábitat de las especies, por la cual se conoce la viabilidad de los espacios ocupados, lo que permite generar información valiosa para la toma de decisiones. Es necesario tener en cuenta que, del hábitat la fauna demanda una serie de requerimientos, desde la cobertura vegetal hasta la disponibilidad del agua. Para cada especie de fauna, el hábitat debe de contener diferentes atributos según las necesidades particulares de cada una (INECC 2012). En este sentido conocer las características del hábitat que determinan la distribución y abundancia de las especies es un asunto crucial para establecer planes de manejo para la conservación de la biodiversidad (Álvarez-Cárdenas *et al.* 2009).

La Costa de Oaxaca es una región formada por tres distritos: Jamiltepec, Juquila y Pochutla, que comprenden 50 municipios y una extensión de 12,502 km² (Arellanes-Meixueiro *et al.* 2013). La importancia de la riqueza biológica de esta región ha sido señalada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO 1996). Ésta zona se caracteriza por la predominancia de selvas secas, las cuales tienen una alta importancia y valoración para la conservación (Alcérreca 1987, Flores y Geréz 1988, Ceballos y Navarro 1991, Flores 1993, Escalante *et al.* 1993, Trejo 1998). La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, por sus siglas en inglés) ha declarado a las selvas bajas caducifolias como uno de los ecosistemas prioritarios de conservación, en la medida que a nivel mundial sólo el 0.009% de éste se encuentra bajo un régimen de protección, y menos de 2% está lo suficientemente conservado (CONANP 2003).

Tradicionalmente los jardines botánicos se enfocan en conservar colecciones de plantas vivas y semillas con fines educativos y de investigación, en las últimas décadas se han convertido en importantes espacios de conservación de la biodiversidad debido a que puede existir fauna silvestre asociada a la vegetación (Wyse-Jackson y Sutherland 2000). El presente trabajo se realizó en el Jardín Botánico “Chepilme”, perteneciente a la Universidad del Mar, está ubicado a 3.5 kilómetros al noreste de la cabecera municipal de San Pedro Pochutla. Este jardín tiene una superficie de 8.5 hectáreas en donde se mantienen colecciones de plantas vivas para ser utilizadas en actividades de conservación, investigación, difusión y educación. La vegetación del lugar está en proceso de regeneración, por lo que es importante conocer qué especies animales pueden estar asociadas.

Debido a la alta tasa de deforestación como consecuencia de la pérdida y fragmentación del hábitat, cualquier espacio verde es importante para la conservación de la biodiversidad (Revista Global hoy 2010); por lo que el trabajo pretende conocer la riqueza y diversidad de mamíferos medianos y grandes y evaluar su hábitat por primera vez en el Jardín Botánico “Chepilme” para generar una propuesta de manejo.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Características generales de los mamíferos. Los mamíferos poseen una espina dorsal o columna vertebral compuesta de vertebras, cuatro extremidades deambulatorias o manipulatorias y un embrión que se desarrolla en una placenta con tres capas (corion, amnios y alantoides) y crea un medio acuoso en el que pueden respirar y del que puede alimentarse. Son animales capaces de mantener su temperatura corporal dentro de ciertos límites, independientemente de la temperatura ambiente, consumiendo energía química procedente de los alimentos gracias a que tienen mecanismos para producir calor en ambientes fríos o para ceder calor en ambientes cálidos (Vaughan *et al.* 1999). La gran adaptabilidad de cada una de las especies que integran esta clase y debido a la cual han logrado colonizar todos los ecosistemas del planeta, ha dado lugar a una multitud de diferencias anatómicas, fisiológicas, funcionales y de comportamiento mucho más variadas que las de cualquier otro grupo del reino animal. Los mamíferos poseen las

siguientes cuatro características anatómicas que los definen como clase y todas son exclusivas de ellos (Wilson y Reeder 2005):

- a) La mandíbula está conformada solo por el dentario (hueso que se articula con el escamoso), rasgo único y exclusivo de todos los mamíferos, la cual es la principal característica diagnóstica para el grupo.
- b) Son los únicos animales con pelo y todas las especies, en mayor o menor grado lo presentan (por lo menos en estado embrionario).
- c) Poseen glándulas sebáceas modificadas llamadas glándulas mamarias, las cuales son capaces de segregar leche, alimento del cual se abastecen todas las crías de los mamíferos en su etapa más temprana.
- d) Presentan tres huesos en el oído medio: martillo, yunque, estribo; excepto los monotremas que presentan el típico oído reptiliano.

Los mamíferos medianos y grandes (cuyo peso supera los 100 gr) incluye 50 especies terrestres en Oaxaca (Santos-Moreno 2014), para la región costa se han reportado 36 especies (Buenrostro-Silva *et al.* 2012, CONANP 2003, García-Mendoza *et al.* 2004, Palacios-Romo *et al.* 2012) y en particular para la región donde se ubica el Jardín Botánico “Chepilme” se encuentran especies agrupadas en los siguientes órdenes:

3.1.1. Orden Didelphimorphia. Los marsupiales son mamíferos que pertenecen a la Infraclass Metatheria, la cual incluye a un grupo de mamíferos caracterizados por poseer un marsupio o bolsa y cuyas crías nacen poco desarrolladas, por lo que completan su formación en dicha bolsa. Las crías al nacer son altricias y prácticamente son embriones a medio desarrollo, la hembra les prepara el camino para penetrar en la bolsa. No todos poseen ese marsupio. Hay especies que presentan grandes sacos, mientras que otras presentan pliegues cutáneos superficiales o, solamente un pliegue simple de la piel (Orr 1978). Cerca de 90 especies se distribuyen en el continente Americano y en México existen ocho de ellas (Gardner 1973). La mayoría de las especies son solitarias, de

hábitos nocturnos y semiarborícolas. Son carnívoros u omnívoros; todos incluyen una cantidad significativa de materia animal en su dieta, a la cual sus dientes están adaptados. Son heterodontos y numerosos, los incisivos son pequeños y puntiagudos o afilados, y los caninos están bien desarrollados (Mora-Benavides 2000).

3.1.2. Orden Cingulata. El Orden se caracteriza porque los dientes de estos mamíferos son homodontos (no diferenciados), tienen hocico moderadamente largo, dientes parecidos a las clavijas y de crecimiento continuo (Orr 1978). Son los únicos mamíferos en América cuyo cuerpo se encuentra cubierto por escamas dérmicas osificadas formando un caparazón que cubre sus costados, la cola, el dorso y la parte superior de la cabeza (Hall 1981, McBee y Baker 1982). Los cingulados son terrestres y están especializados en excavar, con fuertes garras en dos o tres de los dedos de las patas delanteras. En México habitan dos especies, el armadillo cola de zorro y el armadillo común. Son activos en el día o en la noche y su alimentación es omnívora porque se compone de pequeños invertebrados, anfibios, reptiles, huevos y carroña. Pueden vivir en forma solitaria o gregaria (Layne y Glover 1977).

3.1.3. Orden Lagomorpha. Estos mamíferos son parecidos a los roedores. Los lagomorfos se distinguen porque tienen tres pares de incisivos al nacer, luego pierden los dos dientes externos, quedándose solo con dos pares que crecen toda la vida. Las raíces de los incisivos superiores se localizan en los huesos de la premaxila, los inferiores son de tamaño variable. El labio superior es partido por una hendidura que deja ver los incisivos superiores. Tienen orejas largas y cola muy corta. Sus patas posteriores están adaptadas para saltar y tienen cinco dedos con garras. En general, por su poder reproductivo, son muy abundantes (Mora-Benavides 2000). Este Orden comprende aproximadamente 65 especies. Todos los lagomorfos de México son de la familia Leporidae con 15 especies (Nowak 1999). Sus dientes están adaptados para un régimen alimentario que incluye plantas herbáceas como cortezas y tallos. Adicionalmente incluyen caracoles, insectos y otros invertebrados pequeños (Mora-Benavides 2000).

3.1.4. Orden Rodentia. Son mamíferos que poseen dos dientes incisivos superiores y dos inferiores, de crecimiento ininterrumpido, con su superficie externa más dura que la interna; carecen de caninos y a veces de premolares (Orr 1978). El crecimiento de los incisivos implica que deben roer constantemente para evitar su crecimiento anómalo (Nowak 1999). Los sciúridos, agrupan a las ardillas, que son roedores casi siempre provistos de cola moderadamente larga, cubierta de pelo corto y denso; ojos grandes y orejas bastante pequeñas; extremidades anteriores más cortas que las posteriores; cinco dedos en cada pata; primer molar superior muy pequeño, cuando existe en el adulto (Orr 1978). El número de crías es bajo en las especies de mayor tamaño o especializadas o ser muy alto en las especies generalistas. La mayoría de las crías son precoces, pero otras son altricias (Eisenberg 1981). Es el Orden más numeroso de los mamíferos, comprende 2021 especies (Carleton y Musser 1989). En México este orden está representado por ocho familias y 233 especies que incluyen a ardillas (Sciuridae), castores (Castoridae), tuzas (Geomysidae), ratas canguro (Heteromyidae), ratas y ratones (Muridae), seretes (Dasyproctidae) y puerco espines (Erethizontidae; Ceballos y Eccardi 2003). Algunas especies son diurnas y otras nocturnas. La mayoría de las especies son de hábitos terrestres pero algunas son arborícolas, subterráneas o semiacuáticas (Ceballos *et al.* 1993). La mayoría de las especies son herbívoras, y su alimentación se basa en semillas, corteza, frutos, hojas, bulbos y follaje. Sin embargo generalmente complementan su dieta con insectos, otros invertebrados e inclusive pequeños vertebrados (Ceballos y Galindo 1984, Eisenberg 1981).

3.1.5. Orden Artiodactyla. Son mamíferos con el eje principal de la pata entre los dedos tercero y cuarto, uñas modificadas en pezuñas; cola corta; incisivos superiores casi siempre reducidos o ausentes (Orr 1978). La característica principal del Orden es la presencia de un número par (dos o cuatro) dedos en las extremidades. La única excepción son los miembros del género *Tayassu* (Nowak 1999). En general las extremidades son largas y delgadas (Ceballos y Miranda 2000). Los artiodáctilos de las familias de los bóvidos, cérvidos y berrendos presentan cuernos o astas, que pueden ser perennes o bien anuales. En los antilocápridos los cuernos presentan solo una ramificación y son exclusivos de los machos. En este grupo la cubierta córnea se muda

anualmente. Los cérvidos presentan otro tipo de procesos conocidos como astas, cuernos o cornamentas, éstas se caen y renuevan cada año, su crecimiento puede o no ser ramificado y normalmente se presenta solo en los machos (Nowak 1999). Existen alrededor de 220 especies, en México se encuentran 10 de ellas agrupadas en 4 familias: Antilocapridae (berrendos), Bovidae (bisontes y borregos cimarrones), Tayassuidae (pecaríes) y Cervidae (venados; Nowak 1999). La mayoría de las especies son herbívoras. Pocas especies como los pecaríes son omnívoras y se alimentan de frutos, plantas y materia animal (Eisenberg 1981, SOWLS 1984). La mayoría de las especies herbívoras se denominan rumiantes, ya que presentan un estomago muy complejo que les permite alimentarse de plantas pobres en nutrientes y muy difícil de digerir (Nowak 1999).

3.1.6. Orden Carnívora. Son mamíferos que se caracterizan por una dentadura especializada para cortar y triturar, presentan molares y premolares filosos y caninos muy desarrollados (Ceballos 2005). El orden está constituido por 245 especies terrestres vivientes, agrupadas en 107 géneros y 13 familias (Wilson 2009). En México hay 33 especies terrestres de mamíferos de este Orden (Ceballos *et al.* 2005). Se encuentran en casi todos los hábitats, la diversidad que presentan en cuanto a morfología, talla y fisiología les ha permitido ocupar diversos nichos. Se puede encontrar a una o más especies coexistiendo e interactuando; pueden ser depredadores y/o competidores, por lo que su función como reguladora de poblaciones es directa o indirecta, es decir no solo se limita a los herbívoros sino también a otros carnívoros (Cuarón 2002). En general se alimentan exclusivamente o en gran parte de carne, sin embargo, la dieta de muchas especies comprende cantidades variables de materia vegetal, y en algunos casos, la alimentación es casi exclusivamente vegetariana (Nowak 1999).

3.2. Historia de los jardines botánicos en México. La labor de los jardines botánicos ha sido históricamente muy valiosa. No solo han sido espacios para la protección de especies que pueden estar amenazadas o en peligro de extinción, sino también han operado como lugares para la reproducción de especies de alto valor comercial, llevadas desde sus sitios de origen, como ha sido el caso famoso del árbol del hule (*Hevea*

brasiliensis), extraído subrepticamente de Brasil y llevado a los Reales Jardines Botánicos de Kew, en Inglaterra, y después reproducido en enormes áreas en el sureste de Asia.

Los jardines botánicos han tenido otros propósitos socialmente más aceptables, como ser lugares donde los visitantes pueden conocer plantas de regiones distantes a la localidad del jardín, o como centros de intercambio de información acerca de las plantas, tal es el caso del Jardín Botánico de Santo Domingo en Oaxaca, un centro de intercambio de plantas e información sobre farmacopea mexicana. Una función adicional, claramente reconocida en los tiempos presentes de amenaza de extinción para muchas especies por las actividades humanas, es la de servir de reservorios para la protección de numerosas especies vegetales amenazadas o en peligro de extinción (en el caso de México enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010), un papel que se vuelve crecientemente relevante.

La historia de los jardines botánicos en México se remonta a tiempos precolombinos con ejemplos, tan notables, como los jardines del siglo XV: el de Texcoco construido por Nezahualcóyotl y el de Oaxtepec, mandado a construir por Moctezuma; mucha gente desconoce que éstos son los dos primeros jardines botánicos de América. Desafortunadamente, el aprecio y conocimiento por las plantas de los diferentes pueblos mexicanos no fueron valorados ni comprendidos, salvo alguna excepción, por los colonizadores ni por los mestizos que dominaron el desarrollo del país.

La cultura acerca de las plantas mexicanas, aunque aún presente en numerosos núcleos sociales, ha sufrido una disminución dolorosa. De ahí que el papel de los jardines botánicos adquiera una dimensión especialmente importante en la educación que los visitantes a sus instalaciones pueden recibir acerca de la naturaleza, especialmente la que encontramos en México. Afortunadamente, y ciertamente con costosos esfuerzos, se ha multiplicado el número de jardines botánicos existentes en el país. Su actividad es realmente relevante tanto en la conservación de especies en peligro de extinción como

en la re-educación de la sociedad respecto a la importancia básica de las plantas en la vida de los mexicanos (Sarukhán 2012).

La extracción no sostenible de recursos vegetales, el cambio en el uso del suelo, el calentamiento global y otros factores derivados de la actividad humana han alcanzado un punto crítico y están poniendo en riesgo a por lo menos 60 000 especies vegetales en todo el mundo (BGCI 2002). Este proceso alcanza niveles alarmantes en México, uno de los cinco países con mayor biodiversidad del planeta. De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010), al menos 985 de las más de 22 000 especies de plantas mexicanas están en algún nivel de riesgo, ya sea que están extintas en el medio natural, en peligro de extinción, amenazadas o requieren alguna protección especial (Caballero 2012).

Los jardines botánicos de todo el mundo participan activamente en la conservación vegetal. Los más de 2500 jardines botánicos, de un total de 165 países, mantienen representadas en sus colecciones más de 80,000 especies, casi un tercio de las especies de plantas vasculares del mundo (BGCI 2002). Los jardines botánicos mexicanos, por su parte, contribuyen en forma muy significativa a la conservación de la diversidad vegetal del país, no solo manteniendo en sus colecciones un importante acervo de especies de la flora nacional, sino también desarrollando acciones para su uso sostenible, así como programas de educación orientados a formar una conciencia pública sobre la importancia de dicha diversidad (Caballero 2012).

3.2.1. Asociación Mexicana de Jardines Botánicos. Actualmente existen en México 30 jardines botánicos, agrupados en la Asociación Mexicana de Jardines Botánicos (AMJB), una organización científica iniciada en 1980 y establecida formalmente en 1985. Todos los miembros de la AMJB también son miembros de Botanic Garden Conservation International (BGCI) y como tales suscriben la Estrategia Global para la Conservación Vegetal (EGCV o Global Strategy for Plant Conservation, GSPC), surgida a partir del Convenio de Diversidad Biológica de Río de Janeiro y suscrita tanto por gobiernos como por instituciones de educación e investigación y organizaciones civiles. La EGCV

establece metas medibles para desarrollar acciones de alcance global, regional, nacional y local, enfocadas en la documentación, la conservación y el uso sostenible de las especies vegetales, así como en el desarrollo de capacidades para su instrumentación (Caballero 2012).

La Asociación Mexicana de Jardines Botánicos, que desde el año 2000 trabaja alineada a su Estrategia de Conservación para los Jardines Botánicos Mexicanos, planteada en el marco de los lineamientos internacionales de la BGCI y de la EGCV, así como del primer esbozo de la Estrategia Mexicana de Conservación Vegetal, publicada en 2008. Su trabajo, ordenado en metas muy precisas, les ha permitido durante sus poco más de 70 años de existencia, y especialmente en estos doce años de implementar su estrategia, robustecer su ámbito de acción y aportar al fortalecimiento de capacidades de otros actores (locales, estatales y federales), apropiándose y contextualizándolas en los referentes de conservación con que contamos en México, pero también adaptándolas a las realidades de nuestra flora y a las necesidades de las regiones en las que se hallan establecidos (Sarukhán 2012).

3.3. Planes de Manejo en México. En 1940 surgió la Ley de Conservación del Suelo y Agua, que principalmente trataba sobre el uso adecuado los recursos naturales. Esta Ley ha sido la base de acciones diversas como la creación, en 1994, del organismo coordinador de esfuerzos en materia ambiental, la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), hoy la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). La historia intermedia entre estos dos hechos (1940-1994) se resume en: la aprobación de la Ley para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental (1971), la creación de la Subsecretaría para el Mejoramiento del Medio Ambiente (1973), la creación de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), y la emisión de la Ley Federal de Protección al Ambiente (las dos últimas en 1982), la reforma a la Constitución Política con el fin de preservar y restaurar el equilibrio ecológico (1987), la promulgación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) (1988), la creación de la Comisión Nacional del Agua (1989), y la adhesión de la SEDUE a la Secretaría de Desarrollo Social en 1992 (Zamorano 2009).

Posterior al establecimiento de la SEMARNAP, una nueva etapa en el cuidado y conservación del medioambiente comenzó y el tema se tornó de dominio público. A partir de este hecho y de la participación de diversos sectores sociales, políticos y productivos, han surgido una infinidad de instrumentos jurídicos, normas oficiales, decretos de áreas naturales protegidas, planes de manejo y diversas leyes como la Ley General de Vida silvestre (LGVS), entre otros. Es importante mencionar que la política ambiental en México no consiste en la adopción de una política de “no tocar”, la legislación mexicana da prioridad al aprovechamiento del recurso de manera sustentable, este puede ser extractivo (cinegético, comercial, subsistencia, ritos y ceremonias tradicionales, repoblación e investigación) o no extractivo, como ocurre con ciertas especies protegidas o en algún grado de amenaza (ecoturismo, educación ambiental e investigación; Zamorano 2009).

Otra alternativa que brinda la LGVS para el aprovechamiento de la flora y fauna silvestres es el Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (SUMA), que se definen como los predios e instalaciones registrados que operan de conformidad con un plan de manejo aprobado y dentro de los cuales se da seguimiento permanente al estado del hábitat y de las poblaciones o ejemplares que ahí se distribuyen. Hasta diciembre del año 2012 se tenían registradas 11,449 UMA vigentes (SEMARNAT 2012), todas ellas con planes de manejo diseñados para la conservación y/o manejo de alguna especie particular. Dependiendo de los objetivos y de las especies a manejar, las UMA pueden ser intensivas o extensivas. Por otro lado en las UMA intensivas el manejo de ejemplares se realiza en confinamiento (condiciones controladas e intervención directa del hombre, principalmente para especies exóticas). En las UMA extensivas o sujetas a manejo de hábitat, los ejemplares se encuentran en vida libre y las prácticas de conservación y mejora se efectúan en el medio donde se encuentran estos (SEMARNAT 2005). A pesar contar con este amplio repertorio de instrumentos normativos no existe algún plan de manejo para la conservación de la fauna silvestre en libertad asociada a espacios verdes sin que estos necesariamente tengan una figura jurídica establecida como UMA o Área Natural Protegida.

4. ANTECEDENTES

4.1. Estudios mastozoológicos en el estado de Oaxaca. En el estado de Oaxaca se han realizado investigaciones que han contribuido a la generación de información referente a los mamíferos terrestres. Esta información se ha enfocado principalmente a la distribución (Delfín-Alfonso *et al.* 2008, Carrillo-Reyes *et al.* 2010, Cinta-Magallón *et al.* 2012) y sistemática (Barragán *et al.* 2010, García-García y Santos-Moreno, 2014) e incluyen a las especies de todos los tamaños; sin embargo, esta indagación no está distribuida de manera uniforme en la superficie estatal y se encuentra centralizada en ciertas zonas. Las regiones más estudiadas son la Sierra Norte (Briones-Salas 2001, Botello *et al.* 2005, Alfaro *et al.* 2006, Cruz-Espinoza *et al.* 2012), el Istmo de Tehuantepec (Olguín-Monroy *et al.* 2008, López *et al.* 2009, Santos-Moreno y Ruíz 2011, Lira-Torres *et al.* 2011) y la región Costa (Casariego-Madorel 2006, Reyes Velásquez 2011, Briones-Salas *et al.* 2013, Buenrostro-Silva *et al.* 2013). Por otra parte, las regiones poco estudiadas son la Sierra Sur (García-Estrada *et al.* 2015), Papaloapan (Pérez-Lustre *et al.* 2006; Perez-Irineo y Santos-Moreno 2012), Cañada (Briones-Salas *et al.* 2005, Rojas-Martínez *et al.* 2012, Cruz-Jácome *et al.* 2015) y Valles Centrales (Lavariega *et al.* 2012a). Esta última región ha sido menospreciada ya que carece de zonas extensas conservadas y se encuentran amenazadas por la alta presión antropogénica.

4.2. Estudios sobre mamíferos medianos y grandes. Los estudios enfocados a los mamíferos medianos y grandes son pocos en el estado de Oaxaca. Estos trabajos se han desarrollado solo en cuatro regiones. En la comunidad de Villa Alta ubicada en la Sierra Norte, Lavariega *et al.* (2012b) realizaron el inventario de mamíferos medianos y grandes, registraron 18 especies, de las cuales dos son endémicas a Mesoamérica y tres especies protegidas por la legislación mexicana: *Potos flavus* (amenazada), *Tamandua mexicana* y *Panthera onca* (en peligro de extinción), esta última también catalogada como casi en riesgo por la IUCN.

Por su parte, en la comunidad de San Juan Teponaxtla, ubicada en la región de la Cañada, Vergara (2009), elaboró el listado de especies de mamíferos medianos y grandes, obtuvo 71 registros pertenecientes a 27 especies, 26 géneros, 15 familias y 8 órdenes, de las cuales 15 de ellas están incluidas en alguna categoría de riesgo, según la NOM-059-SEMARNAT-2001. Asimismo, Cruz-Jácome *et al.* (2015) estudiaron la riqueza y abundancia de mamíferos medianos y grandes en la comunidad de San Gabriel Casa Blanca, registraron 16 especies agrupadas en cinco ordenes, nueve familias y 16 géneros, de las cuales 4 especies no habían sido reportadas para la región (*Sylvilagus floridanus*, *Lynx rufus*, *Canis latrans* y *Dicotyles angulatus*).

Por su parte, en la región del Papaloapan, Pérez-Irineo y Santos-Moreno (2012) estimaron la diversidad de mamíferos terrestres de una selva mediana en el noreste del estado, registraron 15 especies agrupadas en 6 órdenes, 11 familias y 14 géneros, entre ellas 7 nuevas para la región. La presencia de especies consideradas en riesgo por la legislación mexicana, como *Leopardus pardalis*, *Leopardus wiedii*, *Eira barba* y *Tamandua mexicana* hacen la zona valiosa para la conservación de la diversidad en la región.

Finalmente, en la región de la Costa, Castillo Pérez (2002) elaboró el listado de los mamíferos de la parte sudoeste de la Costa, reportó 239 registros de 43 especies pertenecientes a 7 órdenes, 19 familias y 36 géneros. Los estudios se han incrementado en los últimos años. Uno de los trabajos más completos fue el publicado por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2003), quienes establecieron el programa de manejo del Parque Nacional de Huatulco (PNH), el cual incluye un listado con 130 especies de mamíferos presentes en la zona, de los cuales 30% son mamíferos medianos y grandes.

Recientemente, Lira-Torres *et al.* (2006) estudiaron la mastofauna en el Cerro de la Tuza, encontraron 52 especies agrupadas en 22 familias y 9 órdenes. Los autores propusieron que esta zona representa un refugio único para especies amenazadas o en peligro de extinción, y es el último corredor biológico que conecta la Costa del Pacífico Oaxaqueño

en la región suroeste con la Sierra Madre del Sur, manteniendo el flujo genético de estas. Así mismo, Lira-Torres *et al.* (2008) elaboraron la lista actualizada de los mamíferos de la Micro-Cuenca del río Cacaluta y el análisis de su estado de conservación; encontraron 61 especies agrupadas en 48 géneros, 25 familias y ocho órdenes. Lo anterior representa 30.5% de la diversidad mastofaunística del estado.

Últimamente, Buenrostro-Silva *et al.* (2012) enlistaron los mamíferos del Parque Nacional Lagunas de Chacahua, reportaron 42 especies, comprendidas en 8 órdenes, 19 familias y 36 géneros. En esta área prevalecen diferentes tipos de vegetación lo que favorece la presencia de especies con distintos requerimientos como las comunes y las tolerantes a la perturbación. Por su parte, Palacios-Romo *et al.* (2012), elaboraron el inventario de mamíferos en cuatro comunidades con cafetales de sombra asociados a la cuenca del río Copalita, de las 52 especies encontradas, 33 de ellas corresponden a mamíferos terrestres no voladores y 19 a mamíferos voladores. 27 especies son nuevos registros para el área estudiada, y cinco especies están listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Hasta la fecha el único trabajo sobre mamíferos medianos y grandes en un Jardín Botánico en la región Costa de Oaxaca es el realizado por Villalobos-Escalante *et al.* (2014) quienes estudiaron la dieta de la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y su aporte a la dispersión de semillas. La dieta de la zorra gris estuvo compuesta principalmente por semillas y fue considerada como un importante dispersor por conectar parches de vegetación no adyacentes al transportar semillas a grandes distancias, ayudando a la regeneración del ecosistema.

4.3. Estudios sobre evaluación del hábitat. Los trabajos enfocados a la evaluación del hábitat son recientes y han tenido una limitada atención, particularmente cuando se contrastan con el número de estudios sobre diversidad y riqueza. Los estudios sobre evaluación de hábitat incluyen el realizado en la Sierra Norte por Ortiz-Martínez *et al.* (2005) quienes caracterizaron el hábitat del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en un bosque templado. Encontraron que la densidad de venados no presentó diferencia significativa entre las asociaciones de vegetación *Abies-Pinus* y *Quercus-Pinus* y concluyeron que en este tipo de vegetación los venados pueden encontrar mayor

disponibilidad de alimento y cobertura de protección horizontal y vertical, además de una topografía favorable para escapar de los depredadores.

Por su parte, García Castro (2009) caracterizó el hábitat del pecarí de collar (*Pecari tajacu*) y el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la comunidad de Capulálpam de Méndez, encontró que el bosque mesófilo de montaña es más usado por el pecarí de collar, además tuvo el mayor porcentaje de humedad, la mayor cobertura de protección en el estrato, así como la mayor densidad arbustiva. El bosque de pino-encino tuvo el mayor uso del hábitat por el venado cola blanca debido a que presenta características como la diversidad vegetal y la cobertura arbustiva que son aspectos favorables para el desarrollo adecuado de la especie. Los estudios referentes a la evaluación de hábitat son nulos en la región de la Costa.

4.4. Estudios sobre el manejo de fauna. Los planes de manejo implementados hasta el momento en el país, se enfocan a especies en cautiverio o a Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre, las cuales tienen finalidades principalmente de aprovechamiento extractivo (SEMARNAT 2005); aún no se ha reportado o al menos no se ha publicado algún caso de éxito en planes de manejo para fauna silvestre en vida libre sin fines extractivos en nuestro país.

En el estado de Oaxaca se han reducido los espacios adecuados para albergar fauna silvestre; aunado a ello, la falta de investigaciones en toda la entidad de manera homogénea complica el establecer acciones de conservación concretas. En la región de la Costa los estudios enfocados a mamíferos medianos y grandes son escasos, y particularmente en el Jardín Botánico “Chepilme” de la Universidad del Mar, no existe estudio previo para conocer la diversidad. El presente trabajo generará información trascendente y será el sustento de una propuesta de plan de manejo, la cual contribuirá de manera importante a disminuir el impacto de las actividades humanas propias del lugar, a corto, mediano y largo plazo.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Conocer la diversidad de mamíferos medianos y grandes y evaluar su hábitat para generar una propuesta de manejo en el Jardín Botánico “Chepilme” de la Universidad del Mar, región Costa Oaxaca.

5.2. Objetivos específicos

- a) Conocer la riqueza y diversidad de mamíferos medianos y grandes en el Jardín Botánico “Chepilme” de la Universidad del Mar
- b) Evaluar factores físicos y bióticos del hábitat que puedan explicar la presencia de mamíferos medianos y grandes.
- c) Proponer un plan de manejo para los mamíferos medianos y grandes.

6. HIPÓTESIS

Las selvas bajas caducifolias se caracterizan por dos épocas marcadas, una de lluvias y otra de secas (CONABIO 2016). Se ha considerado que durante la época de lluvias hay mayor actividad de los organismos debido a la disponibilidad de alimento, por lo que se espera mayor cantidad de registros de mamíferos medianos y grandes en época de lluvias que en la época seca del año.

Debido a que la cobertura vegetal es importante para las especies porque garantiza protección ante los depredadores (Portuguez Yactayo *et al.* 2015), se espera mayor diversidad de mamíferos medianos y grandes en las áreas con mayor cobertura vegetal.

7. METODOLOGÍA

7.1. Área de estudio. El Jardín Botánico “Chepilme” de la Universidad del Mar está ubicado en el municipio de San Pedro Pochutla, en la región Costa del estado. La entrada al jardín se ubica en las coordenadas 15°46'13.5" N, 96°26'51.8" W a una altitud de 151 m snm; tiene una superficie de 8.5 hectáreas (Figura 1). La caracterización del clima por Salas-Morales *et al.* (2003) para la región de la Costa estipula un clima cálido subhúmedo con lluvias de junio a octubre, la precipitación varía entre los 300 y 1 800 mm, una canícula entre de julio y agosto y una época de sequía de noviembre a mayo. La temperatura promedio es de 28 °C y oscila entre los 15 y los 42 °C.

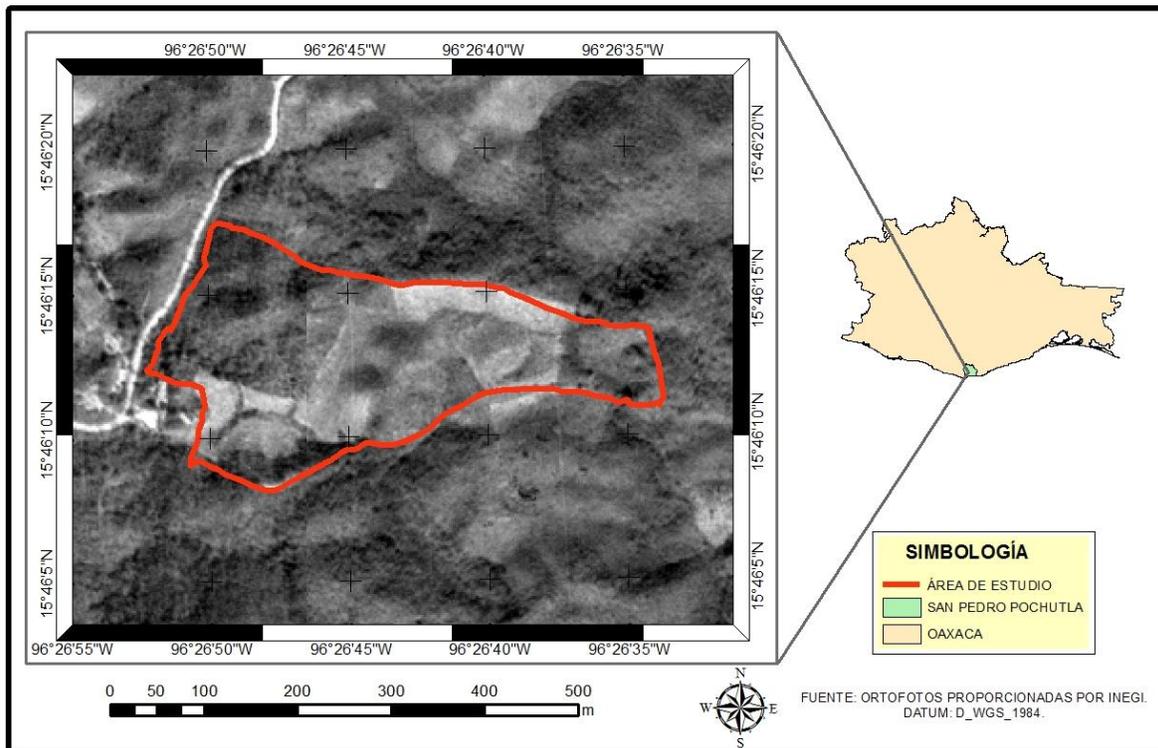


Figura 1. Ubicación del lugar de estudio, Jardín Botánico “Chepilme” de la universidad del Mar, municipio de San Pedro Pochutla, región costa del estado de Oaxaca.

La vegetación de la región es selva baja caducifolia de acuerdo a la clasificación de Rzedowski para la región de la costa (Salas-Morales, *et al.* 2003). En el Jardín Botánico

“Chepilme” la selva baja caducifolia está en etapa de regeneración. Entre los árboles que predominan en el Jardín Botánico están: *Enterolobium cyclocarpum* (guanacastle o parota), *Ceiba aesculifolia* (pochote), *Bursera simarouba* (palo mulato), *Andira inermis* (tololote), *Tabebuia rosea* (macuil), *Apoplanesia paniculada* (palo de arco), *Pterocarpus acapulcensis* (grado) entre otras (Ruvalcaba-Gómez comunicación personal 2014).

El área que ocupa actualmente el jardín botánico ha tenido varias perturbaciones. En la década de los 70's y parte de los 80's del siglo pasado, el espacio que hoy ocupa el Jardín Botánico “Chepilme” era aprovechado para el cultivo de maíz, todavía se pueden identificar fácilmente indicios de estas actividades. Comentarios de pobladores hacen referencia a que el lugar fue abandonado y posteriormente administrado por las autoridades municipales de San Pedro Pochutla, aproximadamente en 1985. Las autoridades determinaron que el lugar se utilizara como tiradero de basura municipal, lo que generó una problemática referente al manejo de las grandes cantidades de residuos que se depositaban diariamente. Posteriormente, se logró la reubicación del tiradero de basura y los restos de los desechos acumulados fueron retirados de manera parcial, y el sitio fue convertido en relleno sanitario. El área que comprende el jardín botánico fue donada a la Universidad del Mar como una estrategia de rescate del área en 1990. Finalmente, en 1992 se determinó la creación del Jardín Botánico “Chepilme”, nombrado así haciendo referencia a la comunidad más cercana que lleva dicho nombre.

7.2. Muestreo de mamíferos medianos y grandes. El trabajo de campo se realizó cada dos meses, de abril a septiembre de 2014 para abarcar la época seca y húmeda del año. Cada visita duró cuatro días. El registro de mamíferos medianos y grandes se realizó mediante el uso de trampas cámara, trampas Havahart, búsqueda de huellas y excretas, así como de registros visuales.

7.2.1. Trampas cámara. Se utilizaron ocho cámaras para fauna silvestre de la marca Bushnell (119467C) de 8 megapíxeles. Las fototrampas se colocaron entre la vegetación, cerca de los cuerpos de agua, en caminos hechos por la fauna y lugares de avistamientos previos; se sujetaron al tronco de un árbol a 50 cm de altura. Las fototrampas se revisaron

diariamente. Las fotografías se organizaron por medio de fichas de fotocolecta de acuerdo a la propuesta de Botello *et al.* (2006).

7.2.2. Trampas Havahart. Se colocaron cuatro trampas Easy Live Trap de 32.25" x 12.25" x 14.25", en lugares elegidos con los mismos criterios que las tramas cámara. Las trampas se cebaron con pescado, plátano y alimento para gato con sabor a pollo y se revisaron dos veces al día: al amanecer y antes de oscurecer. Cada organismo capturado fue liberado en el sitio de colecta.

7.2.3. Huellas, excretas y registros visuales. Se buscaron en transectos de longitud variable con 10 m de ancho, durante dos veces al día: una hora después de amanecer, una hora antes de oscurecer. Las excretas se identificaron en el lugar. Las huellas se fotografiaron y se compararon con guías de referencia de Aranda-Sánchez (2000).

7.3. Evaluación del hábitat. En cada sitio donde se registró un mamífero mediano o grande se describió la vegetación en un área de 9 m². Se consideraron todas las plantas leñosas ≥ 5 cm y a cada una de ellas se le midieron las siguientes características: a) Altura con la ayuda de un clinómetro, b) el diámetro basal, c) diámetro a la altura del pecho con cinta métrica, d) porcentaje de cobertura con un densímetro esférico. Dentro de dicha área se tomaron en cuenta características tales como: e) porcentaje de pedregosidad, f) porcentaje de hojarasca, g) distancia al cuerpo de agua más cercano, h) cantidad de troncos caídos o distancia al más cercano.

Se revisó la lista de especies de la NOM-059-ECOL-2010 (SEMARNAT 2010) de ámbito nacional para determinar las especies bajo alguna categoría de riesgo de la zona de estudio.

7.4. Plan de manejo. La propuesta está basada en la diversidad de especies de mamíferos medianos y grandes, en las características del hábitat, así como en las actividades antrópicas como posible riesgo para las especies amenazadas en particular, para mitigar los efectos en el corto, mediano y largo plazo.

7.5. Análisis estadístico. La información obtenida se sistematizó en una base de datos. Posteriormente, se evaluaron los siguientes parámetros:

7.5.1. Acumulación de especies. Para evaluar el número de especies capturadas con respecto al esfuerzo de captura, se elaboró una curva de acumulación de especies. Los datos se aleatorizaron 100 veces y se elaboró la curva de acuerdo al estimador Mao Tau (Gotelli y Colwell 2001). La curva se comparó con la estimada por el siguiente modelo logarítmico:

$$E(S) = 1/z \ln(1+za^x)$$

Donde:

a = la ordenada al origen, la intercepción en Y. Representa la tasa de incremento de la lista al inicio de la colección.

$z = 1 - \exp(-b)$, siendo b la pendiente de la curva.

x = número acumulativo de muestras.

7.5.2. Riqueza de especies. La riqueza se consideró de acuerdo al número de especies registradas y se comparó con la calculada por los estimadores no paramétricos Chao2 e ICE (Incidence Coverage-based Estimator)

$$Chao\ 2 = S + (L^2/2M)$$

Donde:

S = Riqueza de especies

L = Número de especies que ocurren en una sola muestra (únicos)

M = Número de especies que ocurren en dos muestras (duplicados)

ICE

$$S_{ICE} = S_{frec} + (S_{infr}/C_{ICE}) + (Q_1/C_{ICE}) \gamma^2_{ICE}$$

Donde:

S_{frec} = Número de especies representadas en más de 10 muestras

S_{infr} = Número de especies representadas en 10 muestras o menos

Q_1 = Número de especies que ocurren en una sola muestra

$$C_{ICE} = 1 - (Q_1/N_{infr})$$

N_{infr} = Número de ocurrencias de especies poco frecuentes

Y_{ICE} = Coeficiente de variación de los Q_i

7.5.3. Diversidad alfa. Se calculó la diversidad alfa mediante el índice de Shannon-Wiener. Para evitar subestimar la diversidad alfa obtenida con el índice de Shannon-Wiener, se calculó la equidad de Pielou (J). Para determinar las diferencias significativas entre la época seca y húmeda del año, en la diversidad de especies se utilizó la prueba de t de Hutchenson.

7.5.4. Diversidad beta. El grado de reemplazo de las especies entre la temporada seca y húmeda, se evaluó mediante el índice de Whittaker.

7.5.5. Similitud de especies. La composición de especies de mamíferos medianos y grandes entre la época seca y húmeda del año, se calculó mediante los índices cualitativos de Jaccard y Sorensen.

Los análisis fueron calculados por medio de los paquetes estadísticos: Species Diversity and Richness 3.02 (Pisces Conservation 2002), EstimateS 8.2.0 (Colwell 2009) y PAleontological STatistics ver 1.78 (Hammer *et al.* 2005).

7.5.6. Evaluación del hábitat. Las variables del hábitat se analizaron con estadística descriptiva con el paquete estadístico STATISTICA (Statsoft 2010).

8. RESULTADOS

8.1 Riqueza de especies. Durante el trabajo de campo se realizó un esfuerzo de muestreo de 336 horas/trampa Havahart, 1176 horas/cámara y 24 km/persona en la búsqueda de huellas, excretas y avistamientos. Se obtuvieron 68 registros, los cuales corresponden a 10 especies agrupadas en 10 géneros, 9 familias y 6 órdenes. El método visual fue el más exitoso (5 especies), seguido de las trampas cámara (4 especies); la

recolección de excretas (2 especies) y las trampas Havahart (1 especie). En los recorridos se identificaron dos especies: una por medio del olor (*Spilogale pygmaea*) y otra por un rascadero (*Odocoileus virginianus*); estos métodos indirectos no estaban contemplados en la metodología y se mencionan como “otros” (Cuadro 1). La riqueza de 10 especies ($Chao2= 11.41$; $ICE= 12.81$).

Cuadro 1. Especies y numero de aparicioes de mamíferos medianos y grandes registrados con diferentes métodos (TC= Trampas cámaras, E= Excretas, V= Visual, TH= Trampas Havahart, O= Otros) en el Jardín Botánico “Chepilme” de la Universidad del Mar (Ramírez-Pulido *et al.* 2014).

Orden / Familia/ Especie	Nombre común	Métodos de registro				
		TC	E	V	TH	O
Didelphimorphia						
Didelphidae						
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	3			2	
Cingulata						
Dasypodidae						
<i>Dasyus novemcinctus</i>	Armadillo			3		
Lagomorpha						
Leporidae						
<i>Sylvilangus cunicularius</i>	Conejo mexicano	5	3	7		
Rodentia						
Sciuridae						
<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla gris			26		
Artiodactyla						
Cervidae						
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca					1
Carnivora						
Canidae						
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	9	2			
Felidae						
<i>Puma yagouaroundi</i>	Yagoaouroundi			3		
Mephitidae						
<i>Spilogale pygmaea</i>	Zorrillo pigmeo					1
<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo espalda blanca			2		
Procyonidae						
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	1				

8.2. Acumulación de especies. Los datos se ajustaron a los calculados por el estimador Mao Tau ($a= 3.14$, $b= 0.25$ y $r= 0.99$). La curva de especies obtenida por el estimador Mao Tau fue similar a la calculada por el modelo de Clench (9.8), pero no alcanzó la asíntota (figura 2).

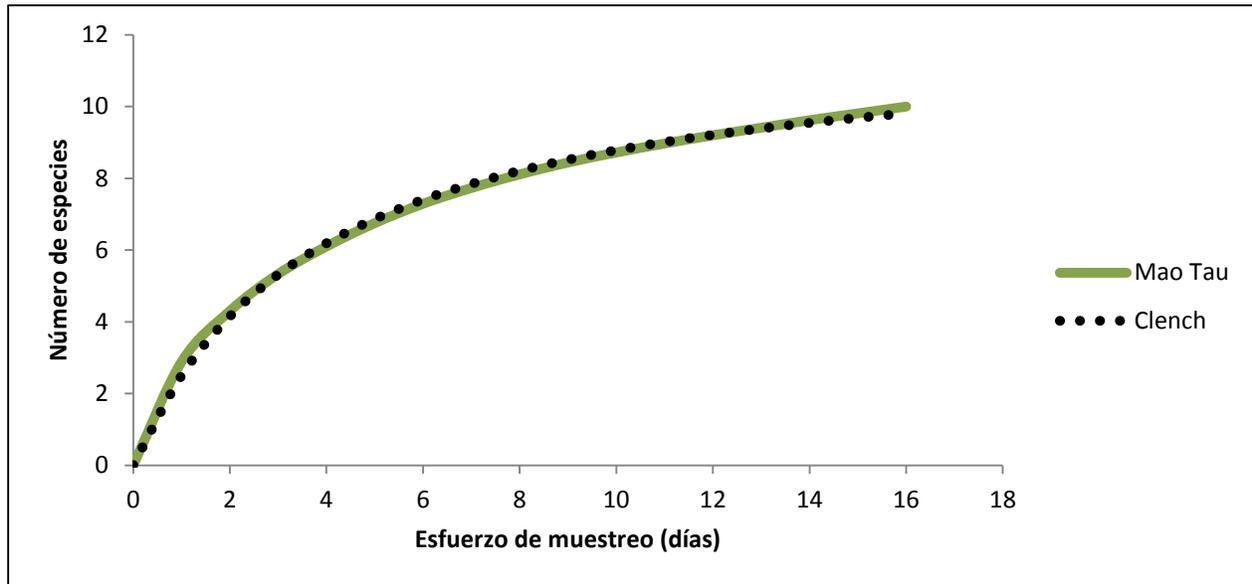


Figura 2. Curva de acumulación de especies de mamíferos medianos y grandes en el Jardín Botánico “Chepilme” de la Universidad del Mar, de acuerdo al estimador de Mao Tau y el modelo de Clench.

8.3. Diversidad alfa. La diversidad alfa de especies de mamíferos medianos y grandes en la época seca ($H' = 1.53$) fue similar a la temporada húmeda ($H' = 1.55$; $t = 0.105$; $g.l. = 58$; $p = 0.71$).

8.4. Diversidad beta. De las 10 especies de mamíferos registradas, cuatro de ellas son exclusivas de alguna época. *Odocoileus virginianus* estuvo solo en la época seca del año; mientras que *Puma yagouaroundi*, *Procyon lotor* y *Conepatus leuconotus* fueron registrados exclusivamente en la época húmeda. La diversidad beta fue baja ($\beta = 0.25$; Cuadro 2).

8.5. Similitud de especies. La similitud de especies de mamíferos medianos y grandes entre la época seca y húmeda del año fue alta ($I_j= 0.6$, $I_s= 0.7$). Seis de especies fueron registradas en ambas temporadas del año (Cuadro 2).

Cuadro 2. Mamíferos medianos y grandes registrados en la época seca y húmeda del año.

Espece	Época seca	Época húmeda
<i>Didelphis virginiana</i>	X	X
<i>Dasypus novemcinctus</i>	X	X
<i>Sylvilangus cunicularius</i>	X	X
<i>Sciurus aureogaster</i>	X	X
<i>Odocoileus virginianus</i>	X	
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	X	X
<i>Puma yagouaroundi</i>		X
<i>Spilogale pygmaea</i>	X	X
<i>Conepatus leuconotus</i>		X
<i>Procyon lotor</i>		X

8.6. Estatus de conservación. El 20% de las especies registradas se encuentra en algún estatus de conservación; el *Puma yagouaroundi* está en la Nom-059-SEMARNAT como amenazada, en el listado de la Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora silvestres (CITES) se encuentra en el apéndice I, donde se incluye a las especies amenazadas de extinción; y en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) está en peligro (EN). Por su parte *Spilogale pygmaea* está en la Nom-059-SEMARNAT como amenazada y en la Lista Roja de la UICN como vulnerable.

8.7. Evaluación del hábitat. De las seis variables del hábitat, la cobertura vegetal fue mayor en la época húmeda del año y el porcentaje de hojarasca fue mayor en la época seca (Cuadro 3). De las variables evaluadas, la distancia a los cuerpos de agua fue la

que explicó significativamente la riqueza de especies de mamíferos medianos y grandes ($F= 3.697$; $g.l.= 6,4$; $P= 0.0011$; $r= 0.920$). Tres especies (*U. cinereoargenteus*, *D. virginiana* y *D. novemcinctus*) fueron registradas en los dos bebederos artificiales en el área y en la cuenca del arroyo que atraviesa el jardín botánico, además tres especies más (*O. virginianus*, *P. lotor* y *S. cunicularius*) se encontraron a distancias menores de 45 metros de algún cuerpo de agua (Cuadro 3).

Cuadro 3. Valores mínimos y máximos (\bar{X} = Promedio, Min= Mínimo, Max= Máximo, D.S.= Desviación estándar) de las variables del hábitat en el Jardín Botánico “Chepilme”.

Variable del hábitat	Época / Estimadores descriptivos							
	Época seca				Época húmeda			
	\bar{X}	Min	Max	D.S.	\bar{X}	Min	Max	D.S.
Altura de los arboles (m)	4.05	2.4	12.8	2.1	4.05	2.4	12.8	2.1
Cobertura (%)	17.1	6.3	28.2	3.06	38.4	21	51	2.6
Hojarasca (%)	26.2	10	50	20	40	20	60	18.2
Pedregosidad (%)	12.3	2	40	14.2	12.3	2	40	14.2
Troncos caídos	0	0	0	0	0	0	0	0
Distancia a cuerpos de agua (m)	23.4	0	89.1	32.2	23.4	0	89.1	32.2

9. DISCUSIÓN

Este trabajo es el primero que estudia la diversidad de mamíferos medianos y grandes en el Jardín Botánico “Chepilme” de la Universidad del Mar. Las 10 especies de mamíferos medianos y grandes encontradas, representan 30.3% de las 33 reportadas para la costa de Oaxaca (CONANP 2003, García-Mendoza *et al.* 2004, Buenrostro-Silva *et al.* 2012, Palacios-Romo *et al.* 2012). La curva de acumulación registró 83% de la riqueza de especies, pero de acuerdo al modelo es posible encontrar dos especies más en el área. Algunas de estas especies probables que no se registraron son: *Nasua narica* (tejón) cuyos hábitos son principalmente diurnos; además de *Bassariscus astutus* (cacomixtle) el cual es evasivo, nocturno y solitario. A pesar de haber utilizado diversas técnicas de muestreo para aumentar la efectividad del estudio, estas especies son difíciles de registrar con los métodos aquí utilizados, pero las dos han sido reportadas en otros estudios de la región (CONANP 2003, Lira-Torres *et al.* 2006, Lira-Torres *et al.* 2008, Buenrostro-Silva *et al.* 2012). Particularmente, las trampas cámara funcionaron solo durante la noche, fueron retiradas al amanecer debido a la intermitente entrada de personas ajenas al jardín, que ingresan para cazar iguanas, lo que representó algunas horas de inactividad del equipo. Por otra parte, se han reportado también especies de felinos como *Leopardus pardalis* (ocelote), *Leopardus wiedii* (tigrillo) e incluso *Panthera onca* (jaguar) (CONANP 2003, Lira-Torres *et al.* 2006, Palacios-Romo *et al.* 2012); sin embargo, estas especies necesitan mayores extensiones de terreno para sus actividades vitales, las cuales son limitadas por las ocho hectáreas de superficie y la malla perimetral del jardín botánico, por lo que es poco probable encontrarlos en el interior.

En la región Costa de Oaxaca, algunos autores han reportado la riqueza de especies de mamíferos medianos y grandes. Castillo Pérez (2002) registró 15 especies en 352,300 ha en la costa sudoeste de Oaxaca, por medio de la identificación de huellas, excretas y restos óseos. Posteriormente, CONANP (2003) enlistó 36 especies en el Parque Nacional Huatulco, cuya extensión es de 11,890 ha; no obstante, no se menciona la manera de obtención de datos, tipos de muestreo, ni el tiempo del trabajo en campo. Dentro del mismo Parque Nacional Huatulco, en la micro cuenca del río Cacaluta con una extensión

de 7000 ha, Lira-Torres *et al.* (2008) reportaron 16 especies por medio de registros visuales, capturas, identificación de huellas y excretas, e información de museos nacionales y extranjeros. Por su parte, Lira-Torres *et al.* (2006) documentaron 23 especies en el Cerro de la Tuza, en un área de 5600 ha, a través de registros visuales, auditivos, capturas, identificación de huellas, excretas y restos óseos. En un área cercana, Buenrostro-Silva *et al.* (2012) encontraron 16 especies en el Parque Nacional Lagunas de Chacahua, en una extensión de 14,187 ha, usando fototrampeo, registros visuales, capturas y la identificación de huellas, excretas y restos óseos. Finalmente, Palacios-Romo *et al.* (2012) reportaron 15 especies en sistemas cafetaleros asociados a la cuenca del río Copalita, basados en revisiones bibliográficas. Si bien es cierto que el número de especies de mamíferos medianos y grandes encontradas en el Jardín Botánico “Chepilme” es menor a la reportada en otros estudios de la región, también cabe señalar que la superficie muestreada es considerablemente menor a la de estos estudios (5600 a 352,300 ha). Además, es importante considerar que de las 8 ha del Jardín Botánico “Chepilme”, 2.5 ha son usadas para visitas guiadas y otras actividades educativas, lo que implica presencia humana la mayor parte del día. Aunado a lo anterior, el lugar ha tenido la perturbación histórica de varios eventos, y actualmente la cacería ilegal de algunos pobladores. Asimismo, la malla perimetral que limita el área es una barrera física que restringe el paso de la fauna. No obstante, desde que el Jardín Botánico está bajo el resguardo administrativo de la Universidad del Mar, la vegetación se encuentra en proceso de regeneración, lo cual ha favorecido posiblemente el refugio y el alimento para especies de mamíferos medianos y grandes, además cabe resaltar la importancia de la vegetación en los alrededores que ayuda a su presencia.

De los mamíferos medianos y grandes del Jardín Botánico “Chepilme”, *Sciurus aureogaster* fue la especie con mayor número de registros en ambas épocas del año, seguida de *Sylvilagus cunicularius*. Las dos especies fueron registradas visualmente en la zona de recepción y senderos para visitantes; de ambas se ha reportado su adaptación a las zonas perturbadas (Vázquez *et al.* 2013, Gómez-Barrios 2015); no obstante, para *S. cunicularius* se ha señalado que las actividades humanas están declinando sus poblaciones (Cervantes *et al.* 1992). Además, se debe considerar que esta última es una

especie endémica a México (Vázquez *et al.* 2013). En el caso de *Procyon lotor* y *Conepatus leuconotus*, de las cuales se registró un solo individuo en la época húmeda del año, se les encontró en el límite del área de senderos y el área con menor perturbación. Estas especies son solitarias y nocturnas, toleran las perturbaciones en su hábitat y es común encontrarlas cerca de campos de cultivo, además su alimentación omnívora les permite adaptarse incluso a los cambios estacionales marcados (Guerrero *et al.* 2000, CONABIO 2015).

Durante el recorrido por los transectos no se observó alguna huella debido a la capa de hojarasca que cubre gran parte del suelo. Por otra parte, se recolectó un par de excretas, la primera de *Urocyon cinereoargenteus*, la cual fue posteriormente confirmada con las imágenes de las trampas cámara; y la segunda, de *Sylvilagus cunicularius*, la cual es característica de la especie y también fue confirmada con los registros visuales y las imágenes de la trampa cámara.

De las diez especies encontradas en este estudio, ocho fueron registradas en algún cuerpo de agua o muy cerca de ellos. El análisis de regresión indicó que el registro de los mamíferos fue directamente proporcional y significativo a la cercanía a los cuerpos de agua. Se ha documentado que la marcada estacionalidad que presentan las selvas bajas caducifolias es uno de los factores que influye en las comunidades de mamíferos debido principalmente a la poca disponibilidad de agua en la época seca del año (CONANP 2003). Resultados similares fueron obtenidos por Charre Medellín (2012) en un bosque tropical de Michoacán, donde 16 de las 19 especies de mamíferos encontradas fueron registradas en los cuerpos de agua o muy cerca de ellos, lo que demuestra la importancia de este recurso para la fauna silvestre.

Conforme a lo esperado, se encontró mayor número de especies en la época húmeda del año (*Procyon lotor*, *Conepatus leuconotus* y *Puma yagouaroundi* fueron exclusivas de esta época) sin embargo, el número de registros de mamíferos fue mayor en la época seca. Por otro lado, *Odocoileus virginianus* sólo fue registrado en la época seca, lo cual posiblemente pueda explicarse por el agua disponible en los dos bebederos artificiales

colocados al interior del jardín; cerca de un bebedero se observó el talladero de un venado. Un patrón similar fue reportado por Cortés Marcial (2009) en la comunidad de La Venta, Oaxaca, quién registró 12 especies en cada época del año, pero en la época seca tuvo también mayor número de registros. La autora sugirió que esto es debido quizás a la movilidad de los animales para encontrar alguna fuente de agua y/o alimento durante la época seca.

Las especies que fueron registradas en ambas épocas del año fueron: *Sciurus aureogaster* la cual reside en el jardín debido al número de registros obtenidos, la disponibilidad de alimento y su distancia corta de desplazamiento (Mora-Ascencio *et al.* 2010); *Didelphis virginiana* y *Sylvilagus cunicularius* habitan posiblemente al interior del jardín debido a la cantidad de registros obtenidos; mientras que *Dasyopus novemcinctus* y *Spilogale pygmaea* posiblemente utilizan el jardín como lugar de paso o para la búsqueda de comida y agua. Por otra parte, la presencia de *Urocyon cinereoargenteus* fue común en el jardín botánico de “Chepilme” y es posible que tenga influencia en la regeneración de la vegetación. Se ha reportado que su dieta se compone principalmente de frutos complementada con insectos y en menor proporción de mamíferos, por lo que es considerado un importante dispersor de semillas; como fue sugerido por Villalobos-Escalante (2014) en el estudio realizado en el jardín botánico de la Universidad del Mar ubicado en la localidad de Mandingas en la región Costa de Oaxaca y por Aguilar Sánchez (2011) quien trabajó en la Sierra de Quila Jalisco.

10. CONCLUSIONES

1. Se registraron 10 especies de mamíferos medianos y grandes en el Jardín Botánico “Chepilme”. En la época húmeda del año se obtuvo mayor número de especies, sin embargo, el mayor número de registros fue en la época seca.
2. La cercanía a los bebederos fue el factor que determinó la presencia de especies de mamíferos medianos y grandes.
3. El mayor número de registros se obtuvo en las zonas más alejadas de las entradas principales y donde existe menor presencia humana durante el día.
4. Se anexa un plan de manejo para los mamíferos medianos y grandes. Se propone la zonificación del polígono para proteger la zona con mayor regeneración vegetal y mayor presencia de mamíferos medianos y grandes. Además se recomienda el fortalecimiento de las actividades lúdicas dirigidas a los visitantes y pobladores de comunidades cercanas.

11. REFERENCIAS

- Aguilar Sánchez, M. 2011. Dieta de la zorra gris: ¿Es legítimo dispersor de semillas que consume en Sierra de Quila Jalisco?. Tesis de ingeniería. Centro Universitario de la Costa Sur, División de Desarrollo Regional, Universidad de Guadalajara, 55 pp.
- Alcérreca, C. 1987. Fauna silvestre y Áreas Naturales Protegidas, Universo veintiuno. Editorial Tonatiuh Gutiérrez. México D.F., 189 pp.
- Alfaro, A.M., J.L. García-García y A. Santos-Moreno. 2006. Mamíferos de los municipios de Santiago Jocotepec y Ayotzintepec, Chinantla Baja, Oaxaca. *Naturaleza y Desarrollo* 4(1): 19-23.
- Álvarez-Cárdenas, S., S. Gallina-Tessaro, S. Díaz-Castro, I. Guerrero-Cárdenas, A. Castellanos-Vera y E. Mesa-Zavala. 2009. Evaluación de elementos estructurales del hábitat del borrego cimarrón en la Sierra del Mechudo, Baja California Sur, México. *Open Access Journal-Tropical Conservation Science* 2(2): 189-203.
- Aranda-Sánchez, J. 2000. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México D.F., 255 pp.
- Arellanes-Meixueiro, A., V. De la Cruz-Pérez y E. López-Jiménez. 2013. Historia y Geografía de Oaxaca (Primera edición). Oaxaca de Juárez: Carteles 32 pp.
- Barragán, F., C. Lorenzo, A. Morón, M.A. Briones-Salas y S. López. 2010. Diversidad de murciélagos y roedores en un área fragmentada del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Acces Journal Tropical Conservation Science* 3(1): 1-16.
- Bierregaard, R. O. y C. Gascón. 2001. History of a long term conservation Project *In* Temas sobre restauración ecológica. Secretaría de ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología y Unidos por la Conservación A.C. México D.F., 254 pp.
- BGCI, 2002. Estrategia Global para la Conservación Vegetal. Botanical Garden Conservation International. Islas Canarias, España 13 pp.

- Boddicker, M., J. Rodríguez y J. Amanzo. 2002. Indices for assessment and monitoring of large mammals within an adaptive management framework. *Environmental Monitoring and Assessment* 76: 105-123.
- Botello, F., P. Illoldi-Rangel, M. Linaje y V. Sánchez-Cordero. 2005. Nuevos registros del tepezcuintle (*Agouti paca*) para el norte del estado de Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 76(1): 103-105.
- Botello, F., G. Monroy, P. Illoldi, I. Trujillo-Bolio y Sánchez-Cordero. 2006. Colección Nacional de Fotocolectas Biológicas (CFB): Una propuesta del uso de la imagen digital al servicio del conocimiento de la biodiversidad *In* Colecciones Mastozoológicas de México. Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Mastozoología A.C. 572 pp.
- Briones-Salas, M. 2001 Los mamíferos de la región Sierra Norte de Oaxaca, México. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Oaxaca. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. R104. México, D.F.
- Briones-Salas, M., M. Cortés-Marcial y M. Lavariega. 2015. Diversidad y distribución geográfica de los mamíferos terrestres del estado de Oaxaca. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 86: 685-710.
- Briones-Salas, M., M. Peralta-Pérez y E. Arellanes. 2013. Análisis temporal de los hábitos alimentarios de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis*) en el río Zimatán en la Costa de Oaxaca, México. *Therya* 4(2): 311-326.
- Briones-Salas, M., V. Sánchez-Cordero y A. Santos-Moreno. 2005. Diversidad de murciélagos en un gradiente altitudinal de la Sierra Mazateca, Oaxaca. *In* Contribuciones mastozoológicas en homenaje a Bernardo Villa. Instituto de Biología de la UNAM. México, 500 pp.
- Buenrostro-Silva, A., M. Antonio-Gutiérrez y J. García-Grajales. 2012. Mamíferos del Parque Nacional Lagunas de Chacahua y la Tuza de Monroy, Oaxaca, México. *Acta zoológica Mexicana (n.s.)* 28(1): 56-72.
- Buenrostro-Silva, A., M. Antonio-Gutiérrez y J. García-Grajales. 2013. Diversidad de murciélagos de la cuenca baja del río verde, Oaxaca. *Therya* 4(2): 361-376.

- Caballero, J. 2012. Jardines Botánicos, contribución a la conservación vegetal de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México D.F., 183 pp.
- Carleton, M. y Musser G. 1989. Systematic Studies of Oryzomyne Rodents (Muridae, Sigmontinae): A Synopsis of *Microrozomys*. Bulletin of the American Museum of Natural History 191: 1-83.
- Carrillo-Reyes, A, C. Lorenzo, E. Naranjo, M. Pando y T. Rioja. 2010. Dinámica del ámbito hogareño de la liebre de Tehuantepec en Oaxaca, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 81: 143-151.
- Casariego-Madorell, M.A., R. List y G. Ceballos. 2006. Aspectos básicos sobre la ecología de la nutria de río (*Lontra longicaudis annectens*) para la Costa de Oaxaca. Revista Mexicana de Mastozoología 10: 71-74.
- Castillo Pérez, V. 2002. Mamíferos de la costa sudeste de Oaxaca. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ceballos, G. 2005. Orden Carnívora. *In* Los mamíferos silvestres de México. Ceballos, G. y G. Oliva, Eds. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica, 986 pp.
- Ceballos, G. y A. Miranda. 2000. Guía de campo de los mamíferos de la Costa de Jalisco, México. Fundación Ecológica Cuixmala, A.C. México. *In* Los mamíferos silvestres de México. Ceballos, G. y G. Oliva, eds. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica, 986 pp.
- Ceballos, G. y C. Galindo. 1984. *Glaucomys volans goldmani* (Rodentia: Sciuridae) in central Mexico. *The Southwestern Naturalist*. 28: 375-376. *In* Los mamíferos silvestres de México. Ceballos, G. y G. Oliva, eds. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica, 986 pp.
- Ceballos, G. y D. Navarro. 1991. Diversity and conservation of mexican mammals. *In* Latin American Mammalogy: History, Biodiversity and conservation. Oklahoma E.U., 468 pp.
- Ceballos, G., E. Mellinky y L. Hanebury. 1993. Distribution and conservation status of prairiedogs *Cynomys mexicanus* and *Cynomys ludovicianus* in Mexico. *Biological conservation* 63: 105-112.

- Ceballos, G. y F. Eccardi. 2003. Animales de México en peligro de extinción. Fundación IUSA, México.
- Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales y R. Medellín. 2002. Mamíferos de México. *In*: Diversidad y conservación de los mamíferos neotropicales. CONABIO y Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F., 582 pp.
- Ceballos, G., J. Arrollo-Cabrales, R.A. Medellín, L. Medrano y G. Oliva. 2005. Diversidad y conservación de los mamíferos de México. *In* Los mamíferos silvestres de México. Ceballos, G. y G. Oliva, eds. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica, 986 pp.
- Cervantes, F., C. Lorenzo, J. Vargas y T. Holmes. 1992. *Sylvilagus cunicularius*. Mammalian Species 412: 1-4.
- Charre Medellín, J. 2012. Uso de manantiales por los mamíferos silvestres en bosques tropicales de Michoacán. Tesis de maestría. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 89 pp.
- Cinta-Magallón, C., C. Bonilla-Ruíz, I. Alarcón, y J. Arroyo-Cabrales. 2012. Dos nuevos registros de margay (*Leopardus wiedii*) en Oaxaca, México, con datos sobre hábitos alimentarios. Cuadernos de Investigación UNED 4(1): 33-40.
- Colwell, R. K. 2009. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.2.
- CONANP 2003 (Comisión, Nacional de Áreas Naturales Protegidas). Programa de Manejo Parque Nacional Huatulco, 207 pp.
- CONANP 2007 (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). Programa de conservación de especies en riesgo (PROCER). Consultado el 10 de octubre de 2013: http://www.conanp.gob.mx/pdf/especies/PROCERF_inalpubmar2009.pdf
- CONABIO 1996 (Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad). Regiones prioritarias para la conservación en México, Biodiversitas, 2 (9), México. *In* Programa de Manejo del Parque Nacional Huatulco. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México D.F., 208 pp.
- CONABIO 2015 (Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad). 2015. Zorrillo pigmeo (*Spilogale pygmaea*). Consultado el 30 de agosto de 2015. Disponible: <http://naturalista.conabio.gob.mx/taxa/41883-Spilogale-pygmaea>.

- CONABIO 2016 (Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad). Selvas secas. Consultado el 2 de mayo de 2016. Disponible : <http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/selvaSeca.html>
- Cortes Marcial, M. 2009. Diversidad de mamíferos medianos y grandes en dos sitios diferente grado de conservación en La Venta, Juchitán, Oaxaca. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Investigación para el desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, 46 pp.
- Cruz-Espinoza, A., G. González-Pérez y P. Ronel. 2012. Nota de la variación en la riqueza específica de mamíferos entre áreas de conservación y de aprovechamiento forestal en la Sierra Madre de Oaxaca. *Theyra* 3(3): 327-332.
- Cruz-Jácome, O., E. Lopez-Tello, A. Delfín-Alfonso y S. Mandujano. 2015. Riqueza y abundancia relativa de mamíferos medianos y grandes en una localidad en la Reserva de la Biosfera Tehuacan-Cuicatlan, Oaxaca, México. *Theyra* 6(2): 435-448.
- Cuarón, A. 2002. A global perspective on habitat disturbance and tropical rainforest mammals. *Conservation Biology* 14: 1572-1574.
- Delfín-Alfonso, A., A. Hernández-Huerta, S. Macías-Sánchez, A. González-Gallina y G. Alducín-Chávez. 2008. Adición a los registros de tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*) en Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79: 535-538.
- Eisenberg, J. 1981. The Mammalian Radiations. University Chicago, Illinois *In* Los mamíferos silvestres de México. Ceballos, G. y G. Oliva, eds. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica, 986 pp.
- Escalante, P., A. Navarro y A. Peterson. 1993. A Geographical, Ecological and historical analysis of land bird diversity in México *In* Biological diversity of Mexico: Origins and Distribution, Oxford University Press, New York, 281-307 pp.
- Fleishman, E., D. Murphy y R. B. Blair. 2001. Selecting effective umbrella species *Conservation Biology in Practice* 2: 17-23.
- Flores, V. 1993. Herpetofauna of Mexico: Distribution and endemism *In* Biological diversity of Mexico: Origins and Distribution, Oxford University Press, New York, 253-280 pp.

- Flores, V. y P. Gerez. 1988. Síntesis sobre los vertebrados terrestres, vegetación y uso del suelo *In* Conservación en México. Instituto Nacional de Investigaciones Sobre Recursos Bióticos y Conservación Internacional. Xalapa, Veracruz 302 pp.
- García Castro, M. 2009. Caracterización y uso de hábitat de pecarí de collar (*Pecari tajacu*) y venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en Calpulalpam de Méndez, Sierra Norte, Oaxaca. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca.
- García-Estrada, C., Y. Peña-Sánchez y H. Colín-Martínez 2015. Diversidad de roedores y murciélagos en 2 sitios con diferente grado de perturbación en la Sierra Sur, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 86: 1014-1023.
- García-García, J. y A. Santos-Moreno 2014. Variación estacional en la diversidad y composición de ensamblajes de murciélagos filostómidos en bosques continuos y fragmentados en Los Chimalapas, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 228-241
- García-Mendoza, A., M. Ordoñez y M. Briones-Salas. 2004. Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo Oaxaqueño para la conservación de la Naturaleza y World wildlife Fund. México, 605 pp.
- Gardner, A. 1973. The systematics of the genus *Didelphis* (Marsupialia: Didelphidae) in North and Middle America. Special Publications. The Museum, Texas Tech University 4: 1-18.
- Gómez-Barrios, P. 2015. La fauna silvestre urbana. Radio canal internacional. Consultado el 8 de agosto de 2015. Disponible: <http://www.rcinet.ca/es/2015/06/30/la-fauna-silvestre-urbana/>
- Gotelli, N. y R. Colwell. 2001. Quantifying biodiversity: Procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4: 379-391.
- Guerrero, S., R. Sandoval y S. Zalapa. 2000. Determinación de la dieta del mapache (*Procyon lotor Hernandezii* Wagler, 1831) en la costa sur de Jalisco México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 80: 211-221.
- Hall, E. 1981. The mammals of North America. 2 vol. John Wiley y Sons, New York. *In* Los mamíferos silvestres de México. Ceballos, G. y G. Oliva, eds. Comisión

- Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica, 986 pp.
- Hammer, O., Harper, T. Ryan y J. Whalley. 2005. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4: 1-9.
- INECC 2012 (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático). Introducción al ecoturismo comunitario. Consultado el 5 de octubre de 2013: <http://www.inecc.gob.mx/descargas/publicaciones/578.pdf>
- Lavariega, M., N. Martín-Regalado y R. Gómez-Ugalde. 2012a. Mamíferos del centro-occidente de Oaxaca, México, *Theyra* 3(3): 349-370.
- Lavariega, M., M. Briones-Salas, y R. Gómez-Ugalde. 2012b. Mamíferos Medianos y grandes de la sierra de Villa Alta, Oaxaca, México. *Mastozoología Neotropical* 19(2): 225-241.
- Layne, J. y D. Glover. 1977. Home range of the armadillo in Florida. *Journal of mammalogy*. 58: 411-413. *In* Los mamíferos silvestres de México. Ceballos, G. y G. Oliva, eds. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica, 986 pp.
- Lira-Torres, I., C. Galindo-Leal y M. Briones-Salas. 2011. Mamíferos de la Selva Zoque, México: riqueza, uso y conservación. *Revista de Biología Tropical* 60(2): 781-797.
- Lira-Torres, I., L. Mora, M. Camacho y R. Galindo. 2006. Mastofauna del cerro de la Tuza, Oaxaca. *Revista Mexicana de Mastozoología* 9: 6-20.
- Lira-Torres, I., M. Camacho-Escobar y C. Hernández-Santiago. 2008. Mamíferos de la Bahía y Micro-Cuenca del Río Cacaluta, municipio de Santa María Huatulco, Oaxaca. *In* Diagnóstico de los recursos naturales de la Bahía y Microcuenca del Río Cacaluta, Municipio de Santa María Huatulco, Oaxaca Coord. Domínguez-Licona, J. M., 267-280 pp.
- López, J.A., C. Lorenzo, F. Barragán y J. Bolaños. 2009. Mamíferos terrestres de la zona lagunar del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80: 491-505.
- McBee, K. y R. Baker. 1982. *Dasyopus novemcinctus*. *Mammalian Species* 162: 1-9
- Mora-Ascencio, P., A. Mendoza-Durán y C. Chávez. 2010. Densidad poblacional y daños ocasionados por la ardilla *Sciurus aureogaster*. Implicaciones para la conservación

- de los viveros de Coyoacán, México. *Revista Mexicana de Mastozoología Nueva Época* 14: 7-22.
- Mora-Benavides, J. 2000. Mamíferos Silvestres de Costa Rica. San José: EUNED, 220 pp.
- Nowak, R. 1999. Walkers Bats of the world. Sexta edición. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 2:569-1362. *In* Los mamíferos silvestres de México. Ceballos, G. y G. Oliva, Eds. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica, 986 pp.
- Olguín-Monroy, H., L. León, U. Samper-Palacios y V. Sánchez-Cordero. 2008. Mastofauna de la región de los Chimalapas, Oaxaca, México. *In* Avances en el estudio de los Mamíferos de México. Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste S.C., México, 726 pp.
- Orr, R. 1978. Biología de los vertebrados. California Academy of Sciences. San Francisco California, 545 pp.
- Ortíz-Martínez, T., S. Gallina, M. Briones-Salas y G. González. 2005. Diversidad poblacional y caracterización del hábitat del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus oaxacensis*) en un bosque templado de la Sierra Norte de Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 21(3): 65-78
- Palacios-Romo, T., A. Sánchez-Vázquez, R. Contreras-Díaz y M. Pérez-Lustre. 2012. Inventario de Mamíferos en sistemas cafetaleros de sombra asociados a la cuenca de río Copalita, Oaxaca, México. *Therya* 3(3): 303-310.
- Pérez-Irineo, G. y A. Santos-Moreno. 2012. Diversidad de mamíferos terrestres de talla grande y media de una selva subcaducifolia del noreste de Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83: 164-169.
- Pérez-Lustre, M., R. Contreras-Díaz y A. Santos-Moreno. 2006. Mamíferos del bosque mesófilo de montaña del municipio de San Felipe Usila, Tuxtepec, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 10: 29-40.
- Pisces Conservation, 2002. Species Diversity and Richness. Versión 3.02. Disponible: <http://pisces-conservation.com>
- Portuguez Yactayo H., Matos Delgado D. y Araujo Flores S. 2015. Guía de Inventario de la fauna silvestre. Ministerio del ambiente Perú, 84 pp.

- Ramírez-Pulido, J., N. González-Ruíz, A. Gardner y J. Arroyo-Cabral. 2014. List of recent land mammals of Mexico. Special Publications Museum of Texas Tech University 63: 1-69.
- Reyes Velásquez, S. 2011. Diversidad y dieta de los Murciélagos frugívoros (Chiroptera: Sternodermatinae) en el Jardín Botánico de la Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, Oaxaca. Tesis de licenciatura. Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, Costa, Oaxaca.
- Revista Global hoy. 2010 Guía de conocimiento sobre medio ambiente. Consultado el 20 de noviembre de 2013: <http://www.gloobal.info/iepala/gloobal/fichas/ficha.php?Id=1547yentidad=Noticiasycabecera=medioambienteyopcion=documento>
- Rojas-Martínez, A., H. Godínez-Alvarez, A. Valiente-Banuet, M. del Coro Arizmendi y O. Sandoval-Acevedo. 2012. Frugivory diet of the lesser long-nosed bat (*Leptonycteris yerbabunae*), in the Tehuacán Valley of central Mexico. *Therya* 3(3): 371-380.
- Ruvalcaba-Gómez, G. 2014. Comunicación personal. Jardín Botánico "Chepilme" de la Universidad del Mar, región Costa Oaxaca.
- Salas-Morales, S. H., A. Saynes-Vásquez, y L. Schibli. 2003. Flora de la costa de Oaxaca, México: Lista florística de la región de Zimatán. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 72: 21-58.
- Sánchez-Rojas, G., V. Sánchez-Cordero y M. Briones-Salas. 2004. Effect of plant species, fruit density and habitat on post-dispersal fruit and seedd removal by spiny pocket mice (*Liomys pictus*) in a tropical dry forest in México. *Study of Neotropical Fauna and Environment* 39(1): 1-6.
- Santos-Moreno A. 2014. Los mamíferos del Estado de Oaxaca. *Revista Mexicana de Mastozoología Nueva época* 4(2): 18-32
- Santos-Moreno, A. y E. Ruíz. 2011. Diversidad de mamíferos de la región de Nizanda, Juchitán, Oaxaca, México. *Therya* 2(2): 155-168.
- Sarukhán, J. 2012. Jardines Botánicos, contribución a la conservación vegetal de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México D.F., 183 pp.

- Saunders, D.A., R.J. Hobbs y C.R. Margules. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology In* Temas sobre restauración ecológica. Secretaría de ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología y Unidos por la conservación A.C. México D.F. 254 pp.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2005. ¿Qué son las UMA?. Dirección General de Vida Silvestre. México D.F.
- SEMARNAT 2005 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). Dirección General de Vida silvestre. Consultado el 01 de junio de 2005. Disponible: http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe04/05aprovechaminto/recuadros/c_re_c1_05.htm
- SEMARNAT 2010 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección Ambiental, especies nativas de México de flora y fauna silvestres, categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio en la lista de especies en riesgo. Diario oficial de la Federación. Consultado el 22 de junio de 2014. http://dof.gobmx/nota_detalle.php?codigo=5173091yfecha=30/12/2010
- SEMARNAT 2012 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). Aprovechamiento de la vida silvestre: UMA. Consultado el 2 de junio de 2016. http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_resumen14/04_biodiversidad/4_6.html
- Statsoft. 2010. Versión 10. Disponible <http://www.statsoft.com/>
- Sowls, L. 1984. The Peccaries. The University of Arizona Press. Tucson. *In* Los mamíferos silvestres de México. Ceballos, G. y G. Oliva, Eds. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica, 986 pp.
- Trejo, R. 1998. Distribución y diversidad de selvas bajas en México: relaciones con el clima y el suelo. Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- Vaughan, T., J. Ryan y N. Czaplewski. 1999. Mammalogy. Saunders College Publishing. Philadelphia, 576 pp.
- Vaughan, T., J. Ryan y N. Czaplewski. 2000. Mammalogy, 4th Edition. Toronto, Canadá

- Vázquez J., V. Farías, L. Rodríguez-Martínez, A. Bautista, G. Palacios-Roque y M. Martínez-Gómez. 2013. Ámbito hogareño del conejo mexicano (*Sylvilagus cunicularis*) en un bosque templado del centro de México. *Theyra* 4(3): 581-595.
- Vergara, A. 2009. Contribución al conocimiento de los mamíferos grandes y medianos de San Juan Teponaxtla, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana. Córdoba Veracruz.
- Villalobos-Escalante A., A. Buenrostro-Silva y G. Sánchez de la Vega. 2014. Dieta de la zorra gris *Urocyon cinereoargenteus* y su contribución a la dispersión de semillas en la costa de Oaxaca, México. *Theyra, Revista Mexicana de Mastozoología* 5(1): 355-363.
- Wilson, D. 2009. Class Mammalia. *In Handbook of the mammals of the world*. Wilson, D.E y R.A. Mittermier, Eds. Vol. 1. Carnivores. Lynx editions, Barcelona España.
- Wilson, D. y D. Reeder. 2005. *Mammal Species of the World. A taxonomic and Geographic Reference*. Johns Hopkins University Press. Baltimore, 743 pp.
- Wyse-Jackson, P. y L. Sutherland. 2000. *Agenda Internacional para la Conservación en Jardines Botánicos*. Organización Internacional para la Conservación en Jardines Botánicos. Reino Unido, 94 pp.
- Zamorano, P. 2009. *La flora y la fauna silvestres en México y su regulación*. Procuraduría Agraria. México D.F., 159-67 pp.

12. ANEXO 1. PLAN DE MANEJO PARA LOS MAMÍFEROS MEDIANOS Y GRANDES EN EL JARDÍN BOTÁNICO “CHEPILME” DE LA UNIVERSIDAD DEL MAR

12.1. Introducción

El crecimiento poblacional desmedido ha fragmentado y reducido la vegetación formando un mosaico heterogéneo de vegetación, el cual modifica la distribución de las especies animales en respuesta a las condiciones de estos (Karr *et al.* 1982, Staicer 1992, García Estrada *et al.* 2006). En este sentido, los parches pequeños pueden ser importantes para mantener la riqueza de especies de la fauna de una región al funcionar como islas para refugio, reproducción y alimentación (Turner y Corlett 1996, Bojorges y López-Mata 2005). El hábitat se puede definir como el espacio que reúne las condiciones y características físicas y biológicas necesarias para la supervivencia y reproducción de una especie, para perpetuar su presencia (Trefethen 1964, Hall *et al.* 1997, Storch 2003). El hábitat es específico para cada especie (independientemente de su definición como término en hábitat real o potencial), y depende de la preferencia o necesidades de los organismos a características particulares de su entorno, puede ser compartido por una o varias especies, y es caracterizado por cierta uniformidad de las condiciones bióticas y abióticas (biocenosis) (Morrison *et al.* 1998, Garshelis 2000, Storch 2003, Álvarez 2004).

Los mamíferos medianos y grandes desempeñan papeles ecológicos muy importantes en los ecosistemas, tales como la dispersión, depredación y germinación de semillas de numerosas especies vegetales, cambiando la estructura y composición vegetal. Actúan en procesos de herbivoría, como depredador y presa; además, son controladores biológicos de poblaciones de insectos. La pérdida de estos organismos podría causar efectos devastadores, debido a su contribución en los ecosistemas (Alonso *et al.* 2001, Bolaños y Naranjo 2001).

Para contrarrestar la destrucción de la biodiversidad por actividades humanas, se han creado iniciativas para decretar áreas naturales protegidas en sus distintos tipos a través de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP); sin embargo, debido a la problemática de nuestro país sobre la tenencia de la tierra, en el que

aproximadamente 80% del territorio se encuentra en regímenes comunales o ejidales, una estrategia que ha dado resultados es el decreto de Áreas Privadas de Conservación, que consiste en actividades de protección y uso apropiado de los recursos naturales con la participación voluntaria de actores privados o propietarios lo que ha tenido éxito en las últimas décadas y se ha fortalecido con un sistema de incentivos públicos y privados (Zaragoza-Quintana *et al.* 2015). Otra iniciativa para la conservación de la vida silvestre fue la creación de jardines botánicos que históricamente han desempeñado un papel importante para la conservación de la vegetación, como en temas de educación y conservación.

Por lo tanto, resulta de vital importancia diseñar planes de manejo específicos para cada lugar; sin embargo, los planes de manejo tipo, establecidos en México, se enfocan principalmente a especies bajo un régimen de Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) o Área Natural Protegida (ANP). Específicamente, la Ley General de Vida Silvestre (Decreto en 2010 y cuya última reforma fue publicada en 2015), en su artículo tercero, párrafo XXXV, define al plan de manejo como: El documento técnico operativo de las Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre sujeto a aprobación de la Secretaría, que describe y programa actividades para el manejo de especies silvestres particulares y sus hábitats y establece metas e indicadores de éxito en función del hábitat y las poblaciones.

Ante esta situación el presente documento es un parteaguas en el manejo de mamíferos medianos y grandes en vida libre asociados a un jardín botánico, que establecerá las bases para la conservación de estas especies a un largo plazo. El documento consta de los siguientes apartados: objetivo, descripción del área de manera general, zonificación del jardín botánico, influencia externa y, finalmente, una sección sobre educación ambiental para visitantes y pobladores de las comunidades aledañas. La propuesta está basada en el trabajo de campo y en el resultado de los análisis estadísticos, los cuales indicaron que el agua fue el factor más importante y que influyó en la presencia y distribución de las especies.

12.2. Objetivo

Utilizar los registros de mamíferos medianos y grandes, así como la información de la evaluación de su hábitat para generar una propuesta de manejo del jardín botánico “Chepilme” de la Universidad del Mar.

12.3. Descripción del área

El Jardín Botánico “Chepilme” de la Universidad del Mar está ubicado en el municipio de San Pedro Pochutla, a 3.5 km al noroeste de la cabecera municipal, con una superficie de 8.5 hectáreas. La temperatura promedio es de 28° C y oscila entre los 15 y los 42° C (Salas-Morales *et al.* 2003). El jardín botánico se caracteriza porque tiene senderos para diversos usos: mantenimiento, recorridos para los visitantes y limpieza del área perimetral. El sendero utilizado por los visitantes inicia en la entrada principal (15°46'13.5" N, 96°26'51.8" W, 153 m snm); se dirige al norte, noreste y del este al oeste, respectivamente, recorriendo 730 metros de longitud, lo cual cubre una tercera parte del total de la superficie. En el sendero se ha colocado un panel informativo sobre la fauna de la región, a lo largo del recorrido hay tres áreas de descanso, con bancas de madera hechas por los mismos trabajadores. A 27 metros de la entrada en dirección este, se ubica un área al aire libre de actividades lúdicas, en la cual hay una mesa y bancas de madera, una lona que cubre la parte superior, algunos anaqueles, pizarrón y un lavamanos, donde se reúne a los visitantes y se realizan diversas actividades para reforzar la información proporcionada en el recorrido, desde juegos hasta teatro guiñol. Existe una segunda entrada al jardín botánico (15°46'17.59" N, 96°26'50.23" W, 161 msnm) utilizada solo por los trabajadores, se ubica al extremo norte a 132 metros de la entrada principal, a un costado está la bodega y un sanitario (Figura 3).

Por el jardín atraviesan dos arroyos: el primero pasa a 15 metros de la entrada principal, ubicada al oeste, y atraviesa la malla perimetral del lado sur; tiene 285 m de longitud; el segundo arroyo tiene una longitud de 145 m, inicia del lado norte en dirección al sur. En el polígono fueron construidos dos bebederos circulares hechos con cemento y piedra, con un radio de 40 cm y una altura de 30 cm del suelo; el primero de ellos está a 146

metros de la entrada principal, y el segundo a 210 metros de dicha entrada, ambos en dirección oriente (Figura 3).

En la parte sur del jardín está instalado un invernadero, donde se reproducen diversas especies vegetales y se mantiene una colección de orquídeas. Cabe mencionar que el jardín botánico no tiene el servicio de energía eléctrica y el agua es abastecida por un pozo.

La vegetación está en proceso de regeneración, lo cual es más evidente en la parte oriente del área; en el resto del polígono se han plantado especies nativas con fines educativos y ornamentales, predominan las especies caducifolias propias de las selvas secas de la región costa del estado.

12.4. Zonificación del jardín botánico

Se proponen cuatro zonas para el manejo del jardín botánico: a) zona de visitantes, b) zona de actividades cotidianas, c) zona de uso restringido y d) zona de protección. A continuación se detallan algunas consideraciones para su propuesta, así como la sugerencia de actividades permitidas y no permitidas en cada zona.

12.4.1. Zona de visitantes. Tiene una superficie de 27,032.06 m², es el área más cercana a las dos entradas al jardín, donde se reciben a los visitantes y generalmente hay actividades humanas la mayor parte del día. En el sendero que es recorrido durante las visitas guiadas, no se han realizado construcciones de alto impacto. Existen tres áreas de descanso hechas con materiales de la región. Las coordenadas extremas del polígono son: 15°46'12.39 N, 96°26'52.57 W; 15°46'15.54 N, 96°26'50.75 W; 15°46'09.57 N, 96°26'45.25 W y 15°46'11.46 N, 96°26'45.83 W, 157 msnm (Figura 4).

Las actividades permitidas son:

- I. Conservación.
- II. Investigación científica.

- III. Video y fotografía.
- IV. Educación ambiental.
- V. Establecimiento de infraestructura temporal y permanente de bajo impacto.
- VI. Campamentos temporales (en los lugares destinados para este fin).
- VII. Actividades grupales que no implique ruido excesivo.
- VIII. Obras de mantenimiento de los senderos.

Las actividades no permitidas son:

- I. Introducción de especies exóticas y domésticas.
- II. Extracción de organismos vivos o muertos de flora y fauna silvestre cuya finalidad no sea la de investigación y/o no sea justificada.
- III. Hacer fogatas sin supervisión.
- IV. Realizar actividades que impliquen ruidos excesivos.
- V. Tirar, arrojar, verter o descargar residuos sólidos y/o líquidos.

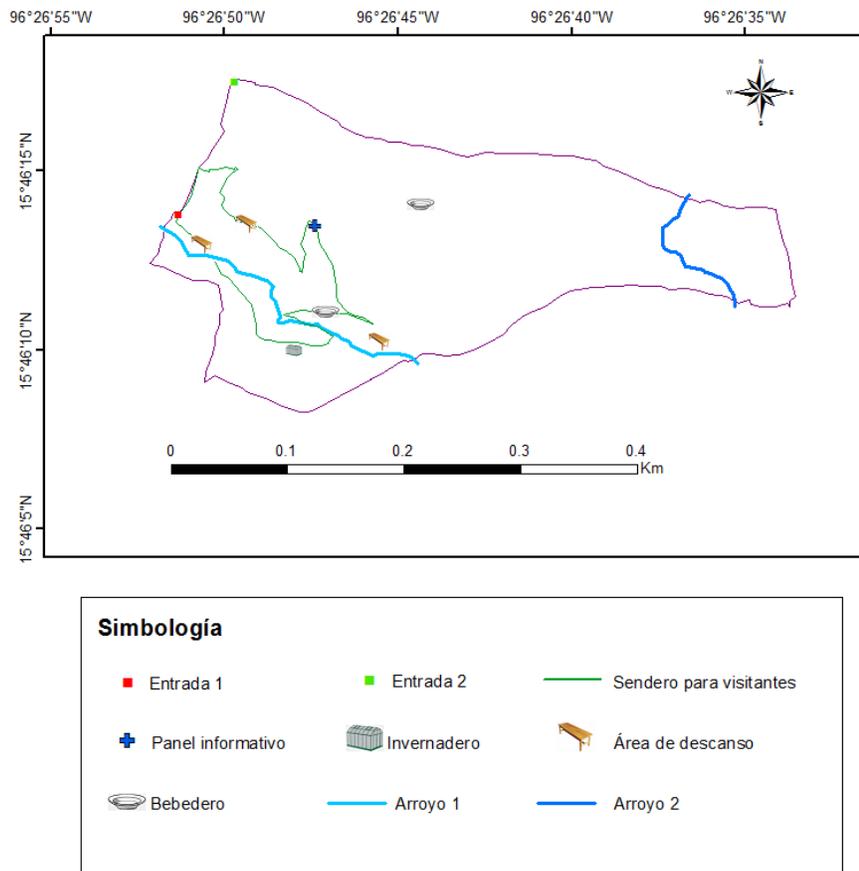


Figura 3. Puntos de referencia en el polígono del Jardín Botánico “Chepilme”

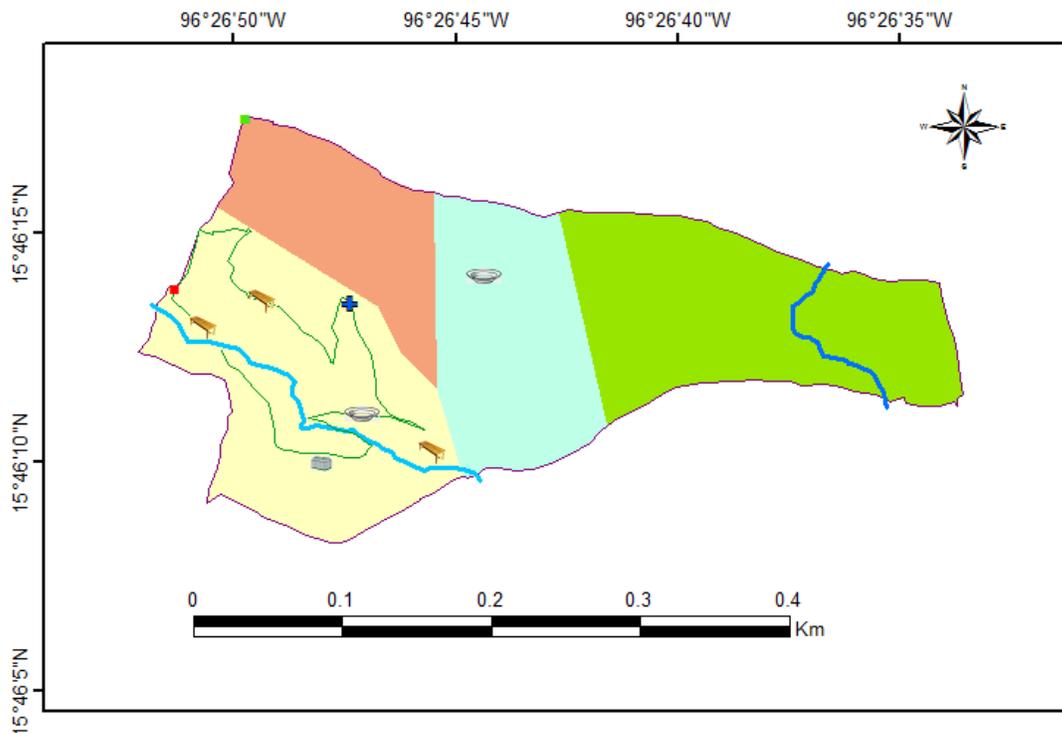


Figura 4. Zonificación del polígono del Jardín Botánico “Chepilme”.

12.4.2. Zona de actividades cotidianas. Tiene una superficie de 12,619.95 m², en esta área se han abierto senderos utilizados para el mantenimiento del lugar, así como la construcción de una bodega para almacenamiento, ubicada a un costado de la entrada; en esta zona hay actividades humanas de manera constante. las coordenadas extremas son: 15°46'15.52 N, 96°26'50.75 W; 15°46'17.49 N, 96°26'49.99 W; 15°46'11.46 N, 96°26'45.83 W y 15°46'15.75 N, 96°26'45.84 W; 162 msnm (Figura 4).

Las actividades permitidas son:

- I. Conservación.
- II. Investigación científica.
- III. Video y fotografía.
- IV. Educación ambiental.
- V. Establecimiento de infraestructura temporal y permanente de bajo impacto.
- VI. Campamentos temporales (en los lugares destinados para este fin).
- VII. Actividades grupales que no impliquen ruido excesivo.
- VIII. Obras de mantenimiento de los senderos.

Las actividades no permitidas son:

- I. Introducción especies exóticas y domésticas.
- II. Talar para cualquier tipo de uso.
- III. Extracción organismos vivos o muertos de fauna silvestre cuya finalidad no sea la investigación científica.
- IV. Tirar, arrojar, verter o descargar residuos sólidos y/o líquidos.
- V. Apertura de nuevos senderos.
- VI. Uso de forma inadecuada o irresponsable del fuego.

12.4.3. Zona de uso restringido. Tiene una superficie de 16,938.29 m², es la zona central, entre el área de visitantes y la zona de protección, donde se realizan actividades humanas en menor grado. Se propone que las condiciones actuales del ecosistema se mantengan, e incluso mejorarlas en los sitios que así se requiera. Además se podrán realizar excepcionalmente actividades de aprovechamiento que no modifique el ecosistema y que se encuentren sujetas a estrictas medidas de control. El área está ubicada entre las siguientes coordenadas: 15°46'15.75 N, 96°26'45.84 W; 15°46'15.30 N, 96°26'43.05 W; 15°46'10.64 N, 96°26'42.01 W y 15°46'09.57, 96°26'45.25 W; 156 msnm (Figura 4).

Las actividades permitidas son:

- I. Conservación.

- II. Investigación científica.
- III. Video y fotografía.
- IV. Monitoreo ambiental.
- V. Educación ambiental.
- VI. Establecimiento de infraestructura temporal de bajo impacto.
- VII. Campamentos temporales.

Las actividades no permitidas son:

- I. Construcción de cualquier tipo de infraestructura permanente.
- II. Extracción organismos vivos o muertos de fauna silvestre cuya finalidad no sea de investigación y no esté justificada.
- III. Realizar actividades grupales o individuales que impliquen ruido excesivo.
- IV. Tirar, arrojar, verter o descargar residuos sólidos y/o líquidos.
- V. Encender fogatas con leña.
- VI. Apertura de nuevos senderos.
- VII. Perturbación del paisaje.
- VIII. Uso del fuego de forma inadecuada o irresponsable.

12.4.4. Zona de protección. Tiene una superficie de 24757.52 m², es el área conocida como “el basurero”. Es la zona que se encuentra más alejada de las actividades humanas y, a pesar de haber sido un tiradero de basura hace 30 años, la vegetación tiene mayor proceso de regeneración. Esta zona es atravesada un arroyo temporal, en dirección norte-sur, el arroyo atraviesa la barda perimetral, la malla tiene una elevación del piso de 60 cm aproximadamente, para permitir el paso libre del agua en época de lluvias; estos dos espacios son los únicos para el tránsito de fauna. Se encuentra entre las coordenadas: 15°46'15.30 N, 96°26'43.03 W; 15°46'13.67 N, 96°26'34.49 W; 15°46'10.64 N, 96°26'42.01 W y 15°46'11.22 N, 96°26'33.98 W; 157 msnm (Figura 4).

Las actividades permitidas son:

- I. Conservación.
- II. Investigación científica.

- III. Video y fotografía.
- IV. Monitoreo ambiental.

Las actividades no permitidas son:

- I. Modificación de las condiciones naturales del lugar.
- II. Construcción de cualquier tipo de infraestructura permanente o temporal.
- III. Apertura de nuevos senderos.
- IV. Obstrucción o desvío del cauce del arroyo.
- V. Extracción de organismos vivos o muertos de fauna silvestre cuya finalidad no sea de investigación y no sea justificada.
- VI. Montar campamentos.
- VII. Hacer fogatas.
- VIII. Tirar, arrojar, verter o descargar residuos sólidos y/o líquidos.

Las cuatro zonas propuestas fueron delimitadas considerando la presencia de mamíferos medianos y grandes en el lugar durante el trabajo de campo, así como las labores cotidianas que realiza el personal de mantenimiento. La propuesta busca no entorpecer las actividades que ya se realizan actualmente. Los cambios realizados en el Jardín Botánico “Chepilme”, como los senderos y áreas de descanso no han representado aparentemente un impacto negativo en la presencia de fauna, posiblemente porque fueron construidos con materiales de la región. Actualmente, de acuerdo a la información proporcionada por el jefe del Jardín Botánico, se planea la construcción de un bodega y sanitarios muy cerca del área de recepción de los visitantes, por lo que las dos terceras partes del jardín continuarían estando casi intactas.

12.5. Área de influencia externa. El polígono del Jardín Botánico “Chepilme” delimita al oriente con un terreno de aproximadamente 160 hectáreas, al parecer con selva baja caducifolia en buen estado de conservación. Esta área puede ser el refugio principal para la fauna silvestre, principalmente para los mamíferos medianos y grandes, y probablemente usan el jardín para buscar comida o zona de paso. Al oeste se ubica la carretera que anteriormente comunicaba a San Pedro Pochutla con Santa María

Huatulco; actualmente, esta carretera no es muy transitada pero representa cierto peligro para la fauna al atravesarla (Figura 5).

Al sur del jardín botánico habitan dos familias que tienen dos perros y aves de traspatio; cuya actividad pudiera representar la mayor influencia negativa para la fauna silvestre.

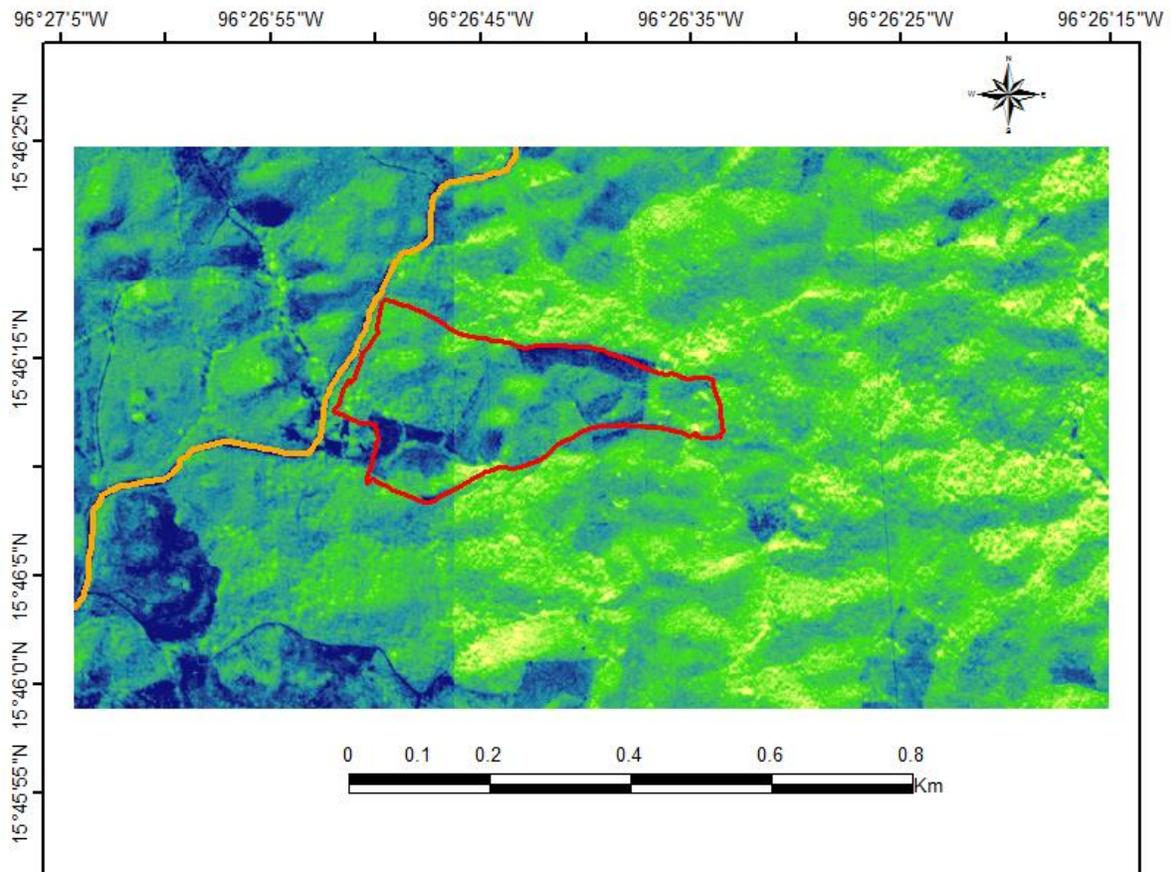


Figura 5. Área de influencia externa al Jardín Botánico “Chepilme”.

12.6. Educación ambiental para visitantes. La participación de la sociedad en actividades en pro del medio ambiente, representa uno de los elementos clave en el desarrollo intelectual que posibilita profundos cambios personales y sociales. Pero hace falta reorientar la educación hacia la comprensión, análisis crítico, apoyo personal y público respecto a actividades de conservación. Para ello se insiste en que la educación ambiental debe ser aquella que posibilite que la humanidad pueda dirigir su propio desarrollo incrementando las opciones para una participación social crítica, consiente y responsabilizada.

Dentro de las actividades lúdicas que se realizan durante las visitas de estudiantes, se propone enfatizar la relación directa entre la vegetación y la presencia de la fauna silvestre en general y de los mamíferos medianos y grandes en particular, con la finalidad de crear conciencia y puedan influenciar en su núcleo familiar y en la comunidad. Asimismo, se sugiere fortalecer el vínculo del jardín botánico con la sociedad a través de pláticas informativas a los habitantes de las comunidades aledañas para que tomen conciencia de la importancia de preservar la flora y la fauna de la zona. Para lograr estos propósitos se propone lo siguiente:

- a. Incrementar el número de paneles informativos dentro de la zona de recorridos los cuales enfatizen la presencia de mamíferos del lugar.
- b. Particularizar la relación entre la vegetación y la presencia de mamíferos medianos y grandes como parte de la información que se da a los visitantes en los recorridos guiados.
- c. Ofrecer recorridos guiados a los vecinos y realizar pláticas informativas sobre la importancia de la vegetación y su relación con la presencia de fauna silvestre.
- d. Invitar a las autoridades de las agencias municipales cercanas para visitar el jardín botánico y compartirles información sobre la importancia del lugar y los beneficios de la presencia de fauna silvestre.

Finalmente, cabe aclarar que las actividades propuestas estarán sujetas a la aprobación de las autoridades de la Universidad del Mar, disponibilidad del personal, el calendario escolar y presupuesto económico.

12.7 Recomendaciones

1.- Implementar la zonificación y respetar las actividades permitidas y no permitidas en cada zona

2.- Incrementar el número de bebederos sobre todo en la zona de uso restringido y de protección, se recomienda tener cuatro bebederos por zona como máximo.

3.- Con base en los resultados y los cuales señalan que pueden existir más especies que no fueron registradas, se recomienda la continuación de los monitoreos para tener una estimación actual de la riqueza de la zona; los cuales podrían ser anuales, al menos dos en época húmeda y dos en época seca con los mismos métodos utilizados en el presente trabajo. Dichos monitoreos deberán realizarse a mediano (3 años) y largo plazo (5 años) para corroborar la eficacia del plan y realizar los ajustes pertinentes.

12.8 Metas

-Corto plazo (1 año)

- Implementar la zonificación.
- Respetar las actividades permitidas y las no permitidas en cada zona.
- Colocación de los bebederos recomendados.
- Colocación de paneles informativos alusivos a mamíferos medianos y grandes.

-Mediano plazo (3 años)

- Platicas informativas con los pobladores de localidades aledañas al Jardín.
- Continuidad en el monitoreo de mamíferos medianos y grandes.

-Largo plazo (5 años)

- Continuidad en el monitoreo de mamíferos medianos y grandes.

12.9 Indicadores de éxito

- Continuidad del proceso de regeneración vegetal e las zonas de uso restringido y de protección.
- Utilización de los nuevos bebederos por la fauna silvestre.
- Mayor cantidad de avistamientos de mamíferos medianos y grandes.

12.10 REFERENCIAS

- Alonso, A., F. Dallameier y P. Campbell. 2001. Urubamba: The biodiversity of a Peruvian rainforest. Smithsonian Institution. Washington, D.C., 244 pp.
- Álvarez, S. 2004. Uso del hábitat por el borrego cimarrón *Ovis canadensis weemsi* en la Sierra del Mechudo, Baja California Sur, México. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- Bojorges, J. y L. López-Mata. 2005. Riqueza y diversidad de especies de aves en una selva mediana subperennifolia en el centro de Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 21: 1-20.
- Bolaños, C. y J.E. Naranjo. 2001. Abundancia, densidad y distribución de las poblaciones de ungulados en la cuenca del río Lacatún, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 5: 45-57.
- García Estrada C., A. Damon, C. Sánchez-Hernández, L. Soto-Pinto y G. Ibarra-Núñez. 2006. Bat diversity in montane rainforest and shaded coffee under different management regimes in southeastern Chiapas, Mexico. *Biological Conservation* 132: 351-361.
- Garshelis D. 2000. Delusions in habitat evaluation: measuring use, selection, and importance. Pp. 111–164. *In*: Boitani, L. y T.K. Fuller (eds.). *Research techniques in animal ecology: controversies and consequences*. Columbia University Press, New York.
- Hall L., P. Krausman y M. Morrison. 1997. The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin* 25: 173–182.
- Karr J., D. Schemske y N. Brokaw. 1982. Temporal variation in the understory bird community of a tropical forest. pp. 441-453. *In*: E. G. Leigh Jr., A. S. Rand & D. M. Windsor (Eds.). *The ecology of a tropical forest*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Ley General de Vida Silvestre. 2015. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación. México D.F., 68 pp.
- Morrison M., B. Marcot y R. Mannan. 1998. *Wildlife habitat relationships: concepts and applications* (2a. ed.). The University of Wisconsin Press. Madison, Wisconsin.

- Salas-Morales, S. H., A. Saynes-Vásquez, y L. Schibli. 2003. Flora de la costa de Oaxaca, México: Lista florística de la región de Zimatán. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 72: 21-58.
- Staicer C. 1992. Social behavior of the Northern Parula, Cape May Warbler, and Prairie Warbler wintering in second-growth forests in southwestern Puerto Rico, pp. 308-320. *In: J. M. Hagan & D. W. Johnston (Eds.). Ecology and conservation of Neotropical migrant landbirds.* Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Storch, I. 2003. Linking a multiscale habitat concept to species conservation. Pp. 303–320. *In: Bissonette J. e I. Storch (eds.). Landscape ecology and resource management: linking theory with practice.* Island Press, Washington, D.C
- Trefethen J. 1964. *Wildlife management and conservation.* D.C. Heath & Co, Boston
- Turner I. y R. Corlett. 1996. The conservation value of small, isolated fragments of lowland tropical rain forest. *Trends in Ecology and Evolution* 11: 330-333.
- Zaragoza-Quintana E., Mac Swiney-González M. y Hernandez-Betancourt S. 2015. La conservación de la Biodiversidad en las tierras privadas de México. *Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad Autónoma de Nuevo León* 75: 8-14.