



Universidad del Mar
Campus Puerto Escondido

**Riqueza y distribución de mamíferos medianos en la
Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, Oaxaca y
educación ambiental para su conservación**

TESIS

Que para obtener el Grado de

Maestra en Ciencias: Manejo de Fauna Silvestre

Presenta

Biól. María Jessica Santos Reyes

Director

Dr. Carlos García Estrada

Co-Directora

M. C. Helisama Colín Martínez

Puerto Escondido, Oaxaca, Septiembre 2024

Dedicatoria

Dedico este logro a mi hermosa hija Amy Isabella, quien llegó a enseñarme el verdadero significado de la vida y mostrarme que el amor no tiene límites.

A mi madre, quien, a pesar de no estar presente, sus enseñanzas aún permanecen en mi memoria y han sido clave para alcanzar mis objetivos.

A mi esposo Flavio Enrique, compañero de vida, amigo y colega, que me ha enseñado el poder de la perseverancia.

A mi padre que siempre ha sido un gran apoyo para mí y mis hermanas.

A mis dos hermanas, María Consuelo y Sandra que siempre me alentaron a seguir con mis objetivos y me han apoyado en cada paso que doy.

Agradecimientos

A mis hermanas que me han apoyado con el cuidado de mi hija para poder culminar con este proyecto.

A mi padre, por su gran apoyo durante los años de maestría y siempre tuvo un plato de comida que ofrecer.

A mi esposo que estuvo presente para alentarme a seguir durante la elaboración de este trabajo.

A mis compañeros de clases, con quienes trabajamos largas horas para sacar adelante nuestras materias.

Al doctor Carlos García Estrada por toda la enseñanza para el desarrollo de este trabajo, por su tiempo y dedicación para resolver cada una de mis dudas.

Al coordinador de la maestría, el doctor Miguel Ángel De Labra ya que siempre estuvo atento para apoyarnos desde el inicio de la maestría.

A mi comité tutorial, la maestra Helisama Colín Martínez y la maestra Rosario García Alavez y mis revisores la doctora Rosalía Guerrero Arenas y el doctor Eduardo Jiménez Hidalgo que con sus recomendaciones enriquecieron este trabajo.

A la UMAR, por prestar las instalaciones para realizar el trabajo de campo y los videos de educación ambiental.

Al técnico del laboratorio de SIG de la UMAR, el biólogo Ramón, Puerto Escondido por proporcionarme los archivos shapefile para realizar el mapa de distribución de registros.

A CONAHCyT por brindar el apoyo económico con CVU:1150933 durante el periodo octubre 2021 a octubre 2023.

Contenido

ÍNDICE DE FIGURAS	i
ÍNDICE DE TABLAS	ii
RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN	3
2. MARCO CONCEPTUAL	6
2.1 Órdenes de mamíferos medianos en la Planicie Costera del Pacífico	6
2.1.1 Didelphimorphia	6
2.1.2 Cingulata.....	6
2.1.3 Pilosa	7
2.1.4 Lagomorpha	7
2.1.5 Carnivora	8
2.1.6 Artiodactyla	8
2.1.7 Rodentia.....	9
2.2 Educación ambiental	9
2.2.3 Educación ambiental informal.....	12
2.3. Percepción ambiental	12
3. ANTECEDENTES	12
3.1. Estudio de mamíferos medianos en Oaxaca.....	12
3.2 Estudios de los mamíferos medianos en la Planicie Costera del Pacífico.....	14
3.3 Estudios de educación ambiental para la conservación en México	15
3.4 Estudios de educación ambiental para la conservación en Oaxaca	17
4. OBJETIVOS.....	19
4.1 Objetivo general	19
4.2 Objetivos específicos	19
5. HIPÓTESIS.....	20
6. MATERIALES Y MÉTODOS	20
6.1 Área de estudio	20
6.2 Métodos	24
6.2.1 Muestreo de mamíferos medianos	24
6.2.1.1 Métodos directos.....	24

6.2.1.1.1	Trampas Havahart.....	24
6.2.1.1.2	Registros visuales	24
6.2.1.1.3	Fotografías	25
6.2.1.2	Métodos indirectos.....	25
6.2.1.2.1	Cámaras trampa.....	25
6.2.1.2.2	Huellas, excretas y madrigueras.....	25
6.2.3	Educación ambiental.....	26
6.2.2.1	Elaboración de la escala tipo Likert	26
6.2.2.2	Elaboración y edición de videos de educación ambiental.....	27
6.2.3.1	Curvas de acumulación de especies	27
6.2.3.2	Riqueza de especies de mamíferos medianos.....	28
6.2.3.2.1	Modelos no paramétricos	28
6.2.3.2.2	Diversidad alfa: Índice de equidad	29
6.2.3.3	Relación entre la distancia mínima a las edificaciones y registros de mamíferos medianos.....	30
6.2.3.4	Evaluación de la estrategia de educación ambiental.....	30
7.	RESULTADOS.....	32
7.1	Lista de especies	32
7.3	Curva de acumulación de especies.....	35
7.4	Riqueza de especies de mamíferos medianos	36
7.4.1	Estimadores no paramétricos	36
7.5	Diversidad alfa: Índice de equidad.....	36
7.7	Educación ambiental.....	38
8.	DISCUSIÓN.....	40
8.1	Riqueza de especies	40
8.2	Registros de especies silvestres y domésticas.....	41
8.3	Distribución espacial	47
8.4	Educación ambiental para la conservación	48
9.	RECOMENDACIONES	52
10.	CONCLUSIONES.....	53
11.	REFERENCIAS	53
12.	ANEXO I.....	67

13. ANEXO II..... 70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Subprovincias fisiográficas del estado de Oaxaca. Tomado y modificado de Briones-Salas <i>et al.</i> (2016).	13
Figura 2. Ubicación de la Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, Planicie Costera del Pacífico.....	21
Figura 3. a) Universidad del Mar en febrero del 2018 y b) febrero del 2021. Se señala con flechas blancas las instalaciones y expansiones que se realizaron. Imágenes tomadas de Google Earth Pro 7.3.4.8248.....	23
Figura 4. Imágenes de las especies de fauna silvestre capturadas con distintos métodos. a) ejemplar de <i>Didelphis virginiana</i> capturado con trampa Havahart, b) ejemplar de <i>Sciurus aureogaster</i> capturado mediante cámara trampa, c) excretas de <i>Sylvilagus floridanus</i> , d) excretas de <i>Urocyon cinereoargenteus</i> y e) ejemplar de <i>Herpailurus yagouaroundi</i> capturado mediante cámara trampa.....	33
Figura 5. Curva de acumulación de especies de mamíferos medianos de acuerdo al algoritmo Mao Tao, sus intervalos de confianza, y al modelo de Clench.....	36
Figura 6. Registro de las especies de mamíferos medianos encontradas en la Universidad del Mar, campus Puerto Escondido	37
Figura 7. Número de registros de los mamíferos medianos, a) <i>Didelphis virginiana</i> , b) <i>Sciurus aureogaster</i> y c) <i>Sylvilagus floridanus</i> , y su relación con la distancia mínima a las edificaciones de la Universidad del Mar, campus Puerto Escondido.	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Listado de especies de mamíferos medianos registradas mediante métodos directos (TH: Trampa Havahart, RV: Registro visual, RO: Registro olfativo) e indirectos (CT: Cámara trampa, E: Excretas). 33

Tabla 2. Número de registros válidos y no válidos (entre paréntesis) obtenidos mediante métodos directos (TH: Trampa Havahart, RV: Registro visual, VO: Registro olfativo) e indirectos (CT: Cámara trampa, E: Excretas). 34

Tabla 3. Número total de alumnos por licenciatura, y número de alumnos que participó en las encuestas 39

RESUMEN

Oaxaca es el estado con el segundo lugar en riqueza de mamíferos en México. Particularmente, en la subprovincia Planicie Costera del Pacífico se han reportado 121 especies, de las cuales 29 son mamíferos medianos. Estos organismos pesan entre 101 gramos y 10 kilogramos, son considerados indicadores de la calidad de los ecosistemas debido a sus requerimientos del hábitat y a que intervienen en diversos procesos ecológicos. A pesar de la importancia de los mamíferos medianos, sus especies están enfrentando severas amenazas. Por ello es importante implementar estrategias que apoyen la conservación de estas especies. Además, la educación ambiental es una herramienta fundamental en la generación de estrategias de conservación. El objetivo del trabajo fue estimar la riqueza de mamíferos medianos en la Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, Oaxaca; así como implementar una estrategia de educación ambiental enfocada en la conservación de los mamíferos medianos. El muestreo incluyó métodos directos e indirectos, durante seis periodos mensuales de siete días, de diciembre de 2021 a mayo de 2022. Se determinó la relación entre la distancia mínima a las edificaciones y el número de registros. Se evaluó la percepción de los alumnos a nivel licenciatura antes y después del envío de cinco videos informativos; la estrategia fue virtual debido a las restricciones de la pandemia. Se obtuvieron 300 registros de mamíferos medianos, pertenecientes a seis especies silvestres. El tlacuache (*Didelphis virginiana*), la ardilla gris (*Sciurus aureogaster*) y el gato doméstico (*Felis silvestris catus*) tuvieron un aumento en el número de registros en comparación a un estudio previo en el 2018; mientras el número de registros del conejo (*Sylvilagus floridanus*) disminuyó, lo cual sugiere una respuesta diferencial a la perturbación. Se encontró una relación inversamente proporcional y significativa entre la distancia mínima a las edificaciones y el número de registros para el tlacuache y la ardilla gris. El registro de las especies silvestres es explicado por sus hábitos generalistas y adaptación a la perturbación. No se detectó un cambio positivo en la población estudiantil posterior a la implementación de la estrategia de educación ambiental. La poca participación estudiantil refleja una indisposición de los alumnos en la

participación de la estrategia a través de medios electrónicos durante la pandemia causada por el COVID-19, lo cual pudo haber sido distinto en condiciones de educación ambiental presencial.

1. INTRODUCCIÓN

Los mamíferos medianos son un grupo diverso de organismos y se clasifican de acuerdo a su peso corporal, aquellos que pesan entre 101 gramos y 10 kilogramos y comprenden especies con hábitos arborícolas, terrestres, escansoriales, fosoriales y acuáticas (Ceballos *et al.* 2005, Gallina y Saucedo 2021). Presentan tipos de alimentación muy variados, por lo que sus exigencias del hábitat son muy particulares (Gallina y Saucedo 2021). Los mamíferos medianos intervienen en varios procesos ecológicos importantes como la participación en los diferentes niveles tróficos en las cadenas alimenticias, regulación de herbívoros, y actúan como dispersores de semillas; por lo tanto, son considerados indicadores de la calidad de los ecosistemas (Rumiz 2010, Benchimol 2016).

Oaxaca es considerado el estado con mayor diversidad biológica de México, ocupa el primer lugar en la riqueza de especies de anfibios, reptiles y aves (Lavariega *et al.* 2017), y el segundo lugar en riqueza de mamíferos con 199 especies, de las cuales 15 son endémicas a la entidad (Sánchez-Cordero *et al.* 2014, Briones-Salas *et al.* 2019). Las subprovincias fisiográficas del estado con mayor número de especies de mamíferos son: La Sierra Madre de Oaxaca con 154 especies, la planicie Costera de Tehuantepec con 135 especies y la Sierra Madre del Sur con 127 (Briones-Salas *et al.* 2015). Las subprovincias con menor número de especies de mamíferos son: la Depresión del Balsas con dos especies, las Montañas y Valles del Occidente con 15 especies y la Depresión del Istmo de Tehuantepec con 64 especies (Briones-Salas *et al.* 2015). Por su parte, la Planicie Costera del Pacífico cuenta con 121 especies agrupadas en 11 órdenes, 27 familias, 74 géneros (Briones-Salas *et al.* 2015).

A pesar de la importancia de los mamíferos medianos, éstos enfrentan severas amenazas como son la pérdida y fragmentación del hábitat, la cacería excesiva y la introducción de especies exóticas (Lavariega *et al.* 2017, Lorenzo *et al.* 2017). Ante la amenaza a los mamíferos medianos, son de gran importancia las propuestas de

conservación, por lo que el establecimiento de Áreas Naturales Protegidas (ANP) es uno de los primeros esfuerzos para la conservación de la biodiversidad. Una de las categorías de las ANP son las Áreas Privadas de Conservación (APC) que han sido decretadas en terrenos de propietarios con distinto tipo de tenencia de tierra, por lo tanto, gran proporción de la riqueza del país depende de las decisiones que los propietarios tomen con relación al uso de la tierra (Zaragoza-Quintana y Swiney 2015, Briones-Salas *et al.* 2016). Por lo tanto, el hábitat natural presente en la propiedad social debe ser considerado parte fundamental tanto en la sustentabilidad de la fauna silvestre, como en la conservación de la biodiversidad (Hernández-Silva *et al.* 2018). En el estado de Oaxaca existen 880 áreas bajo alguna iniciativa de conservación, de las cuales 13 son ANP (seis federales y siete decretadas por el gobierno estatal), el resto fueron creadas por iniciativa de la sociedad civil (Briones-Salas *et al.* 2016). La creación de APC es fundamental para el mantenimiento de las poblaciones de los mamíferos medianos (Dias *et al.* 2014). Estas áreas están sujetas a regímenes especiales para la conservación, restauración y desarrollo con la participación voluntaria de actores privados o propietarios (Zaragoza-Quintana & Swiney 2015). Otras áreas que son complementarias para la conservación de la biodiversidad son las áreas verdes periurbanas debido a: la heterogeneidad de hábitats, baja densidad de red de caminos, ubicación exterior al casco urbano y una mayor superficie en comparación con los parques y jardines al interior de la ciudad (de Juana 2015). En el decreto de creación de la Universidad del Mar, Oaxaca, se establece procurar la conservación y mejora del medio físico (Periódico Oficial del Estado de Oaxaca 1992), es por ello que se considera un área verde periurbana con presencia de vegetación tanto nativa como algunas especies introducidas, lo que ha favorecido la presencia de algunas especies.

Al implementar estrategias de conservación en áreas cuyo objetivo es la conservación de la biodiversidad, tanto de iniciativa pública como privada, es importante mantener una relación con la población que interactúa de manera directa con los recursos naturales y quienes serán los responsables de la toma de decisiones para su protección y conservación (Lavariega *et al.* 2012a). Es por ello

que la educación ambiental es clave para que las personas adquieran conciencia sobre la importancia de preservar su entorno (Severiche-Sierra *et al.* 2016), se considera un proceso continuo que tiende a la formación de una cultura ecológica en la sociedad (Linares *et al.* 2004, Ramírez y Ramírez 2004). La educación es la herramienta necesaria para avanzar con solidez sin revertir los logros que se han alcanzado (Barahona y Almeida-Leñero 2005). Es un agente fortalecedor que promueve el conocimiento de los problemas sociales y naturales y los vincula sólidamente con sus causas (Linares *et al.* 2004), con ella el hombre se conoce así mismo, su sociedad y su entorno ecológico (Ramírez y Ramírez 2004).

En la Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, sitio en el que Villanueva Rodríguez (2019) estudió los mamíferos medianos terrestres. En dicho trabajo reportó ocho especies, de las cuales dos fueron domésticas. Aunque solo han pasado tres años desde de la realización del estudio, se han construido dos instalaciones más y se han ampliado otras cuatro, por lo que es necesario actualizar el estudio sobre la diversidad de mamíferos medianos dentro de la institución. Este trabajo pretende conocer la riqueza y distribución de los mamíferos medianos en la Universidad del Mar, así como implementar estrategias de educación ambiental para su conservación dentro de la institución.

2. MARCO CONCEPTUAL

2.1 Órdenes de mamíferos medianos en la Planicie Costera del Pacífico

Los estudios sobre mamíferos para la Planicie Costera del Pacífico reportan 11 órdenes (Briones-Salas *et al.* 2015). Para el caso de los mamíferos medianos se registran siete, los cuales son: Didelphimorphia, Cingulata, Pilosa, Lagomorpha, Carnivora, Artiodactyla y Rodentia (Castillo Pérez 2002, Hernández Hernández 2002, Buenrostro-Silva *et al.* 2012). A continuación, de cada orden se menciona su riqueza de especies, distribución, características diagnósticas y dieta.

2.1.1 Didelphimorphia

Este orden comprende a la mayoría de marsupiales del Continente Americano, cuenta con una familia y alrededor de 76 especies, de las cuales siete se distribuyen en México (Ceballos 2005a). Algunas de las características distintivas del orden son: caja craneana estrecha y relativamente pequeña, mejillas primitivas de tres premolares y cuatro molares; los machos tienen el escroto y testículos anterior al pene el cual carece de hueso peniano. En la mayoría de las especies, las hembras se caracterizan por presentar un marsupio (que es una estructura ventral en forma de bolsa) (Jones y Manning 1992). La mayoría de las especies han proliferado como consecuencia de las actividades antropogénicas (Ceballos 2005a). Los individuos de este orden son de hábitos carnívoros u omnívoros; todos incluyen una cantidad de materia animal en su dieta; se distribuyen en hábitats terrestres y arbóreos y una sola especie es semiacuática (Mora-Benavides 2000).

2.1.2 Cingulata

Los únicos miembros que representan al orden pertenecen a la familia Dasypodidae (conocidos como armadillos), la cual comprende nueve géneros vivos y 21 especies

(Álvarez-Castañeda *et al.* 2017, Nowak 2018), son especies características del continente americano (Sánchez *et al.* 2015). Estos organismos son caracterizados por ser los únicos cuyo cuerpo está cubierto por escudos de queratina superpuestas en capas óseas (Álvarez-Castañeda *et al.* 2017, Nowak 2018). Las especies que conforman este orden de mamíferos presentan diferente grado de fosorialidad y diferencias en la preferencia del hábitat, dieta y comportamiento (Aguilar y Superina 2015).

2.1.3 Pilosa

Los integrantes vivientes que componen a este orden se agrupan en cuatro familias, cinco géneros y 10 especies (Nowak 2018), actualmente solo existen en el continente americano (PROFEPA 2020a). Los miembros del orden Pilosa se diferencian de los armadillos por tener un cuerpo primario cubierto de pelo y ausencia de escudos dérmicos (Gardner 2007). Todos los miembros de las familias que componen el orden Pilosa son altamente especializados (Ginsberg 2013). Las especies de osos hormigueros se alimentan de hormigas y termitas usando su lengua larga y pegajosa para recolectar comida, las especies de perezosos utilizan la estrategia de desplazarse boca abajo por las ramas de los árboles con sus espinas colgando en curva catenaria (Ginsberg 2013).

2.1.4 Lagomorpha

El orden comprende alrededor de 65 especies agrupadas en dos familias: Ochodontidae y Leporidae (Ceballos 2005b). Habitan de forma nativa en casi todo el mundo, con excepción de Australia, el sur de América del Sur, el Caribe, Madagascar y Filipinas (Sánchez *et al.* 2015). Una de las características que los diferencia de los roedores es el segundo incisivo superior en forma de clavija que se encuentra detrás del gran incisivo anterior; generalmente poseen largas patas traseras, orejas largas y colas pequeñas, producen dos tipos de heces: redondas duras y viscosa, suave y oscura (Smith y Xie 2008). La mayoría de especies son

terrestres, pero algunas son semiacuáticas; son estrictamente herbívoros, consumen una variedad de hojas, tallos y cortezas de hierbas, arbustos y árboles (Ceballos 2005b). Los lagomorfos practican la coprofagia (reingestión del material fecal), lo cual les permite obtener los nutrientes esenciales del material como resultado de un segundo paso por el tracto alimenticio (Merrit 2014).

2.1.5 Carnivora

Este orden cuenta con 245 especies terrestres agrupadas en 107 géneros y 13 familias, tiene una distribución prácticamente cosmopolita (PROFEPA 2020b). Los representantes de este orden se caracterizan por estructuras especializadas para la alimentación carnívora, como son caninos muy desarrollados, premolares y molares adaptados para cortar y triturar, así como poderosos maxilares (Ceballos 2005c). La mayoría de los miembros de este orden son grandes, sin embargo, hay algunas excepciones pertenecientes a pequeños felinos, cánidos, prociónidos, mustélidos, civetas y aliados. No todos los miembros del orden Carnivora comen carne; aunque los gatos (Felidae) y comadrejas (Mustelidae) son principalmente carnívoros; los cánidos son oportunistas, comen todo tipo de vertebrados, moluscos, crustáceos, insectos, materia vegetal y carroña; la mayoría de los prociónidos y úrsidos son omnívoros (Merrit 2010).

2.1.6 Artiodactyla

Es uno de los órdenes más diversificados, existen 10 familias y alrededor de 220 especies (Ceballos 2005d). Los miembros de este grupo tienen una distribución cercanamente global, se encuentran en todos los hábitats desde el extremo norte de Groenlandia hasta el extremo sur de Tierra del Fuego (Guinsberg 2013). Entre sus representantes más conocidos están los cerdos, vacas, cabras de monte, venados, jirafas, hipopótamos, camellos y pecaríes (Barrientos-Llosa 2003). Los integrantes de este orden son ungulados de “dedos pares” (Parker y Haswell 1991), es decir, tienen pezuñas con dedos pares dos o cuatro. La mayoría de especies son

herbívoras, a excepción de los cerdos y los hipopótamos que no solo consumen plantas. Poseen un estómago complejo que les permite digerir celulosa (Barrientos-Llosa 2003, Reitz y Shackley 2012).

2.1.7 Rodentia

Son el grupo más numeroso de mamíferos, comprenden alrededor de 2021 especies (Ceballos 2005e), pueden encontrarse en gran número en todos los continentes, a excepción de la Antártida (PROFEPA 2020a). Son de tamaño pequeño a mediano, la principal característica de este grupo es que tienen en la mandíbula un par de incisivos muy largos y curvados con una raíz de crecimiento permanente, además carecen de caninos (Canevari y Fernández-Balboa 2003). La mayoría de las especies son de hábitos terrestres, pero hay grupos de hábitos arbóreos como las ardillas, otros de hábitos subterráneos como las tuzas e incluso de hábitos acuáticos como los castores. Así también, la mayoría de especies son herbívoras y su alimentación está basada en semillas, corteza, frutos, hojas, bulbos y follaje (Ceballos 2005e).

2.2 Educación ambiental

En la década de 1970 se comenzó a hablar de educación ecológica, y posteriormente de educación ambiental (Mayer 1998). Sin embargo, el término Educación Ambiental apareció desde 1965 en documentos de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) (Zabala y García 2008, Villadiego-Lorduy *et al.* 2014). La educación ambiental es definida de varias formas, pero en cada una de ellas siempre se considera como una disciplina o proceso que nos enseña la forma de comportarnos, así como promover el manejo responsable del ambiente y nuestros recursos (Fang *et al.* 2023). En 1972, con la declaración final de Estocolmo, se hace un llamado para establecer internacionalmente un programa de educación ambiental con enfoque

interdisciplinario escolar y extraescolar (Mayer 1998, Zabala y García 2008, Villadiego-Lorduy *et al.* 2014).

La educación ambiental se constituye en un proceso dinámico y participativo orientado a la búsqueda de alternativas que posibiliten la construcción de una sociedad justa participativa y diversa (García y Priotto 2009). La educación ambiental es un campo de conocimiento complejo y en construcción en el que se trabaja para impulsar los procesos tendientes al desarrollo sustentable (García y Priotto 2009).

A nivel mundial la investigación sobre educación ambiental se considera incipiente; para México el avance es medio (Reyes-Escutia y Bravo-Mercado 2008). Uno de los principales problemas de la educación ambiental en México es que se encuentra desvinculada de las investigaciones dirigidas a conocer la percepción ambiental (Calixto-Flores y Herrera-Reyes 2010). Otro de los problemas que presenta es que es muy pobre en todos los niveles, no se encuentra incluida de manera formal en las escuelas de cualquier grado a excepción de algunos programas de estudio de nivel licenciatura, algunos diplomados y posgrados, no han sido elaborados libros de texto a nivel básico y medio superior que toque estos temas, muchos educadores y profesores no están capacitados o interesados en manejar el tema, en los medios de comunicación no hay una orientación seria y permanente al respecto, así también nuestra propia apatía hacia la educación ambiental nos cierra la capacidad de conocimiento, concientización y acción; y por último, los estudios en el tema se enfocan en discutir cuestiones teóricas y semánticas que no se materializan en avances concretos (Montaño-Salas 2012).

La educación ambiental en México ha sido promovida desde el sector ambiental contando con limitaciones en cuanto a alcance e incluso confusiones de tipo conceptual; por lo tanto, la educación ambiental solo se trata de una equivalencia entre el ambiente y la naturaleza que poco contribuye a ver la dimensión social de los problemas ambientales y obstruye la comprensión colectiva de los conflictos

(González-Gaudiano 2003). La educación ambiental puede promover diferentes estilos de vida en favor del ambiente, los cuales se pueden orientar a partir del conocimiento de las percepciones ambientales (Calixto-Flores y Herrera-Reyes 2010). Debido a que la educación ambiental aborda la relación del ser humano con la naturaleza, además de que el estudio de las percepciones implica conocer como los seres humanos le damos ese significado a la naturaleza, se puede deducir que el incorporar investigaciones sobre percepciones socio-ecológicas nos ayuda a diagnosticar, planear y replantear procesos educativos basados en el contexto en el que viven y se desenvuelven los grupos humanos (Aguilar-Cucurachi *et al.* 2017a).

A partir de la necesidad de implementar medios educativos diferentes a los convencionalmente escolares se han reconocido tres tipos de educación ambiental: formal, no formal e informal (Villadiego-Lorduy *et al.* 2014).

2.2.1 Educación ambiental formal

Esta incluye la incorporación de la dimensión ambiental a los diferentes niveles del sistema educativo, el trabajo de la educación ambiental formal básicamente ha sido impulsado por las instituciones públicas gubernamentales (Meza-Aguilar 1992, Villadiego-Lorduy *et al.* 2014).

2.2.2 Educación ambiental no formal

La educación ambiental no formal se fundamenta en la transmisión del conocimiento, aptitudes y valores fuera del sistema educativo, que se refleja en actitudes positivas hacia el medio natural y social (Villadiego-Lorduy *et al.* 2014). En este tipo se abre un escenario incluyente, el cual busca trabajar con personas de todas las edades (Villadiego-Lorduy *et al.* 2014, López-Gómez y Bastida-Izaguirre 2018). Ambos tipos de educación (tanto formal como no formal) son complementarios e inciden sobre grupos en diferentes fases de su vida (Novo 2010).

2.2.3 Educación ambiental informal

Por último, la educación informal es aquella que se da de forma espontánea, no planificada y no responde a una estructura pedagógica (Villadiego-Lorduy *et al.* 2014).

2.3. Percepción ambiental

Implica conocer el ambiente físico inmediato a través de los sentidos. Las investigaciones que tienen por objetivo conocer cómo las personas perciben el ambiente aportan información relevante para los educadores ambientales, a partir de la identificación de las percepciones se pueden diseñar propuestas educativas que generen en los sujetos la posibilidad de cambiar sus decisiones ambientales (Calixto-Flores y Herrera-Reyes 2010). El estudio de las percepciones está conformado por un conjunto de intereses interdisciplinarios en donde se encuentran las ciencias naturales, antropológicas, psicológicas, geográficas, entre otras (Aguilar-Cucurachi *et al.* 2017a).

3. ANTECEDENTES

3.1. Estudio de mamíferos medianos en Oaxaca

Uno de los primeros autores en realizar un listado con las especies de mamíferos del estado de Oaxaca fue Goodwin (1969), el cual se basó en 5,600 especímenes colectados en el estado y depositados en el Museo Americano de Historia Natural, de Nueva York, en los Estados Unidos de América.

De las 12 subprovincias fisiográficas en las que se divide el estado de Oaxaca (Figura 1), en la Sierra Madre de Oaxaca (SMO) se han reportado el mayor número

de especies de mamíferos, con 154, de las cuales 30 son mamíferos medianos (Briones-Salas *et al.* 2015, Briones-Salas *et al.* 2016). La segunda subprovincia con mayor riqueza es la Planicie Costera de Tehuantepec con 134 especies de las cuales 30 son mamíferos medianos (Briones-Salas *et al.* 2015, Briones-Salas *et al.* 2016).

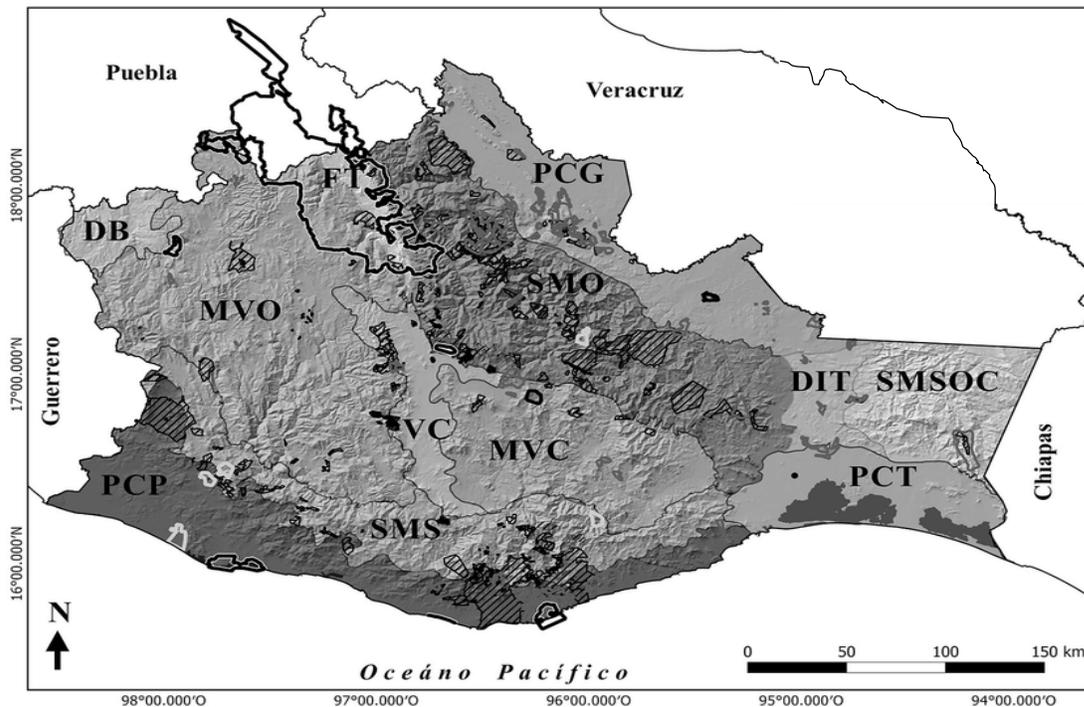


Figura 1. Subprovincias fisiográficas del estado de Oaxaca, DB: Depresión del Balsas, MVO: Montañas y Valles del Occidente, FT: Fosa de Tehuacán, PCG: Planicie Costera del Golfo, SMO: Sierra Madre de Oaxaca, DIT: Depresión Istmica de Tehuantepec, SMSOC: Sierra Madre del Sur de Oaxaca y Chiapas, PCP: Planicie Costera del Pacífico, SMS: Sierra Madre del Sur, VC: Valles Centrales, MVC: Montañas y Valles del Centro y PCT: Planicie Costera de Tehuantepec. Tomado y modificado de Briones-Salas *et al.* (2016).

Las subprovincias con menor riqueza son Montañas y Valles del Occidente, y la Depresión del Istmo de Tehuantepec en la que se han reportado 37 y 15 especies de mamíferos, respectivamente (Briones-Salas *et al.* 2015, Ojeda-Lavariiega *et al.*

2019, Ramírez-Bautista y Lavariega 2021). La Depresión del Balsas es la subprovincia menos estudiada, en la que se cuenta con solo tres registros y dos especies reportadas, de las cuales solo una es un mamífero mediano (Briones-Salas *et al.* 2015, Briones-Salas *et al.* 2016). Particularmente, la Planicie Costera del Pacífico, lugar de estudio de este trabajo, es la quinta subprovincia con mayor riqueza de mamíferos con 121 especies, de las cuales 29 especies son mamíferos medianos (Briones-Salas *et al.* 2015, Briones-Salas *et al.* 2016).

3.2 Estudios de los mamíferos medianos en la Planicie Costera del Pacífico

La Planicie Costera del Pacífico es de las zonas que cuenta con un gran número de registros de mamíferos, con un total de 2,490 (Briones-Salas *et al.* 2015). Uno de los primeros trabajos enfocados en documentar la riqueza de mamíferos medianos en esta subprovincia es el de Hernández Hernández (2002), quien estudió a los mamíferos medianos del Parque Nacional Huatulco y reportó 20 especies de mamíferos de talla mediana, a través de restos orgánicos, huellas, excretas y reportes visuales, así también se obtuvo registros de los organismos atropellados.

En ese mismo año, Castillo Pérez (2002) trabajó con los mamíferos de la costa sudeste de Oaxaca y registró 42 especies, de las cuales 13 son mamíferos medianos. De igual forma Lira-Torres *et al.* (2008) realizaron el estudio de los mamíferos de la Bahía y micro-cuenca del río Cacaluta, reportaron 61 especies de mamíferos de los cuales 19 son de talla mediana. Posteriormente, Buenrostro-Silva *et al.* (2012) estudiaron los mamíferos en el Parque Nacional Lagunas de Chacahua y la Tuza de Monroy, registraron 18 especies de mamíferos medianos.

Más recientemente, Juárez Velasco (2016) analizó los mamíferos medianos y evaluó su hábitat en el Jardín Botánico Chepilme, reportó nueve especies de mamíferos medianos. Por su parte, Madrid Espinosa (2018) determinó la diversidad de mamíferos medianos y grandes y evaluó su hábitat en el Jardín Botánico de la

Universidad del Mar, Puerto Escondido, y reportó ocho especies de mamíferos medianos.

Específicamente en la Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, se han realizado dos estudios. El primero fue desarrollado por Bojorges Baños y García Estrada (2012), quienes reportaron 17 especies de mamíferos, de los cuales ocho fueron mamíferos medianos; propusieron un plan de manejo para la conservación de las aves y mamíferos del campus. El segundo fue el de Villanueva Rodríguez (2019), quién registró 11 especies de mamíferos terrestres no voladores, pertenecientes a 11 géneros, nueve familias y cuatro órdenes. De las 11 especies, ocho pertenecen a los mamíferos medianos, y seis fueron silvestres; elaboró una propuesta para el manejo de los mamíferos terrestres en el campus.

3.3 Estudios de educación ambiental para la conservación en México

El surgimiento de los proyectos de educación ambiental en los países de América Latina se asocia a las recomendaciones internacionales (Meza-Aguilar 1992). En su comienzo, estos proyectos estuvieron asociados con la prevención de riesgos a la salud por contaminación de centros urbanos-industriales, la conservación de especies de flora y fauna en peligro de extinción, promoviendo la generación de una conciencia ecológica (Meza-Aguilar 1992).

En México los estudios sobre educación ambiental han sido enfocados en su mayoría en conocer la actitud y la percepción que tiene cierto grupo de la población hacia el uso que le dan a algún recurso natural (Maneja-Zaragoza *et al.* 2009, Benez *et al.* 2010, López-Medellín *et al.* 2016, Narchi y Canabal 2017), así también como para documentar las estrategias implementadas en la educación ambiental (Linares-Mazariegos *et al.* 2004). Para el caso específico de la evaluación de la percepción sobre fauna silvestre, Álvarez *et al.* (2015) estudiaron la percepción que tienen diferentes sectores de la población hacia el jaguar y encontraron que el conocimiento que tienen sobre esta especie es poco preciso, por lo que es

importante la sensibilización de la población para transformar esa relación conflictiva entre fauna y humano a una relación complementaria o por lo menos indiferente. De igual forma, Aguilar-Cucurachi *et al.* (2017b) evaluaron la percepción que tienen los niños hacia los monos a través de dibujos, encontraron que los niños comprenden el impacto que generan las actividades humanas sobre las especies de primates que habitan en sus comunidades.

Además del estudio de las percepciones, también se ha evaluado el conocimiento ambiental que tiene la población en México, a través de diversos métodos. Entre ellos, Sosa *et al.* (2010) evaluaron mediante métodos cuantitativos y cualitativos, la cultura ambiental de estudiantes de nivel superior de la Universidad Autónoma de Campeche, reportaron que los estudiantes poseen un nivel bajo de cultura ambiental y carecen de conocimientos y habilidades necesarios para hacer un cambio favorable en sus estilos de vida. Por su parte, Vargas-Ramos *et al.* (2011) también analizaron la actitud ambiental de estudiantes de nivel superior y encontraron que poseen conocimientos sobre el cuidado y la conservación del medio ambiente, sin embargo, proponen continuar con la promoción de la educación ambiental. Por otro lado, Muñoz-Cadena *et al.* (2016) compararon entre los municipios con mayor y menor logro educativo en educación ambiental en el nivel básico a través de la prueba ENLACE, así como la relación con las condiciones ambientales a través de un sistema de indicadores de sustentabilidad ambiental urbana, encontraron que municipios de Michoacán, Oaxaca y Guerrero tuvieron los puntajes más bajos en la materia, así como en los indicadores de sustentabilidad.

Recientemente, Arredondo-Velásquez *et al.* (2018) evaluaron las estrategias de educación ambiental implementadas en diversas escuelas de nivel básico y encontraron que las estrategias planteadas en los libros de texto son limitadas a reflexiones aisladas de la realidad y contradictorias entre discursos y prácticas, y por el contrario las acciones que generan mayor motivación, articulación e interés en los alumnos son aquellas que fomentan la experiencia directa con la naturaleza.

En general, los estudios sobre la evaluación de las percepciones de la población humana hacia algún recurso natural, específicamente a la fauna silvestre son escasos. La mayoría de los trabajos se han enfocado a evaluar estrategias de educación ambiental ya implementadas, así como de medir el conocimiento que posee la población sobre cultura ambiental; por lo tanto, realizar una propuesta de educación ambiental basada en las percepciones de las poblaciones podría producir mejores resultados, debido a que las estrategias de educación ambiental deben de ser personalizadas para cada grupo de la población.

3.4 Estudios de educación ambiental para la conservación en Oaxaca

Para el estado de Oaxaca, los estudios de educación ambiental se direccionan principalmente hacia comunidades que hacen un aprovechamiento de sus recursos naturales, sin embargo, los trabajos no están relacionados directamente con la evaluación de una estrategia de educación ambiental o la elaboración de una, sino están enfocados en determinar cómo es el conocimiento o la actitud que toman las comunidades hacia la protección o aprovechamiento de un recurso.

En un estudio realizado por Chodosh (1999) en seis escuelas en la Planicie Costera del Pacífico se evaluó la actitud de los niños hacia la naturaleza mediante entrevistas. Se encontró una actitud positiva hacia la naturaleza, así como el interés por adquirir más conocimiento de ella; sin embargo, los niños evaluados ya habían sido expuestos a actividades al aire libre en donde contemplaron principalmente el avistamiento de aves.

Uno de los casos de éxito más conocidos en el manejo de sus recursos naturales en el estado de Oaxaca es el de Ixtlán de Juárez, en este caso encontramos el estudio de Ruiz-Mallen *et al.* (2009), en el que evalúan la relación entre el conocimiento sobre el ambiente adquirido de manera local y el adquirido en la escuela. Encuentran que el conocimiento tanto local como escolar está ligado al nivel de escolaridad, de igual manera que el uso de prácticas pedagógicas tradicionales y la pérdida de cultura podrían estar obstaculizando el conocimiento

ambiental en los jóvenes. En esta misma comunidad Ruiz-Mallen *et al.* (2010) analizaron la participación en la construcción del programa de educación ambiental formal en la preparatoria de la comunidad. Se encontró que el éxito de este programa es debido a la durabilidad del mismo, y ha sido una consecuencia del empoderamiento de los pobladores. Los autores señalan que para que un programa de educación ambiental tenga éxito deben existir cinco condiciones, como son: auto empoderamiento por parte de la comunidad, ya que deben ser ellos mismos quien coordinen el diseño del programa; debe haber estabilidad entre las autoridades locales y los profesores que permita establecer acuerdos formales que aseguren la participación futura; debe existir adaptabilidad del programa usando nuevas técnicas que permitan cambiar el contenido de acuerdo a las necesidades locales; debe promover la retroalimentación entre los profesores y estudiantes y alentar a los profesores a adoptar técnicas de educación participativas; y por último debe existir la reflexión, en la que se mejore y evalúe el conocimiento del ambiente.

Por otro lado, tenemos el estudio de Rodríguez-Robayo *et al.* (2016) en el que analizaron el vínculo que existe entre el programa de pago por servicios ambientales y las características propias de cuatro comunidades zapotecas en el estado, de manera que determinaron la percepción de las personas después de la implementación de los programas. Encontraron que, en cuanto a la presión en los ecosistemas las personas perciben que se ha reducido la cacería comercial y los incendios incontrolables. Por su parte, Sánchez-Huerta (2019) evaluó las estrategias educativas en el desarrollo de la cultura ambiental de cuatro instituciones educativas en Santiago Yolomécatl, encontró que a los niños de nivel preescolar les falta información sobre el cuidado del ambiente, en cuanto a los niños de primaria, de primero a tercer grado sí entienden conceptos básicos sobre el cuidado del entorno; por el contrario, con los niños a partir de cuarto grado se observó falta de información e interés hacia el cuidado del ambiente. En cuanto a los adolescentes de secundaria, se vio reflejada la falta de información por parte de la institución, así como de la misma comunidad. Por último, en los jóvenes del

CECyTEO No. 8 se observó la falta de información por parte de la institución, así como falta de interés de los jóvenes hacia el cuidado del ambiente.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Conocer la riqueza y distribución de los mamíferos medianos de la Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, Oaxaca, e implementar estrategias de educación ambiental para su conservación.

4.2 Objetivos específicos

- Estimar la riqueza de los mamíferos medianos de la Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, Oaxaca.
- Conocer la distribución espacial y temporal de los mamíferos medianos.
- Utilizar la educación ambiental como herramienta para la conservación de los mamíferos medianos.

5. HIPÓTESIS

- Los mamíferos son uno de los grupos mayormente afectados por la fragmentación y pérdida de hábitats naturales (Priotto 2017) y su riqueza depende de características específicas del paisaje (Gallina y Saucedo 2021), por lo que se esperan menos de las ocho especies reportadas previamente por Villanueva Rodríguez (2019) debido al aumento de edificaciones dentro de la Universidad del Mar desde la realización de ese estudio.
- Los mamíferos medianos son un grupo sensible a las perturbaciones antropogénicas (Gallina y Saucedo 2021), por lo que se espera encontrar una relación directamente proporcional entre el número de registros de mamíferos medianos y la distancia a las construcciones del interior del campus.
- La educación ambiental es un proceso participativo que busca integrar y concientizar a las personas a través de la compartición del conocimiento (Sereviche-Sierra *et al.* 2016), por lo que se espera un cambio positivo en la percepción de la población estudiantil de la Universidad del Mar, campus Puerto Escondido sobre los mamíferos medianos como consecuencia de la educación ambiental.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Área de estudio

La entrada principal a la Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, se encuentra en el Km 238 de la carretera federal 131, en el municipio de San Pedro Mixtepec, Juquila, Oaxaca, en la Planicie Costera del Pacífico. La Universidad del Mar se localiza entre las coordenadas 15.8890° N, -97.9212° O, y 15.8915° N,

-97.0723° O, entre los 70 y 95 metros sobre el nivel del mar. Tiene una superficie de 13.3 ha (Figura 1).

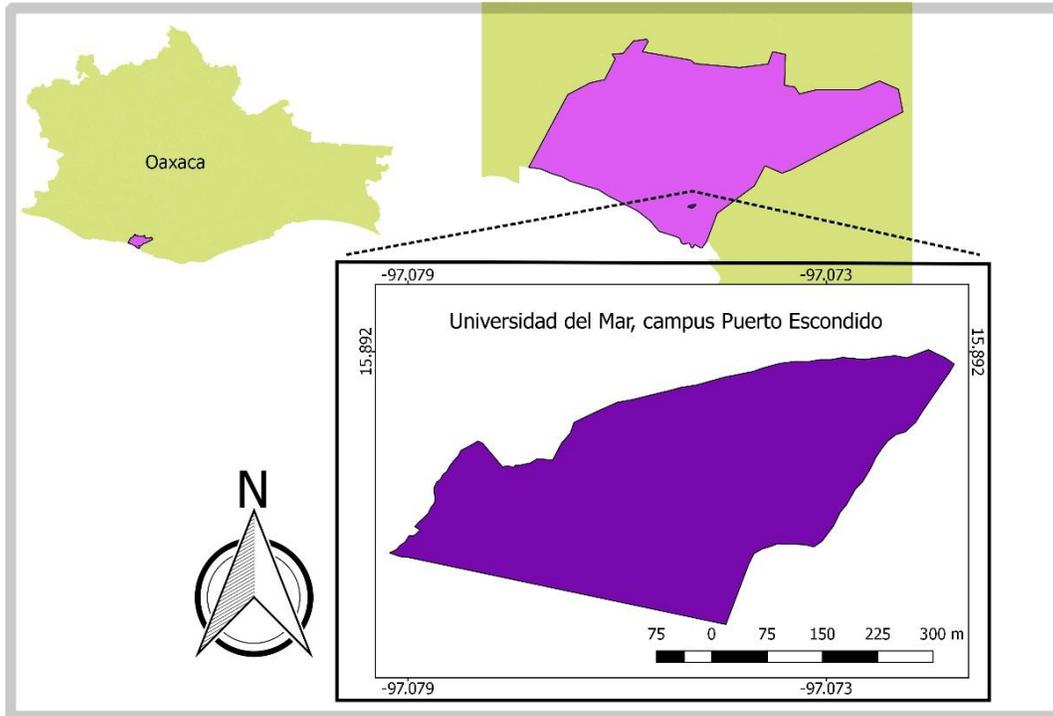


Figura 2. Ubicación de la Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, Planicie Costera del Pacífico.

El tipo de clima es $Aw_0(w)$, que es cálido subhúmedo con lluvias en verano, con temperaturas medias anuales que van de los 22 a los 28° C. La precipitación media anual varía de 500 a 2500 mm (SEDESOL 2012) y una humedad relativa promedio de 80.13% (INIFAB 2019).

La Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, fue construida sobre terrenos que eran destinados al cultivo de cacahuate durante las décadas de 1980 y 1990. En el año 2000, el gobierno municipal donó el terreno a la Universidad del Mar y en octubre del 2001 inició actividades (Reyes Barragán 2019). La vegetación actual constituye un mosaico de acahual, vegetación introducida y elementos de selva baja caducifolia (Bojorges Baños y García Estrada 2012). El tipo de vegetación se

conforma tanto de especies nativas como introducidas, siendo mayor la abundancia de especies nativas. Las familias con mayor representación son: Fabaceae, Malvaceae, Bignoniaceae y Polygonaceae y las especies más representativas son: *Gliricida sepium* (cacahuanano/cacahuananche), *Guazuma ulmifolia* (cuaulote), *Acacia farnesiana* (huizache), *Cocoloba barbadensis* (carnero), *Spathodea campanulata* (tulipán africano), *Leucaena leucocephala* (guaje), *Acacia cornigera* (cornezuelo), *Spondias pupurea* (ciruelo) y *Ficus* sp. (higuera) (Mendoza Ruiz 2020).

Hasta el 2018, en el campus había 37 instalaciones, las cuales comprendían: dos institutos, ocho laboratorios, dos de administración y 25 de servicios (Villanueva Rodríguez 2019). Desde esa fecha se anexó una planta de tratamiento de aguas residuales, el edificio de la División de Estudios de Posgrado y ampliaciones a la cafetería, servicios escolares, biblioteca y tres laboratorios (productos pecuarios, SIG y colecciones biológicas) (Figura 2), lo que ha fragmentado las áreas verdes.



Figura 3. a) Universidad del Mar en febrero del 2018 y b) febrero del 2021. Se señala con flechas blancas las instalaciones y expansiones que se realizaron. Imágenes tomadas de Google Earth Pro 7.3.4.8248.

6.2 Métodos

El trabajo de campo incluyó seis muestreos mensuales durante siete días, de diciembre 2021 a mayo 2022, durante la época seca del año. El muestreo consistió de métodos directos e indirectos. La colocación de cámaras trampa y trampas Havahart se eligió aleatoriamente de acuerdo a la división previa del polígono de la universidad en 11 secciones, esta división se hizo con base en Villanueva-Rodríguez (2019).

De cada registro se anotó el nombre de la especie, fecha, hora, la georreferencia y observaciones.

6.2.1 Muestreo de mamíferos medianos

6.2.1.1 Métodos directos

Involucran la observación (o escucha) o captura de los organismos (Sélem-Salas 2011, Farías 2019).

6.2.1.1.1 *Trampas Havahart*

Se colocaron cuatro trampas Havahart, las cuales miden 81.5 cm de largo, 31 cm de alto y 26 cm de ancho. Las trampas se cebaron durante tres noches con plátano y tres noches con sardina. Las trampas se abrieron antes de oscurecer y se revisaron al amanecer, y permanecieron cerradas durante el día. Cada individuo capturado se liberó en su sitio de captura.

6.2.1.1.2 *Registros visuales*

Se registraron todas las observaciones incidentales que se obtuvieron durante los días de muestreo.

6.2.1.1.3 Fotografías

Durante los recorridos realizados, se tomaron fotografías de los organismos encontrados con ayuda de cámaras fotográficas profesionales y teléfonos celulares.

6.2.1.2 Métodos indirectos

Consisten en el registro de indicios de la presencia de los organismos (Farías 2019).

6.2.1.2.1 Cámaras trampa

Se utilizaron siete cámaras trampa marca Bushnell® modelo 119467, las cuales se configuraron para una alta sensibilidad al calor y movimiento, para que tomaran tres fotografías de ocho megapíxeles por detección y con un minuto de intervalo entre cada evento. Para evitar la sobreestimación en el número de registros, solo se consideraron como válidos aquellos que tuvieron 24 horas de independencia entre cada evento para cada cámara trampa (Chávez *et al.* 2013). Las cámaras trampa se colocaron a una altura aproximada de 30 cm del nivel del suelo.

6.2.1.2.2 Huellas, excretas y madrigueras

Para las huellas se consideró su tamaño y forma; en el caso de excretas se consideró su composición, tamaño y forma (Chávez *et al.* 2013). Los rastros obtenidos se identificaron con el manual de Aranda (2012).

6.2.2 Gremios tróficos

La clasificación en gremios tróficos se basó en la propuesta de González-Salazar *et al.* (2014).

6.2.3 Educación ambiental

Para el trabajo de educación ambiental se elaboraron videos informativos acerca de las especies encontradas dentro del campus (ligas de los videos en anexo I). Debido a las condiciones de la pandemia, no se autorizó la actividad presencial con los alumnos. Por lo que se solicitó el permiso de trabajo a cada jefe de carrera de las licenciaturas, quienes proporcionaron el correo electrónico de cada estudiante para llevar a cabo la actividad. Antes y después de cada video se realizó una encuesta para conocer la percepción que tienen la población estudiantil de la Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, sobre estos organismos (anexo II). Los videos y encuestas fueron enviados a las cuentas personales de Aula Virtual de cada uno de los estudiantes de las carreras de licenciatura que oferta la Universidad.

6.2.2.1 Elaboración de la escala tipo Likert

La escala tipo Likert se elaboró siguiendo los pasos propuestos por Blanco y Alvarado (2005), con las siguientes opciones de respuesta:

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- Desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

Se generaron un total de ocho ítems que evaluaron la percepción que tienen los estudiantes hacia el tema de conservación de los mamíferos medianos dentro de la institución, a través de la medición de actitudes. Estos ítems fueron generados a partir de la información recabada en antecedentes, para conocer la participación de los docentes en la transmisión de información; además de determinar si los estudiantes se encontraban interesados e informados sobre el tema antes de enviar

los videos; por último, para determinar si participaron viendo los videos que se enviaron a sus correos electrónicos.

La escala se envió a los estudiantes de nivel licenciatura por medio de los correos de aula virtual proporcionados por los jefes de carrera de cada una de las licenciaturas.

6.2.2.2 Elaboración y edición de videos de educación ambiental

Los videos fueron elaborados a través de la plataforma Tik tok, debido a que se utilizaron distintos efectos con los que cuenta la aplicación, sin embargo, no fueron publicados ya que solo se trató de pequeños fragmentos de videos sin edición. La edición de los videos se realizó con la aplicación YouCut Video Editor 1.554.1158, a la cual se le agregaron imágenes, audio y estampas a los videos en donde fue necesario. Por último, para un mejor entendimiento de los videos se agregaron manualmente los subtítulos a cada uno mediante los programas VideoPad de NCH (versión de prueba 12.29) y guardados en formato SSA (Sub Station Alpha). El programa Apowersoft Video Converter Studio (versión de prueba V4.8.6.5) fue utilizado para integrar los subtítulos en formato SSA a los videos. Se enviaron cinco videos, en los cuales se abordaron los siguientes temas: 1) presentación personal, del trabajo de tesis y características de los mamíferos medianos, 2) generalidades, amenazas y estrategias para la conservación de los mamíferos medianos, 3) resultados del muestreo y parte del análisis de éstos, 4) continuación del análisis de los resultados, y 5) análisis de los resultados enfocado en la fauna doméstica, conclusiones preliminares, así como un agradecimiento por su participación.

Análisis de datos

6.2.3.1 Curvas de acumulación de especies

Se obtuvo la curva de acumulación de especies con el algoritmo Mao Tao (Colwell *et al.* 2004). Esta curva se comparó con la obtenida por el Modelo de Clench, la cual se basa en que la probabilidad de encontrar una nueva especie aumenta conforme más tiempo se pase en campo (Moreno 2001).

$$s(t) = a * t / (1 + b * t)$$

Donde:

$s(t)$ = número esperado de especies

a = ordenada al origen, representa la tasa de incremento de la lista al inicio de la colecta.

t = esfuerzo de colecta

b = acumulación de nuevas especies durante la colecta.

6.2.3.2 Riqueza de especies de mamíferos medianos

La riqueza de especies se obtuvo a partir de la suma de especies registradas. La riqueza de especies estimada se comparó con los estimadores no paramétricos cualitativos (Chao₂) y cuantitativos (Chao₁).

6.2.3.2.1 Modelos no paramétricos

Se utilizan cuando no se asume una distribución estadística conocida o no se ajustan a algún modelo (Villarreal *et al.* 2004).

Chao₁

Es un estimador basado en el número de especies raras (Moreno 2001). Estima el número de especies esperadas, entre la relación del número de especies representadas por un individuo (*singletons*) y el número de especies representadas por dos individuos en la muestra (*doubletons*) (Villarreal *et al.* 2004).

$$Chao1 = S + \frac{a^2}{2b}$$

Donde:

S = Número de especies en una muestra.

a^2 = Número de especies que están representadas por un solo individuo en la muestra.

b = Número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra.

Chao₂

Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies únicas (que solo aparecen en una muestra) y el número de especies que aparecen compartidas en dos muestras (Villarreal *et al.* 2004).

$$Chao2 = S + \frac{L^2}{2M}$$

Donde:

L = Número de especies únicas (solo se encuentran en una muestra).

M = Número de especies que ocurren exactamente en dos muestras (Moreno 2001).

6.2.3.2.2 Diversidad alfa: Índice de equidad

Los índices de equidad toman en cuenta la abundancia de especies y qué tan uniformemente están distribuidos los individuos entre las especies. Se utilizó el índice de Shannon-Wiener. Este índice asume que todas las especies están representadas en la muestra, indica en cuestión de abundancia qué tan uniforme se

encuentran las especies en comparación con todas las especies de la muestra (Villarreal *et al.* 2004). Asume que todos los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están presentes en la muestra (Moreno 2001).

$$H' = - \sum P_i \ln P_i$$

Donde:

P_i = Número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

6.2.3.3 Relación entre la distancia mínima a las edificaciones y registros de mamíferos medianos

La relación entre la presencia de mamíferos medianos y la distancia mínima a las edificaciones se evaluó con un análisis de correlación (Galton 1888). Para ello, se ingresó la base de datos de los registros en el programa ArcMap 10.8.1, posteriormente se ordenaron en la base de datos de Excel, y por último, se realizó el análisis de correlación mediante el programa Past 4.03.

6.2.3.4 Evaluación de la estrategia de educación ambiental

Las encuestas se evaluaron mediante una escala tipo Likert. La escala Likert fue propuesta para evaluar la actitud hacia un ítem, reactivo o afirmación y consiste en la recolección de datos primarios para medir variables en un nivel de medición ordinal (Likert 1932, Blanco y Alvarado 2005).

La prueba de la escala tipo Likert se evaluó con el alfa de Cronbach, la cual mide la consistencia interna de una escala (Celina y Campo-Arias 2005). El alfa es una estimación y el límite inferior de la proporción de la varianza de la prueba atribuible a factores comunes entre los ítems. En una prueba con consistencia interna y

homogeneidad, los ítems miden la misma cosa (Cronbach 1951). En este caso se quiso medir la percepción de los estudiantes hacia la conservación de los mamíferos medianos.

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left[1 - \frac{\sum V_i}{V_t} \right]$$

Donde:

α = Alfa de Cronbach.

K = número de ítems

V_i = varianza de cada ítem

V_t = varianza del total

Se comparó el promedio obtenido en la primera escala por estudiante, entre las licenciaturas. Posteriormente, se calculó un promedio general de la escala para la obtención del grado de actitud reflejado.

Para evaluar las diferencias en el puntaje entre los grupos de estudiantes evaluados se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis en el programa R.
4.2.2.

7. RESULTADOS

7.1 Lista de especies

Se obtuvieron 300 registros, pertenecientes a ocho especies agrupadas en ocho géneros, seis familias y cuatro órdenes. De las ocho especies registradas, seis pertenecen a fauna silvestre (Figura 4) distribuidas en cinco gremios tróficos. El método por el cual se obtuvo mayor número de registros fue por cámaras trampa, seguido por trampas Havahart, registros visuales, excretas, y por último el registro olfativo (Tabla 1).

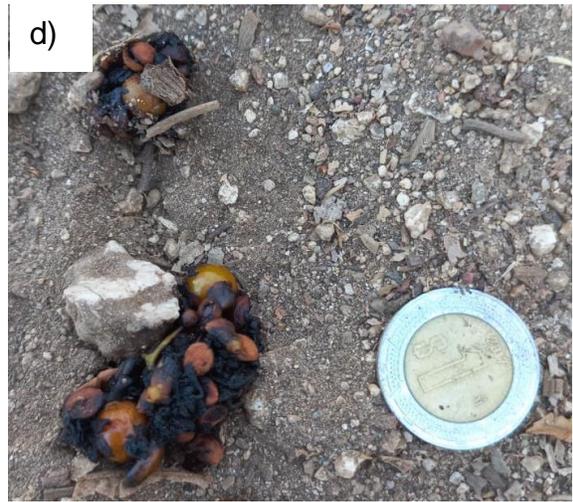




Figura 4. Imágenes de las especies de fauna silvestre capturadas con distintos métodos. a) ejemplar de *Didelphis virginiana* capturado con trampa Havahart, b) ejemplar de *Sciurus aureogaster* capturado mediante cámara trampa, c) excretas de *Sylvilagus floridanus*, d) excretas de *Urocyon cinereoargenteus* y e) ejemplar de *Herpailurus yagouaroundi* capturado mediante cámara trampa.

Tabla 1. Listado de especies de mamíferos medianos registradas mediante métodos directos (TH: Trampa Havahart, RV: Registro visual, RO: Registro olfativo) e indirectos (CT: Cámara trampa, E: Excretas) y el gremio trófico al que pertenecen.

Orden/familia/especie	Nombre común	Tipo de registro	Gremio trófico
Didelphimorphia			
Didelphidae	Tlacuache	CT TH	ON
<i>Didelphis virginiana</i> Kerr			
Rodentia			
Sciuridae			
<i>Sciurus aureogaster</i> F. Cuvier	Ardilla	CT RV	HFDA
Carnivora			
Felidae			
<i>Herpailurus yagouaroundi</i> (E. Geoffroy Saint-Hilaire)	Onza	CT RV	CCDS
* <i>Felis silvestris catus</i> Schreber	Gato doméstico	CT TH	

Canidae				
* <i>Canis lupus familiaris</i> Linnaeus	Perro doméstico	CT		
<i>Urocyon cinereoargenteus</i> (Schreber)	Zorro gris	E	ON	
Mephitidae				
<i>Spilogale pygmaea</i> Thomas	Zorrillo pigmeo	RO	IFNS	
Lagomorpha				
Leporidae				
<i>Sylvilagus floridanus</i> (J. A. Allen)	Conejo	CT	E RV	HFNS

*Especie doméstica. La clasificación de los gremios tróficos se basó en la propuesta de González-Salazar *et al.* (2014): CCDS = Carnívoro cazador diurno de suelo, HFDA = Herbívoro forrajero diurno arbóreo, HFNS = Herbívoro forrajero nocturno de suelo, IFNS = Insectívoro forrajero nocturno de suelo, y ON = Omnívoro nocturno.

De los 300 registros, 272 pertenecieron a la fauna silvestre: 157 fueron válidos y 115 no válidos. Se obtuvieron 28 registros de mastofauna doméstica (Tabla 2). Solo se consideraron los registros válidos de las especies silvestres para la realización de los análisis.

Tabla 2. Número de registros válidos y no válidos (entre paréntesis) obtenidos mediante métodos directos (TH: Trampa Havahart, RV: Registro visual, VO: Registro olfativo) e indirectos (CT: Cámara trampa, E: Excretas).

Especie	Tipo de registros					Total de registros
	CT	E	TH	RO	RV	
<i>Didelphis virginiana</i>	74(113)		39(0)			113(113)
<i>Sciurus aureogaster</i>	2(0)				24(0)	26(0)
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	2(1)				1(0)	3(1)
* <i>Felis silvestris catus</i>	(17)		(10)			(27)

<i>*Canis lupus familiaris</i>	(1)			(1)
<i>Urocyon</i>		1(0)		1(0)
<i>cinereoargenteus</i>				
<i>Spilogale pygmaea</i>			2(0)	2(0)
<i>Sylvilagus floridanus</i>	7(1)	1(0)		4(0)
				12(1)
			TOTAL	157(115)**

*Especie doméstica. **Solo se contabilizaron los registros de mamíferos silvestres.

7.2 Gremios tróficos

Se registraron cinco gremios tróficos, de los cuales al Omnívoro Nocturno pertenecieron dos especies; mientras que para los demás solo se reportó a una especie (Tabla 1).

7.3 Curva de acumulación de especies

La curva de acumulación de especies obtenida mediante el algoritmo Mao Tao, se ajustó al modelo de Clench ($a = 0.827$, $b = 0.134$ y $\rho = 0.966$). La curva de acumulación de mamíferos medianos alcanzó la asíntota, la cual estimó para seis especies (Figura 5).

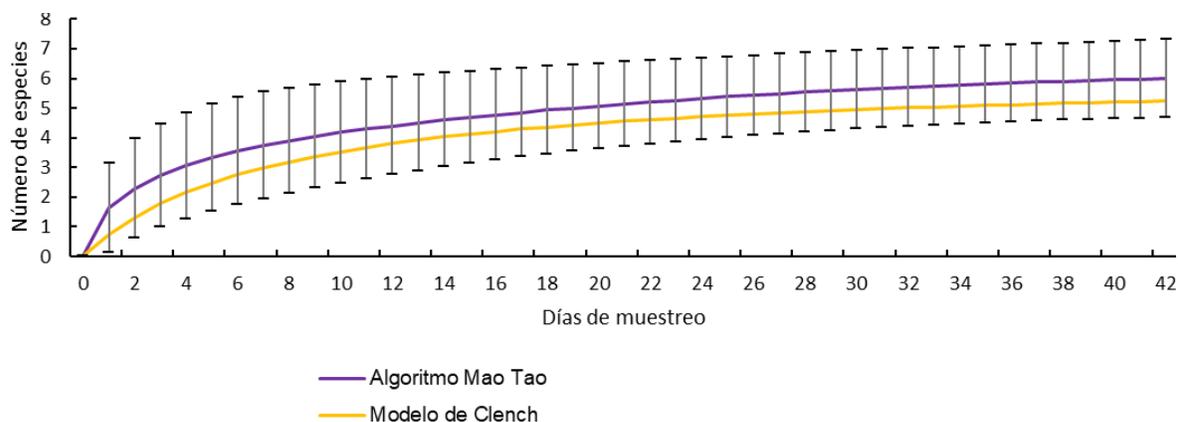


Figura 5. Curva de acumulación de especies de mamíferos medianos de acuerdo al algoritmo Mao Tao, sus intervalos de confianza, y al modelo de Clench.

7.4 Riqueza de especies de mamíferos medianos

7.4.1 Estimadores no paramétricos

Se registraron seis especies de mamíferos medianos, este número fue similar al obtenido con los estimadores no paramétricos cualitativo ($Chao_1 = 6.49$) y cuantitativo ($Chao_2 = 6.48$).

7.5 Diversidad alfa: Índice de equidad

La diversidad alfa estimada para mamíferos medianos, de acuerdo al índice de Shannon-Wiener fue de $H' = 0.894$ y su equidad fue intermedia ($J = 0.499$).

7.6 Distribución espacial de los mamíferos medianos

Se obtuvo un mapa con la distribución de los registros de las seis especies encontradas dentro del polígono de la Universidad del Mar, campus Puerto Escondido (Figura 6).

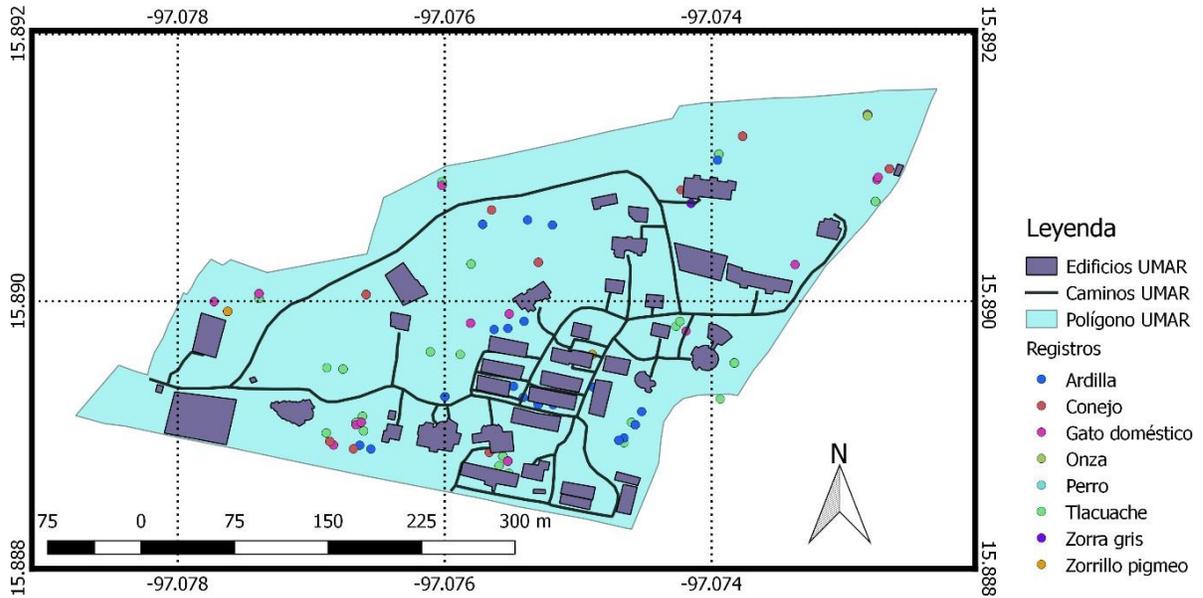
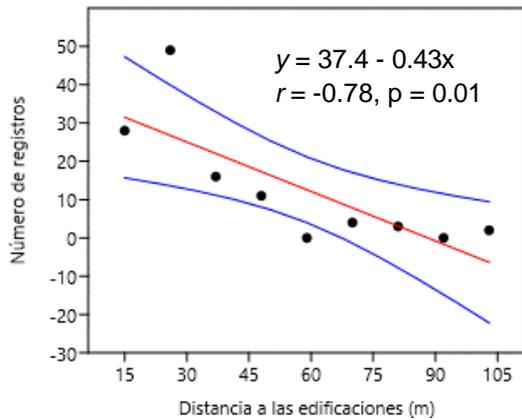


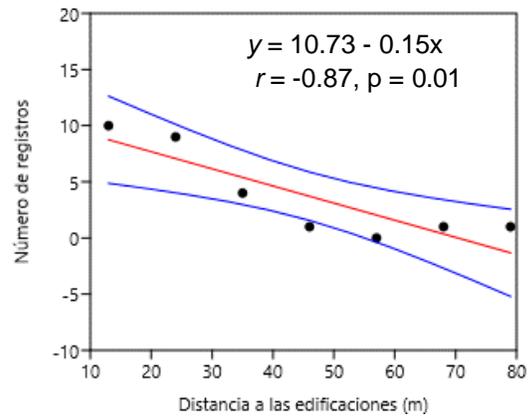
Figura 6. Registro de las especies de mamíferos medianos encontradas en la Universidad del Mar, campus Puerto Escondido.

El número de registros obtenidos por especies solo permitió realizar el análisis para tres gremios tróficos: el omnívoro nocturno (*Didelphis virginiana*), el herbívoro forrajero diurno arbóreo (*Sciurus aureogaster*) y el herbívoro forrajero nocturno de suelo (*Sylvilagus floridanus*). Para las tres especies, la distancia mínima a las edificaciones fue inversamente proporcional al número de registros, pero solo para las dos primeras el valor de correlación fue significativo (*D. virginiana*: $y = 37.4 - 0.43x$, $r = -0.78$, $p = 0.01$, *S. aureogaster*: $y = 10.73 - 0.15x$, $r = -0.87$, $p = 0.01$, (*S. floridanus*: $y = 4.66 - 0.033x$, $r = -0.54$, $p = 0.45$; Figura 7).

a) *Didelphis virginiana*



b) *Sciurus aureogaster*



c) *Sylvilagus floridanus*

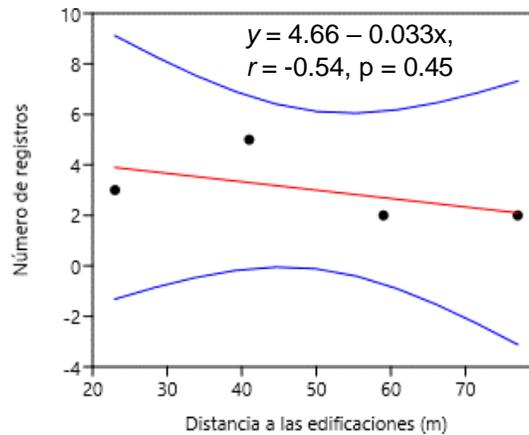


Figura 7. Número de registros de los mamíferos medianos, a) *Didelphis virginiana*, b) *Sciurus aureogaster* y c) *Sylvilagus floridanus*, y su relación con la distancia mínima a las edificaciones de la Universidad del Mar, campus Puerto Escondido.

7.7 Educación ambiental

Se obtuvieron 298 correos electrónicos pertenecientes a los alumnos de las cinco licenciaturas, de los cuales el mayor número perteneció a Enfermería ($n = 108$) y el menor a Ingeniería Forestal ($n = 7$). En la primera fase, en la que se envió la

encuesta previa a los videos, participaron 89 alumnos (29.86%) mientras que en la segunda fase solo participaron 19 alumnos (6%) (Tabla 3).

Tabla 3. Número de alumnos por licenciatura, y número de alumnos que participaron en las encuestas.

Licenciatura	Número de alumnos por licenciatura	Alumnos participantes antes de los videos	Alumnos participantes posterior a los videos
Biología	67	23	8
Ingeniera forestal	7	2	0
Zootecnia	64	14	6
Informática	52	5	1
Enfermería	108	45	4
Total	298	89	19

La escala tipo Likert estimó un Alfa de Cronbach de 0.75, lo cual indica un valor aceptable. Antes de los videos, el promedio general de la escala dio un valor de 3, lo que representa una actitud neutra o indecisa. Se aplicó una prueba no paramétrica Kruskal-Wallis debido a que no hubo homogeneidad de varianzas ($p = 0.042$). No se consideró a Ingeniería Forestal por el número pequeño de estudiantes que participaron. No se encontraron diferencias significativas en el valor promedio de la escala entre los grupos de estudiantes evaluados de las cuatro licenciaturas ($p = 0.06$). Posterior al envío de videos, debido al bajo número de alumnos participantes, no se pudo evaluar si existían diferencias entre las licenciaturas; sin embargo, el promedio general de la escala fue de 3. Por lo anterior, no se observaron diferencias en la actitud de los alumnos posterior al envío de videos.

8. DISCUSIÓN

8.1 Riqueza de especies

En la Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, se registraron seis especies de mamíferos medianos. La curva de acumulación de especies alcanzó la asíntota y las estimaciones no paramétricas determinaron el mismo número de especies. Contario a lo esperado, el número de especies registradas en este estudio fue el mismo que el encontrado por Villanueva Rodríguez (2019), quien reportó también seis especies de mamíferos medianos en el mismo lugar. Las especies registradas han sido reportadas como resistentes a la perturbación humana, de hábitos generalistas e incluso oportunistas; tanto en la alimentación como en la ocupación de sitios para madrigueras o refugio (Carey 1982, Valdés-Alarcón 2003, Aranda 2005, Cantú-Salazar *et al.* 2009, Cruz-Salazar *et al.* 2014, Brown y Mengak 2020). Por lo que a pesar del incremento de infraestructura y el evidente impacto en el sitio, las características propias de estas especies han favorecido su registro dentro del campus.

El número de especies de mamíferos medianos registrados en este estudio es similar al reportado para otras áreas privadas en la Planicie Costera del Pacífico. Juárez Velasco (2016) reportó nueve especies en el Jardín Botánico Chepilme de la UMAR. A pesar de que este sitio tiene 8.5 hectáreas de superficie, lo cual es menor a las 13 hectáreas del campus Puerto Escondido de la UMAR, ambos sitios comparten el mismo tipo de vegetación que es la selva baja caducifolia, la cual está en proceso de regeneración. Las especies que registró Juárez Velasco (2016) y no se encontraron en este trabajo fueron *Sylvilagus cunicularius*, *Dasyopus novemcinctus*, *Conepatus leuconotus* y *Procyon lotor*, las cuales posiblemente no se encontraron en este sitio debido a sus requerimientos del hábitat. También es importante la matriz de paisaje en ambos sitios, el Jardín Botánico Chepilme está rodeado por aproximadamente 100 hectáreas de vegetación relativamente conservada; mientras que la Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, las

construcciones han incrementado, por lo que las posibilidades de registro de otras especies de fauna se reducen. Por su parte, Buenrostro-Silva *et al.* (2017) en un Área Privada para la Conservación en la Sierra Madre del Sur registraron cinco especies de mamíferos de talla mediana, en este caso el sitio cuenta con una superficie de 100 hectáreas, lo cual es mucho mayor en comparación al polígono de la UMAR, y cuatro hectáreas son destinadas para el cultivo del café. A diferencia de este estudio se registraron dos carnívoros, *Leopardus pardalis* y *Leopardus wiedii*, que pueden persistir en la zona por la disponibilidad del recurso alimenticio debido a que también se reportó una variedad de mamíferos de talla pequeña. Por su parte, Madrid Espinosa (2018) reportó ocho especies de mamíferos medianos en el Jardín Botánico de la UMAR, Puerto Escondido. La superficie de este sitio es ligeramente mayor (16.7 ha) al del campus de la Universidad, y casi en su totalidad (a excepción de los senderos) es destinado a la conservación, las especies registradas son similares a las encontradas en este estudio a excepción de *Dasypus novemcinctus* (aramadillo), *Conepatus leuconotus* (zorrillo de espalda blanca) y *Nasua narica* (coatí), lo cual podría deberse a sus requerimientos del hábitat. Para el caso del armadillo los individuos se registraron a una distancia de al menos 78.2 metros a los cuerpos de agua; para el zorrillo espalda blanca, solo se registró una vez a una distancia mínima a la carretera de 124.6 metros, lo que podría indicar poco contacto con el medio urbano; mientras que para el coatí de igual manera el único registro estuvo alejado de la carretera (181.3 metros) y cercano a un cuerpo de agua (8.1 metros), por lo que se podría inferir que estas características impiden un acercamiento al ambiente urbano.

8.2 Registros de especies silvestres y domésticas

Los registros de mamíferos medianos fueron principalmente silvestres, pero también se obtuvieron registros de mamíferos medianos domésticos. El número de especies silvestres fue mayor en este estudio en comparación con los reportado por Villanueva Rodríguez (2019) en el mismo sitio (157 vs 115), mientras que el registro de fauna doméstica fue similar (28 vs 32).

El número de registros en este estudio fue diferencial a lo reportado por Villanueva Rodríguez (2019). El número de individuos fue mayor para la especie omnívora *Didelphis virginiana*, la herbívora *Sciurus aureogaster* y para la doméstica *Felis silvestris catus*. Por otro lado, el número de individuos encontrados en este estudio disminuyó para la especie herbívora *Sylvilagus floridanus*; para las demás especies se encontró un número similar de registros.

La variación en el número de registros nos indica una sensibilidad diferencial de las especies ante cambios en su entorno, como fue sugerido por Munguía-Carrara *et al.* (2019). Dentro de los cambios que sucedieron en el interior del campus de la universidad fue la construcción de edificios (División de Estudios de Posgrado y una planta tratadora de aguas residuales) y la ampliación de seis instalaciones (cafetería, biblioteca, servicios escolares y los laboratorios de SIG, productos pecuarios y colecciones biológicas). No obstante, cabe resaltar que en los alrededores de la universidad también se ha incrementado el número de casas lo que conlleva un proceso de fragmentación, por lo que también es posible que hayan tenido influencia en las variaciones en el número de individuos registrados.

Para este estudio en particular, el número de especies carnívoras e insectívoras fue similar al trabajo previo; mientras que para la especie herbívora hubo una disminución de los registros. Munguía-Carrara *et al.* (2019) reportaron que los carnívoros, herbívoros-ramoneadores e insectívoros-bajo dosel son los únicos grupos que se registran en sitios con mayor grado de conservación. En el campus de la Universidad del Mar, todavía hay representantes de estos gremios, pero en bajo número.

Didelphis virginiana fue la especie con mayor número de registros en este estudio y en el de Villanueva Rodríguez (2019). El tlacuache se caracteriza principalmente por tener resistencia o flexibilidad a las perturbaciones antropogénicas. Además, su distribución, hábitos alimenticios y alta capacidad de reproducción, le permiten que

sus poblaciones sean relativamente grandes y con poca diferenciación genética (Cruz-Salazar *et al.* 2014). Durante el muestreo, se capturaron cuatro tlacuaches con las trampas Havahart durante la misma noche. Esto indica que al menos hay cuatro individuos dentro del campus, lo cual representa al menos una densidad de 0.30 individuos por hectárea. Este valor es similar a lo encontrado por Kelly y Caro (2003), quienes reportaron una densidad de 0.23 individuos por hectárea en un estudio realizado en 10 kilómetros en la estación de investigación Las Cuevas en la Reserva Chiquibul en Belice; mientras que el dato es menor a lo encontrado por Cáseres y Monteiro-Filho (1998) quienes señalaron una densidad de 1.4 tlacuaches por hectárea para *D. marsupialis* en el sur de Brasil, en un sitio de cinco hectáreas en una mezcla de bosque tropical húmedo con alta densidad de caminos, casas y edificios.

La otra especie omnívora registrada en la Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, fue el zorro gris (*Urocyon cinereoargenteus*), del cual solo se obtuvo un registro a través de excretas. Es una especie que se encuentra en un amplio rango de comunidades ecológicas. Es una especie oportunista que depende de la disponibilidad de recursos, en general se alimentan en principalmente de vegetación, aves, conejos (*Sylvilagus* spp.), reptiles (Carey 1982) así como también de invertebrados como ortópteros, coleópteros, dípteros, himenópteros y decápodos (Villalobos Escalante 2011). A pesar que se ha descrito que el zorro gris es altamente adaptable a los ambientes (Carey 1982) y de que se beneficia de la perturbación antropogénica (Servín y Chacón 2005), en este estudio se obtuvo un registro menos en comparación con el de Villanueva Rodríguez (2019). Lo anterior puede explicarse por las preferencias del tipo de hábitat fragmentado, tal como lo indican Cooper *et al.* (2012). La abundancia del zorro gris está determinada por cómo se configuran los parches de tipo de vegetación en el paisaje. *Urocyon cinereoargenteus* prefiere tipos de hábitats fragmentados de bosques y pastizales; sin embargo, su distribución es afectada por la tala de vegetación (Harrison 1993).

Sciurus aureogaster fue la otra especie que tuvo mayor número de registros en comparación con el estudio de Villanueva Rodríguez (2019). La ardilla gris es nativa de la Cuenca de México, sin embargo, se ha documentado en parque y jardines de varios estados de México (Mora-Ascencio *et al.* 2010). En general, las ardillas a lo largo de su evolución han mostrado una gran adaptación a los cambios continuos en el ambiente mediante mecanismos, fisiológicos, morfológicos y conductuales (Valdés-Alarcón 2003); por lo que es posible que estas adaptaciones se reflejen en un aumento en el número de registros para este estudio. Además, se ha reportado que los cambios en la composición y riqueza de comunidades vegetales favorecen a algunas especies de ardillas, por lo que su capacidad de alimentación y reproducción les permite superar o resistir presiones que ocasionan los cambios de uso de suelo (Valdés-Alarcón 2003).

Sylvilagus floridanus, fue especie herbívora que tuvo menor número de registros en comparación al estudio de Villanueva Rodríguez (2019). El conejo tiene hábitos generalistas, pero prefiere el hábitat de sucesión temprana (Brown y Mengak 2020). Vive en una variedad de sitios con adecuado alimento y cobertura, que incluyen: áreas verdes abiertas, claros, campos de cultivo y cultivos abandonados, pastizales, bosques abiertos, matorrales, así como áreas suburbanas (Abu-Baker *et al.* 2015), se refugia en la maleza, vegetación herbácea y arbustiva (Lorenzo y Cervantes 2005). A pesar de ser considerada una especie que tolera la perturbación antropogénica, la disminución en el número de registros en este estudio respecto al previo puede estar dada por la disponibilidad de recursos (alimenticio, refugio). Se ha reportado que es una especie abundante en áreas conservadas del bosque tropical caducifolio donde existe disponibilidad de cobertura arbórea y arbustiva, así como protección contra radiación solar y depredación (Cruz-Jácome *et al.* 2015). Por lo que la construcción y ampliación de edificaciones en el campus eliminó parte de la vegetación, y los conejos ya no se observaron en sitios que antes era común encontrar. Por lo que la heterogeneidad del hábitat influye en la actividad de forrajeo de los conejos en sitios urbanos, y su número es afectado con la eliminación del

sotobosque de matorral bajo, parches de maleza y montones de maleza que pueden servir como refugio (Abu-Baker *et al.* 2015).

Finalmente, las dos especies de carnívoros *Spilogale pygmaea* (zorrillo pigmeo) y *Herpailurus yagouaroundi* (onza) tuvieron números similares al estudio de previo de Villanueva Rodríguez (2019). El zorrillo pigmeo es el zorrillo más pequeño de México, habita principalmente en zonas de bosque tropical caducifolio, bosque tropical subperennifolio y matorral xerófilo, además de reportarse en el bosque espinoso y dunas de arena con vegetación herbácea (Ávila-Flores y Medellín 2005). Es una especie oportunista en la ocupación de madrigueras (Cantú-Salazar *et al.* 2009), su dieta se ajusta a la variación temporal en la abundancia de presas (Cantú-Salazar *et al.* 2005). Se ha demostrado que pueden encontrarse en las proximidades de asentamientos humanos solo si existe suficiente hábitat conservado (Schreiber *et al.* 1989). A pesar de que se obtuvo un registro más que en el estudio previo es importante considerar que es una especie que se encuentra catalogada como Amenazada por la NOM-059-SEMARNAT 2010, y que la fragmentación del hábitat de manera drástica puede afectar la distribución de esta especie, Cantú-Salazar *et al.* (2009) reportaron que las madrigueras de esta especie solo son localizadas dentro de la vegetación y no en paisajes transformados. Por su parte, la onza que igualmente está catalogada como Amenazada por la NOM-059-SEMARNAT 2010, se encuentra principalmente en el bosque tropical perennifolio, subcaducifolio y caducifolio, es la especie de felinos que mejor ha resistido el impacto ambiental, pudiendo habitar áreas transformadas y con vegetación secundaria (Aranda 2005). El bajo número de registros puede explicarse por sus hábitos sigilosos y de evasión, propios de los carnívoros (Cruz-Jacóme *et al.* 2015), de igual manera el crecimiento de construcciones en los alrededores de la universidad puede estar afectando la presencia de esta especie en el interior del campus.

Las dos especies domésticas registradas fueron el perro (*Canis lupus familiaris*) y el gato (*Felis silvestris catus*). El número de perros fue menor en comparación con

el estudio de Villanueva Rodríguez (2019); sin embargo, el número de gatos se duplicó. A pesar de que el registro de perros fue menor, se observaron manadas de hasta tres ejemplares de perros, posterior al tiempo de muestreo. Los gatos y perros se podrían considerar aún como ejemplares con dueño, la mayoría portaban un collar o incluso no se veían en malas condiciones. Lo anterior indica que estos animales provienen de los alrededores de la institución en donde evidentemente hay un crecimiento en las construcciones de casas. Además, se observó que ingresan al interior del campus por debajo de sitios específicos de la malla ciclónica que delimita a la universidad del exterior.

Como ya se ha mencionado previamente, la creación y ampliación de las edificaciones dentro de la institución ha provocado más fragmentación entre la vegetación. Además, cabe resaltar el aumento de la matrícula escolar, lo que se refleja en mayor generación de residuos sólidos urbanos y de la fauna doméstica al interior del campus. Se ha demostrado que la degradación y fragmentación del hábitat aumenta las posibilidades de invasión de especies exóticas. Los ecosistemas más simples y menos diversos son más vulnerables debido a que presentan menor número de competidores, depredadores y/o patógenos potenciales que puedan contrarrestar a las poblaciones de especies exóticas (Álvarez-Romero *et al.* 2008).

Tanto perros como gatos, son consideradas especies exóticas invasoras en la mayor parte del planeta y en México no es la excepción. Las especies invasoras perjudican los servicios ambientales y por consiguiente el bienestar humano (Aguirre-Muñoz y Mendoza-Alfaro 2009, DOF 2016, Orduña-Villaseñor *et al.* 2023). A pesar del efecto de estas especies los estudios para evaluar los daños que provocan son pocos y la mayoría están enfocados en el perro doméstico (Orduña-Villaseñor 2023). Ambas especies son consideradas como depredadoras de fauna nativa, reservorio de enfermedades, competidores con otros carnívoros llegando a desplazar, así como el potencial de hibridarse con especies filogenéticamente

cercana a ellas e interaccionar con otras especies invasoras (CABI 2010, García-Feria 2013, Orduña-Villaseñor *et al.* 2023).

8.3 Distribución espacial

Contrario a lo esperado, la relación entre el número de registros y la distancia mínima a las edificaciones fue inversamente proporcional para *Didelphis virginiana*, *Sciurus aureogaster* y *Sylvilagus floridanus*, sin embargo, para esta última especie la tendencia no fue significativa. Mientras que para *Urocyon cinereoargenteus*, *Herpailurus yagouaroundi* y *Spilogale pygmaea* no se pudo realizar el análisis por el bajo número de registros. La relación inversamente proporcional tanto para el tlacuache como para la ardilla gris, puede explicarse por las características particulares de ambas especies, las cuales son consideradas generalistas y resistentes a la perturbación (Valdés-Alarcón 2003, Cruz-Salazar *et al.* 2014). De igual forma, la configuración espacial de las edificaciones, así como la separación entre los edificios y pasillos angostos con vegetación en sus alrededores (Zepeda-García 2018) permite a estas especies generalistas forrajear o construir sus madrigueras cerca de los edificios, lo que destaca la disponibilidad y aprovechamiento de los recursos antropogénicos (Mora-Ascencio *et al.* 2010, Cruz-Salazar *et al.* 2014).

Particularmente, el tlacuache es una especie omnívora nocturna (González-Salazar *et al.* 2014), por lo que la búsqueda de alimento ocurre principalmente durante las noches, cuando casi todo el personal y estudiantes no están en la institución, de esta manera puede forrajear entre las edificaciones. Además, los recolectores de basura están cerca las edificaciones, lo que reduce su paso por la periferia del campus donde existe mayor riesgo de depredación por parte de las especies domésticas. Por su parte, el número de individuos de la ardilla gris se incrementó en comparación con el estudio de Villanueva Rodríguez (2019), por lo que al parecer se benefició con la creación de infraestructura que conllevó a la plantación de diversas especies vegetales en los alrededores de los edificios y pasillos nuevos,

de cuyos frutos la ardilla se alimenta. Lo anterior coincide con la idea de que *S. aureogaster* se beneficia de los cambios en la composición florística (Valdés-Alarcón 2003), porque es un herbívoro arbóreo forrajeador diurno, que consume diversas partes de las plantas incluyendo frutas, semillas y hojas principalmente en el dosel y durante el día (González-Salazar *et al.* 2014).

8.4 Educación ambiental para la conservación

Contrario a lo esperado, no hubo un cambio positivo en la percepción de la población universitaria hacia la conservación de los mamíferos medianos posterior a la visualización de los videos enviados a los estudiantes. Esto podría sugerir cuatro aspectos: el primero, que existió poco interés por parte de la población estudiantil hacia la conservación de los mamíferos medianos en la Universidad del Mar, campus Puerto Escondido; lo anterior es pensado porque tanto antes como después de enviados los videos educativos, los resultados de la actitud fue la misma (actitud neutra o indecisa). El segundo puede explicarse por las condiciones especiales durante el estudio, entre las cuales se puede destacar a las condiciones de la pandemia causada por la COVID-19 (SARS-CoV-2), lo que provocó de manera abrupta una interacción virtual con los alumnos, los cuales no todos estaban acostumbrados a esta nueva manera de interacción. El tercero, que está ligado con el anterior, es que la estrategia vía remota no fue la óptima para abordar el tema sobre mamíferos medianos, debido a que no se encuentran familiarizados con las herramientas digitales para temas educativos, o inclusive que los videos no fueron los suficientemente atractivos para visualizarlos en su totalidad. Y el cuarto, es considerar que la estrategia como tal no fue la correcta para la comunidad, debido a que se ha señalado que la educación ambiental es un proceso que nos enseña la forma de comportarnos y promover el cuidado del ambiente y los recursos naturales (Fang *et al.* 2023), este proceso debe ser dinámico y participativo (García y Priotto 2009) además de que como resultado las personas se involucren y participen en la resolución de los problemas (EPA 2024). Por lo que, debido al corto tiempo y la modalidad de la estrategia no se puede hablar de un proceso participativo, por lo

que podría considerarse como un primer acercamiento para evaluar las percepciones de los estudiantes y en un futuro incluir una estrategia educativa adecuada para los estudiantes universitarios, que cumpla con los requisitos de ser dinámica, participativa y que además pueda mantenerse a lo largo del tiempo en la institución para observar resultados favorables a largo plazo.

Este trabajo es el primero que se enfoca en conocer la percepción de los universitarios hacia la conservación de los mamíferos medianos mediante herramientas digitales. Hasta ahora la mayoría de los estudios sobre educación ambiental en México están dirigidos para saber la actitud de la población hacia el uso de algún recurso natural (Manejo-Zaragoza *et al.* 2009, Benez *et al.* 2010, López-Medellín *et al.* 2016, Narchi y Canabal 2017). Para el caso específico de evaluar la percepción hacia la fauna silvestre se han reportado dos trabajos. El primero de ellos fue realizado por Álvarez *et al.* (2015), quienes encontraron que el conocimiento de los adultos sobre el jaguar es poco preciso y ha desarrollado una relación conflictiva entre la fauna y el ser humano, en la Reserva de la Biósfera de Manantlán, Jalisco. Por su parte, Aguilar-Cucurachi *et al.* (2017b), encontraron que niños provenientes de escuelas primarias rurales de tres comunidades en el estado de Tabasco tienen conocimiento sobre el impacto humano en las poblaciones de primates que habitan en sus comunidades. Por lo que se puede apreciar que la percepción de la población adulta fue diferente a la de los niños, lo que nos indica que los niños suelen ser más receptivos hacia la educación ambiental, además de tomar en cuenta los intereses en la población adulta como son: económicos y el entorno social principalmente.

Para el caso específico del estado de Oaxaca, los estudios de educación ambiental, está direccionados principalmente hacia aquellas comunidades en las que se hace un manejo de los recursos naturales. En este estudio, a pesar de evaluar a estudiantes que se encuentran estudiando carreras orientadas a temas ambientales y el estudio de la fauna (como en el caso de las licenciaturas en biología, zootecnia e ingeniería forestal) no se observó una actitud positiva hacia la información

brindada en la estrategia de educación ambiental. Resultados distintos a lo anterior fueron obtenidos por Chodosh (1999), quien sí observó una actitud positiva en los alumnos evaluados posterior a un acercamiento con la fauna. Lo anterior podría ser explicado por la diferencia en la edad de las personas, debido a que se ha visto que los niños presentan mayor disposición para adquirir información a diferencia de los jóvenes en quienes se observa falta de interés hacia los temas ambientales (Sánchez-Huerta 2019). En la estrategia implementada por Chodosh (1999) hubo un acercamiento directamente con la avifauna, lo que pudo influir en la actitud positiva de los niños, a diferencia de que se hubiera tratado de una presentación virtual. Además de la modalidad virtual, que pudo ser una herramienta no exitosa en la implementación de educación ambiental, la durabilidad de la misma fue a lo largo de un año en el que se enviaron tanto las escalas como los vídeos. Esto de igual manera pudo influir de forma negativa en los resultados, ya que a como lo expresan Ruiz-Mallen et al. (2010), para que una estrategia de educación ambiental funcione deben existir ciertas condiciones, una de ellas es que exista retroalimentación de la información ofrecida, lo cual por el tiempo de duración de la metodología se podría considerar como el primer paso hacia una estrategia que pueda establecerse de forma continua en la institución.

La modalidad virtual también pudo haber influido de manera negativa en la participación de los estudiantes, lo que se reflejó en un bajo número de encuestas respondidas. Desde la perspectiva virtual surge la estrategia educativa *m-learning* que es un sistema de enseñanza aprendizaje a través de redes digitales (Rodríguez-Sarmiento 2021). En el estudio con los estudiantes de la Universidad del Mar, tanto los videos como la encuesta fue virtual, y la forma de interacción fue a través del correo electrónico de aula virtual de cada estudiante. Los resultados de este estudio coinciden con lo registrado por Rodríguez-Sarmiento (2021), en el que a través de las tecnologías se implementaron clases a los alumnos, y se observó que un importante grupo de los estudiantes no tuvo disposición para estudiar o fueron apáticos, lo cual, para este estudio en particular, fue producto de la implementación

del *m-learning* durante la pandemia, develando una gran problemática en la que los estudiantes muestran una alta indisposición hacia el estudio.

Además de lo anterior, Delgado-Coronado (2022) evaluó el efecto de la pandemia en estudiantes y reveló que existieron diversas condiciones que dificultaron el aprendizaje durante la pandemia. Una de las principales fue la mala conexión a internet, o incluso la inexistencia al acceso de internet, poca experiencia en el manejo de plataformas digitales; además de un desagrado por el trabajo virtual y la generación de estrés, ansiedad y frustración causada por estas dificultades. Además, la educación a través de medios digitales se considera, tanto por docentes como estudiantes universitarios, como un sustituto no necesariamente de calidad a la educación presencial (Pedró 2020).

En el presente trabajo en el que se evaluó a una población adulta joven se observó una actitud neutra hacia la conservación de los mamíferos medianos, lo cual se puede vincular a los efectos en la educación causados por la pandemia originada por la COVID-19, los cuales pueden ser los mencionados por Delgado-Coronado (2022) como estrés, frustración, ansiedad o simplemente apatía como lo menciona Rodríguez-Sarmiento (2021).

Los resultados reflejan el bajo nivel en educación ambiental con el que se cuenta a nivel estatal. Lo anterior concuerda con los resultados de Muñoz-Cadena *et al.* (2016), quienes reportaron que uno de los estados con los puntajes más bajos en logro educativo en educación ambiental fue Oaxaca. Con los resultados de este trabajo y estudios previos se puede notar la necesidad de implementar estrategias de educación ambiental orientadas a partir del conocimiento de las percepciones ambientales (Calixto-Flores y Herrera-Reyes 2010). Cuando los efectos de la pandemia disminuyeron, se aceptó la invitación para dar una plática sobre el proyecto y compartir los resultados del mismo en dos eventos: uno de la Licenciatura en Zootecnia y el otro de la Licenciatura en Biología (Anexo II).

9. RECOMENDACIONES

La estrategia más eficiente para llevar a cabo la educación ambiental siempre será de manera presencial con las personas. En los últimos años, los medios digitales han cobrado relevancia y de alguna manera pueden ser utilizados como una herramienta adicional. No obstante, en las condiciones particulares por las que se atravesó en la pandemia, en las cuales por precaución no se autorizó la relación presencial con los estudiantes de licenciatura, en este estudio se usaron videos y se compartió la liga para que los alumnos los observaran. Sin embargo, debido al bajo porcentaje de respuesta por parte de los alumnos, en caso de realizar un estudio similar al efectuado en este trabajo se recomienda lo siguiente:

1. El medio para dar a conocer la implementación de una estrategia de educación ambiental debe tener un seguimiento más estricto. Esto asegurará que toda la población objetivo pueda estar informada y participar en el estudio.
2. En caso de utilizar la modalidad virtual, los videos deben ser subidos a las plataformas digitales, como las redes sociales para llegar a más personas a través de la compartición, además de ser visualizados en cualquier momento.
3. Tomar en cuenta el calendario escolar para evitar el envío de los videos y las encuestas en la temporada de exámenes. En estas fechas los alumnos generalmente están saturados de trabajos, por lo que su participación se reduciría.
4. La duración del estudio o implementación de una estrategia de educación ambiental debe ser duradera, es decir, poder llevarla a cabo por más de un año y evaluarla constantemente, con la finalidad de observar el éxito de la misma, o en caso contrario, realizar los ajustes pertinentes.

10. CONCLUSIONES

- Se registraron ocho especies de mamíferos medianos dentro de la Universidad del Mar, campus Puerto Escondido. De estas ocho especies, dos fueron fauna doméstica.
- Se encontró una relación inversamente proporcional y significativa entre el número de registros y la distancia mínima a las edificaciones para *Didelphis virginiana* y *Sciurus aureogaster*. La relación no fue significativa para *Sylvilagus floridanus*.
- Con la estrategia de educación ambiental implementada dentro del campus de la universidad no se observó un cambio positivo en la percepción de la población estudiantil universitaria hacia la conservación de los mamíferos

11. REFERENCIAS

- Abu-Baker, M.A., S.E. Emerson y J.S. Brown. 2015. Foraging and habitat use of eastern cottontails (*Sylvilagus floridanus*) in an urban landscape. *Urban Ecosyst*, 18: 977-987.
- Aguilar-Cucurachi, M. del S., J. Mercon y E. Silva-Rivera. 2017a. Aportaciones de las percepciones socio-ecológicas a la educación ambiental. *Entreciencias*, 5(15):
- Aguilar-Cucurachi, M. del S., J. Mercon y E. Silva-Rivera. 2017b. Percepciones de niños y niñas para la conservación de los primates mexicanos. *Ambiente y Sociedad*, 5(12): 99-118.
- Aguilar, R.F y M. Superina. 2015. Xenartra. *Fowler's Zoo and Wild Animal Medicine*, 8: 355–369.
- Aguirre-Muñoz, A. y R. Mendoza-Alfaro. 2009. Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos

- y la economía. Pp: 277-318 In Aguirre-Muñoz, A. y R. Mendoza-Alfaro. Capital natural de México, vol. II. Estado de conservación y tendencias de cambio, CONABIO, México.
- Álvarez-Castañeda, S.T., T. Álvarez y N. González-Ruíz. 2017. Guía para la identificación de los mamíferos de México. Johns Hopkins University Press, USA, 528 pp.
- Álvarez, G. N., R.W. Gerritsen y J.C. Gómez-Llamas. 2015. Percepciones campesinas del jaguar en diez localidades de la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán en el Occidente de México: implicaciones para su conservación. *Sociedad y Ambiente*, 1(7): 35-54.
- Álvarez-Romero, J.G., R.A. Medellín, H. Gómez de Silva y O. Sánchez. 2008. Animales exóticos en México: una amenaza para la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, 518 pp.
- Aranda, S.J. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. Ceiba diseño y arte editorial, México, 260 pp.
- Ávila-Flores, R. y R. A. Medellín. 2005. Zorrillo pigmeo. Pp: 394-395. In Ceballos, G. y G. Oliva (eds.), *Los mamíferos silvestres de México*. CONABIO, México.
- Barahona, A. y L. Almehida-Leñero. 2005. Educación para la conservación. UNAM, México, 424 pp.
- Barrientos-Llosa, Z. 2003. Zoología general. EUNED, 505 pp.
- Blanco, N. y M.E. Alvarado. 2005. Escala de actitud hacia el proceso de investigación científico social. *RCS*, 11(3): 537-544.
- Benchimol, M. 2016. Medium and large - sized mammals. Pp: 37-48. In T. H. Larsen (ed.), *Core standard methods for rapid biological field assessment*. Conservation International, Arlington USA.
- Bojorges Baños, J.C. y C. García Estrada. 2012. Plan de manejo para la conservación de las aves y los mamíferos en la Universidad del Mar campus Puerto Escondido. UMAR, Puerto Escondido.
- Briones-Salas, M A. 2012. Mamíferos de Oaxaca. *THERYA*, 3(3): 273-275.

- Briones-Salas, M.A., M.C. Lavariega, Y. Martínez-Ayón, N. Martín-Regalado y Y. Santiago-Matías 2019. Modelado de la distribución geográfica de mamíferos endémicos y en riesgo de conservación de Oaxaca. Unidad Oaxaca. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional. Bases de datos SNIB-CONABIO, proyecto JM011. Ciudad de México.
- Briones-Salas, M., M. Cortés-Marcial y M.C. Lavariega. 2015. Diversidad y distribución geográfica de los mamíferos terrestres del estado de Oaxaca, México. *Rev. Mex. Biodivers.* 86: 685-710.
- Briones-Salas M., M.C. Lavariega-Nolasco, M. Cortés-Marcial, A.G. Monroy-Gamboa y C.A. Masés-García. 2016. Iniciativas de conservación para los mamíferos de Oaxaca, México. Pp: 329-366 In Briones-Salas, M., Y. Hortelano-Moncada, G. Magaña-Cota, G. Sánchez-Rojas y J.E. Sosa-Escalante (eds.). *Riqueza y Conservación de los Mamíferos en México a Nivel Estatal*. Instituto de Biología, UNAM, Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. y Universidad de Guanajuato, México.
- Briones-Salas, M.Á. y CONABIO C. 2021. Modelado de la distribución geográfica de mamíferos endémicos y en riesgo de conservación de Oaxaca. Version 1.4. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. Consultado el 17 de octubre de 2021: <https://doi.org/10.15468/wyj2vw> accessed via GBIF.org
- Briones-Salas, M. A. y V. Sánchez-Cordero. 2004. Mamíferos. Pp: 423-447. In García-Mendoza, A.J., M.J. Ordóñez y M. Briones-Salas. (eds.), *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza, México.
- Brown, J. y M.T. Mengak. 2020. Managing wildlife damage: Eastern cottontail rabbits (*Sylvilagus floridanus*). *WSFNR*, 20 (58A): 1-4.
- Buenrostro-Silva, A., B. Pinacho-López y J. García-Grajales. 2017. Diversidad de mamíferos en una reserva privada de la Sierra Sur de Oaxaca, México. *Ecosist. Recur. Agropec.* 4(10): 111-122.

- 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. *AZM.*, 28(1): 56-72.
- Canevari, M. y C. Fernández-Balboa. 2003. 100 Mamíferos argentinos. Editorial Albatros, SACI, Buenos Aires, 160 pp.
- Castillo Pérez, V.H. 2002. Mamíferos de la costa sudeste de Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- CABI. 2010. Digital library. *Felis catus* (gato). Consultado el 29 de mayo del 2023:
<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.82598>
- Cantú-Salazar, L., M.G. Hidalgo-Mihart, C.A. López-González y A. González-Romero. 2005. Diet and food resource use by the pygmy skunk (*Spilogale pygmaea*) in the tropical dry forest of Chamela, Mexico. *J. Zool. Lond.*, 267: 283-289.
- Cantú-Salazar, L., M.G. Hidalgo-Mihart, C.A. López-González y A. González-Romero. 2009. Dry season den use by pygmy spotted skunk (*Spilogale pygmaea*) in a tropical deciduous forest in Mexico. *Biotropica*, 41(3): 347-353.
- Carey, A.B. 1982. The ecology of red foxes, grey foxes, and rabies in the Eastern United States. *Wildl. Soc. Bull.*, 10 (1): 18-26.
- Ceballos, G. 2005a. Orden Didelphimorphia. Pp: 97-113. In Ceballos G. y G. Oliva (eds.). *Los mamíferos silvestres de México*. CONABIO, México.
- Ceballos, G. 2005b. Orden Lagomorpha. Pp: 824-850. In Ceballos G. y G. Oliva (eds.). *Los mamíferos silvestres de México*. CONABIO, México.
- Ceballos, G. 2005c. Orden Carnivora. Pp: 348-425. In Ceballos G. y G. Oliva (eds.). *Los mamíferos silvestres de México*. CONABIO, México.
- Ceballos, G. 2005d. Orden Artiodactyla. Pp: 500-527. In Ceballos G. y G. Oliva (eds.). *Los mamíferos silvestres de México*. CONABIO, México.
- Ceballos, G. 2005e. Orden Rodentia. Pp: 530-821. In Ceballos G. y G. Oliva (eds.). *Los mamíferos silvestres de México*. CONABIO, México.

- Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales, R. A. Medellín, L.M. González y G. Oliva. 2005. Parte I. Diversidad y conservación de los mamíferos en México. Pp: 21-66. In Ceballos G. y G. Oliva (eds.). Los mamíferos silvestres de México. CONABIO, México.
- Celina, O.H. y A. Campo-Arias. 2005. Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. RCP., 34(4): 572-580.
- Chávez, C., A. de la Torre, H. Bárcenas, R. A. Medellín, H. Zarza y G. Ceballos. 2013. Manual de fototrampeo para estudio de fauna silvestre. El jaguar en México como estudio de caso. Servicios ecológicos y científicos, México, 108 pp.
- Chodosh, J.M. 1999. Environmental education in Oaxaca Mexico: attitudes and schoolyard-based environmental inquiries. Graduate Student Theses, Dissertations, & Professional Papers. 7849. University of Montana.
- Colwell, R.K., C.X. Mao y J.Chang. 2004. Cap. 6. Interpolando, extrapolando y comparando las curvas de acumulación de especies basadas en su incidencia. Pp: 73-84. In Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (eds.). Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades Alfa, Beta y Gamma. CONABIO, México.
- Cooper, S. E., C. K. Nielsen y P. T. McDonald. 2012. Landscape factors affecting relative abundance of gray foxes *Urocyon cinereoargenteus* at large scales in Illinois, USA. Wildlife Biology, 18 (4): 366-373.
- Cortés-Marcial, M. y M. Briones-Salas. 2014. Diversidad, abundancia relativa y patrones de actividad de mamíferos medianos y grandes en una selva seca del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. Rev. Biol. Trop., 62(4): 1433-1448.
- Cronbach, L.J. 1951. Coefficient alpha and the internal structure of the tests. Psychometrika, 16(3): 297-334.
- Cruz-Jácome, O., E. López-Tello, C.A. Delfín-Alfonso y S. Mandujano. 2015. Riqueza y abundancia relativa de mamíferos medianos y grandes en una localidad en la Reserva de la Biósfera Tehuacán- Cuicatlán, Oaxaca, México. THERYA, 6(2): 435-448.

- Cruz-Salazar, B., L. Ruiz-Montoya, D. Navarrete-Gutiérrez, E.E. Espinoza-Medinilla, E. Vázquez-Domínguez y L. Bernardo. 2014. Diversidad genética y abundancia relativa de *Didelphis marsupialis* y *Didelphis virginiana* en Chiapas, México. Rev. Mex. Biodiver. 85: 251-261.
- Delgado-Coronado, S. 2022. Efectos de la pandemia en el desarrollo de la práctica educativa universitaria. Un estudio de caso. Panorama, 16 (30).
- de Juana, A. F. 2015. Gestión de zonas verdes urbanas y periurbanas para la conservación de la biodiversidad: el caso de Vitoria-Gasteiz. Cuad. Soc. Esp. Cienc. For., 39: 313-322.
- del Río-García, I.N., M.K. Espinoza-Ramírez, M.D. Luna-Krauletz y N.U. López-Hernández. 2014. Diversidad, distribución y abundancia de mamíferos en Santiago Comaltepec, Oaxaca, México. Agroproductividad, 17-23.
- Dias, C.I., R. de Oliveira y A.P dos Santos. 2014. Medium and large-sized mammals of the Reserva Ecológica de Guapiacú, Cachoeiras de Macacu, RJ. Biota Neotropical 14(3): e20140074.
- DOF. 2016. Acuerdo por el que se determina la Lista de las Especies Exóticas Invasoras.
- EPA. 2024. What is Environmental Education?. Consultado el 13 de agosto de 2024 de: <https://www.epa.gov/education/what-environmental-education>
- Fang, W.T., A. Hassan y B.A. LePage. 2023. Introduction to Environmental Education. Pp: 3-24. In Wei-Ta, C., A. Hassan y B.A. LePage (eds.), The living environmental education: Sound science toward a cleaner, safer and healthier future. Springer, Singapur.
- Farías, A.A. 2019. Cap. 15. Métodos alternativos para el estudio de mamíferos en campo: métodos directos e indirectos. Pp: 193-203. In F. Teixeira (ed.), Experimentación con animales no tradicionales (ANTE) en Uruguay. Comisión Honoraria de Experimentación Animal (CHEA, CSIC), Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.
- Gallina, S. y C.E. Saucedo. 2021. ¿Se conservan los mamíferos? Ciencia hoy. Consultado el 07 de noviembre de 2021:

<https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/transparencia-inecol/17-ciencia-hoy/1034-se-conservan-los-mamiferos>

- Galton, F. 1888. Co-relations and their measurement, chiefly from anthropometric data. *Proc. R. Soc.* 45: 135-145.
- García, D. y G. Priotto. 2009. Educación ambiental. Aportes políticos y pedagógicos en la construcción del campo de la educación ambiental. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Buenos Aires, 231 pp.
- García-Feria, L.M. 2013. ¿Amigos o enemigos? Como perros y gatos. Consultado el 29 de mayo de 2023: <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2013-06-05-1034-10/17-cienciahoy/317-amigos-o-enemigos-como-perros-y-gatos>
- García-Grajales, J. y A. Buenrostro-Silva. 2012. Revisión al conocimiento de los murciélagos del estado de Oaxaca. *Therya*, 3(3): 277-293.
- Gardner, A.L. 2007. *Mammals of South America, Volume 1: Marsupials, Xenarthrans, Shrews and bats*. The University of Chicago Press, Londres, 690 pp.
- Ginsberg, J.R. 2013. Biodiversity of mammals. Pp: 681–707. In Levin, S.A. (ed.), *Encyclopedia of biodiversity*, Academic Press.
- González-Salazar, C., E. Matínez-Meyer y G. López-Santiago. 2014. A hierarchical classification of trophic guilds for North American birds and mammals. *Rev. Mex. Biodivers.*, 85: 931-941.
- Goodwin, G.G. 1969. Mammals from the State of Oaxaca, Mexico, in the American Museum of Natural History. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 141(1): 270 pp.
- Harrison, R. L. 1993. A survey of anthropogenic ecological factors potentially affecting grey foxes (*Urocyon cinereoargenteus*) in a rural residential area. *The Southwestern naturalist*, 38 (4): 352-356.
- Hernández Hernández, C. 2002. Mamíferos medianos del Parque Nacional Huatulco, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

- Hernández-Rodríguez, E., L. Escalera-Vásquez, J.M. Calderón-Patrón y E. Mendoza. 2019. Mamíferos medianos y grandes en sitios de tala de impacto reducido y de conservación en la Sierra Juárez, Oaxaca. *Rev. Mex. Biodivers.*, 90: e902776.
- Hernández-Silva, D.A., S.M. Pulido, I. Zuria, S. Gallina-Tessaró y G. Sánchez-Rojas. El manejo como herramienta para la conservación y aprovechamiento de la fauna silvestre: acceso a la sustentabilidad en México. *Acta Universitaria*, 28(4): 31-41.
- INIFAB. 2019. INIFAP, Campo experimental de pabellón-Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos. Consultado el 08 de noviembre de 2021:
<https://clima.inifap.gob.mx/Inmysr/Estaciones/ConsultaDiarios15Min?Estado=19&Estacion=860041>
- Jones, J.K. y Manning R.W. 1992. Illustrated key to skulls of genera of North American Land Mammals. Texas Tech University Press, USA, 75 pp.
- Juárez, V.I.N. 2016. 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 de Maestría. Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, Oaxaca, México.
- Kelly, M. J. y T. Caro. 2003. Low density of small mammals at Las Cuevas, Belize. *Mammalian Biology*, 68: 372-386.
- Lavariega, M.C., M. Briones-Salas & R.M. Gómez-Ugalde. 2012a. Mamíferos medianos y grandes de la Sierra de Villa Alta, Oaxaca, México. *Mastozoología Neotropical*, 19 (2): 225-241.
- Lavariega, M. C., N. Martín-Regalado & R. M. Gómez-Ugalde. 2012b. Mamíferos del Centro-Occidente, Oaxaca, México. *Therya*, 3 (3):349-370.
- Lavariega, M. C., N. Martín-Regalado, A. G. Monroy-Gamboa y M. Briones-Salas. 2017. Estado de conservación de los vertebrados terrestres de Oaxaca, México. *Ecosist. Recur. Agropec.* 4(10): 135-146.

- Lorenzo, C. y F.A. Cervantes. 2005. *Sylvilagus floridanus*. Pp: 843-845. In Ceballos, G. y G. Oliva (eds.), Los mamíferos silvestres de México. CONABIO, México.
- Likert, R. 1932. A technique for the measurement of attitudes. Archives of psychology, 22(140): 5-55.
- Linares, M.R., H.C. Tovilla y P.J. de la Presa. 2004. Educación ambiental: una alternativa para la conservación del manglar. Madera y bosques, 2: 105-114.
- Lira-Torres, I., M.A. Camacho-Escobar y C. Hernández-Santiago. 2008. Mamíferos de la Bahía y Micro-Cuenca del río Cacaluta, municipio de Santa María Huatulco, Oaxaca. Pp. 267-280. In Domínguez-Licona, J.M. (ed.), Diagnóstico de los recursos naturales de la Bahía y Micro-Cuenca de Cacaluta, Municipio de Santa María Huatulco. Universidad del Mar, Huatulco, Oaxaca, México.
- López-Gómez, R.F. y D. Bastida-Izaguirre. 2018. La importancia de la educación ambiental no formal en el medio rural: el caso de Palo Alto, Jalisco. Diálogos sobre educación, 9(16): 1- 21.
- Lorenzo, C., J. Bolaños-Citalán, E. Sántiz & D. Navarrete. 2017. Diversidad y conservación de los mamíferos terrestres de Chiapas, México. Rev. Mex. Biodivers. 88: 735-754.
- Mayer, M. 1998. Educación ambiental: de la acción a la investigación. Enseñanza de las Ciencias 16(2): 217-231.
- Madrid Espinosa, K. 2018. Diversidad de mamíferos medianos y grandes, y evaluación de su hábitat en el Jardín Botánico Puerto Escondido de la Universidad del Mar, Planicie Costera del Pacífico, Oaxaca. Tesis de licenciatura, Universidad del Mar, Oaxaca.
- Mendoza Ruiz, L.E. 2020. Estructura y composición de la vegetación arbórea de la Universidad del Mar. Tesis de Licenciatura. Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, Oaxaca, México.
- Merrit, J.F. 2010. The biology of small mammals. The Johns Hopkins University Press, USA, 313 pp.

- Merrit, J.F. 2014. Guide to the mammals of Pennsylvan. University of Pittsburgh, USA, 443 pp.
- Meza-Aguilar, M. 1992. Educación ambiental ¿Para qué? Nueva Sociedad, 122: 176-185.
- 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. RMM, 14: 7-22.
- Mora-Benavides, J.M. 2000. Los mamíferos silvestres de Costa Rica. EUNED, Costa Rica, 220 pp.
- Moreno, C.E., 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Volumen I. M&T y Tesis SEA, España, 84 pp.
- Muñoz-Cadena, C.E., I.E. Estrada-Izquierdo y R.E. Morales-Pérez. 2016. Logros de educación ambiental y la sustentabilidad urbana en México. REDIE, 18(3):37-50.
- Novo, M. 2010. La educación ambiental formal y no formal: dos sistemas complementarios. RIE, 11. Consultado el 01 de diciembre de 2021: <https://rieoei.org/historico/oeivirt/rie11a02.htm>
- Nowak, R.M. 2018. Walker's mammals of the world: Monotremes, Marsupials, Afrotherians, Xenarthrans and Sundatherians. JHU Press, 784 pp.
- Ojeda-Lavariaga, E., M. A. Vásquez-Dávila, E. Padilla-Gómez y G. I. Manzanero-Medina. 2019. Uso de mamíferos silvestres medianos y grandes en San Pablo Etna, Oaxaca, México. AICA 14: 42-46.
- Orduña-Villaseñor, M., Valenzuela-Galván, D. y Schondube, J.E. Tus mejores amigos pueden ser tus peores enemigos: impacto de los gatos y perros domésticos en los países megadiversos. Rev. Mex. Biodivers. 94: 1-25.
- Parker, T.J. y W.A. Haswell. 1991. Zoología cordados. Editorial Reverté, España, 981 pp.
- Pedró, F. 2020. COVID-19 y educación superior en América Latina y el Caribe: efectos, impactos y recomendaciones políticas. Fundación Carolina, Madrid, España.

- Periódico Oficial. 1992. Decreto Número 4. Por el cual se crea el organismo público descentralizado de carácter estatal denominado “Universidad del Mar”. Consultado el 22 de noviembre de 2021: <https://www.umar.mx/DocsUMAR/01-DecretoCreacion.pdf>
- Priotto, J. W. 2017. Impacto de actividades productivas sobre la diversidad, distribución y abundancia de mamíferos de Argentina. *Mastozoología Neotropical*, 24 (2): 273- 275.
- PROFEPA. 2020a. Mamíferos en México (segunda parte). Consultado el 09 de octubre de 2023: <https://www.gob.mx/profepa/articulos/mamiferos-en-mexico-segunda-parte?idiom=es#:~:text=mx%2Fphotos%2F9115254-10.%2D%20Pilosa,%C3%BAnicamente%20en%20el%20continente%20americano.>
- PROFEPA. 2020b. Mamíferos en México (primera parte). Consultado el 09 de octubre de 2023: <https://www.gob.mx/profepa/articulos/mamiferos-en-mexico-primera-parte?idiom=es>
- Ramírez, A.J y C.G. Ramírez. 2004. Educación ambiental: conocer, valorar y conservar el ambiente. *Ecofronteras* 20: 38-40.
- Ramírez-Bautista, A. y M.C. Lavariega. 2021. Medium and large-sized mammals in montane habitats of Oaxaca, México. *Therya notes*, 2: 8-14.
- Reitz, E. y M. Shackley. 2012. *Environmental archaeology*. Springer, USA, 516 pp.
- Reyes Barragán L. 2019. Diversidad y distribución de las aves en la Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, Oaxaca. Tesis de licenciatura. Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, Oaxaca.
- Rodríguez-Robayo, K.J., V.S. Ávila-Foucat y J.H. Maldonado. 2016. Indigenous communities´ perception regarding payments for environmental services programme in Oaxaca Mexico. *Ecosystem Services* 17: 163-171.
- Rodríguez-Sarmiento, C.E. 2021. La educación científica rural en la modalidad m-learning y su afectación en la pandemia de la COVID 19. *RIE*. 87 (2): 103-122.

- Ruiz-Mallén, I., L. Barraza, B. Bodenhorn, M. de Paz. Ceja-Adame y V. Reyes-García. 2010. Contextualising learning through the participatory construction of an environmental education programme. *IJSE*, 32(13): 1755-1770.
- Ruiz-Mallén, I., L. Barraza, B. Bodenhorn y V. Reyes-García. 2009. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 18(2): 82-96.
- Rumiz, D.I. 2010. Roles ecológicos de los mamíferos medianos y grandes. Pp. 53-73. In R. B. Wallace, H. Gómez, Z. R. Porcel y D. I. Rumiz (eds.), *Distribución, ecología y conservación de los mamíferos medianos y grandes de Bolivia Santa Cruz de la Sierra, Bolivia*, Centro de Ecología Difusión Simón I. Patiño, Bolivia.
- Sánchez-Cordero, V., F. Botello, J.J. Flores-Martínez, R.A. Gómez-Rodríguez, L. Guevara, G. Gutiérrez-Granados y A. Rodríguez-Moreno. 2014. Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. *Rev. Mex. Biodivers.* 85: 496-504.
- Sánchez-Huerta, G. 2019. La gestión directiva como factor de desarrollo de la cultura ambiental en la educación básica y media superior en el municipio de Santiago Yolomécatl Oaxaca. Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional.
- Sánchez, O., M.A. Pineda, H. Benítez, H. Berlanga y E. Rivera-Téllez. 2015. Guía de identificación para las aves y mamíferos silvestres de mayor comercio en México protegido por la CITES, 2a. Edición, Vol. II. SEMARNAT, CONABIO, México, 398 pp.
- Santos-Moreno, A. 2014. Los mamíferos del estado de Oaxaca. *RMM.*, 4(2): 18-32.
- Schreiber, A., R. Wirth, M. Rissel y H. Van-Rompaey. 1989. Weasels, civets, mongooses, and their relatives: an action plan for the conservation of mustelids and viverrids. IUCN/SSC, Gland Switzerland, USA, 100 pp.
- SEDESOL. 2012. Atlas de riesgos naturales en el municipio de San Pedro Mixtepec Oaxaca. Consultado el 08 de noviembre de 2021:

<http://www.proteccioncivil.oaxaca.gob.mx/wp-content/uploads/2019/03/SanpedromixtepecDtro22AR.pdf>

- Sélem-Salas, C.I., G.M. MacSwiney y B.S. Hernández. 2011. Aves y mamíferos. Pp: 351-384 In Bautista, F (ed.), Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. UNAM, México.
- Sereviche-Sierra, C., E. Gómez-Bustamante y J. Jaime-Morales. 2016. La educación ambiental como base cultural y estrategia para el desarrollo sostenible. TELOS, 18(2): 266-281.
- Servín, J. y E. Chacón. 2005. Zorra gris. Pp: 354-355. In Ceballos, G. y G. Oliva (eds.), Los mamíferos silvestres de México. CONABIO, México.
- Smith, A.T. y Y. Xie. 2008. A guide to the mammals of China. Princeton University Press, Tailandia, 576 pp.
- Valdés-Alarcón, M. 2003. Las ardillas de México. Biodiversitas, 8(51): 2-7.
- Villadiego-Lorduy, J., D. Huffman-Schwocho, A. Cortecero-Bossio y R. Ortiz-Sánchez. 2014. Algunas consideraciones acerca de la educación ambiental no formal. Tecnología en Marcha 27(3): 136-146.
- Villalobos Escalante, A. 2011. Dieta de la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y su aporte a la dispersión de semillas en el jardín botánico de la Universidad del Mar, Puerto Escondido, Oaxaca. Tesis de licenciatura.
- Villanueva Rodríguez. C. 2019. Diversidad de mamíferos terrestres no voladores para la elaboración de una propuesta de manejo en la Universidad del Mar, campus Puerto Escondido. Tesis de Maestría. Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, Oaxaca, México.
- Villarreal, H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A.M. Umaña. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Bogotá, 236 pp.
- Zepeda-García, E. 2018. Cap. 6. La Universidad de la Sierra Sur: crónica de una historia. Pp. 125-141. In Buendía-Espinosa, A. (eds.), Políticas

gubernamentales y universidades públicas mexicanas. Desafíos a la homogeneidad Universidad Autónoma Metropolitana, México.

Zaragoza-Quintana, E.P. y G.M. Swiney. 2015. La conservación de la biodiversidad en las tierras privadas de México. *Ciencia UANL*, 18(75): 8-14.

Zavala, G.I. y M. García. 2008. Historia de la educación ambiental desde su discusión y análisis en los congresos internacionales. *Revista de Investigación*, 32(63): 201-218.

12. ANEXO I

Ítems que se proporcionarán para la evaluación de la percepción de los estudiantes con base en la escala de Likert.

¡Hola! me llamo María Jessica Santos Reyes soy estudiante de la Maestría en Ciencias: Manejo de Fauna Silvestre en la Universidad del Mar, campus Puerto Escondido. Necesito de tu colaboración para que me ayudes respondiendo el siguiente cuestionario, el cual forma parte de mi tesis, no te llevará más de tres minutos. ¡Te agradezco de tu colaboración! Te invito a contestar lo siguiente con base en tu criterio a cada cuestionamiento.

Sexo: (Hombre) (Mujer)

Carrera que cursas actualmente _____

Semestre que cursas actualmente _____

Fecha _____

INSTRUCCIÓN. Por favor selecciona la respuesta con base en tu criterio.

I.- Sé qué es un mamífero mediano cuando lo veo.

1: Totalmente desacuerdo 2: En desacuerdo 3: Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4: De acuerdo 5: Totalmente de acuerdo

II.- Algún trabajador de la universidad (académica, mantenimiento y/o administrativo) me ha mencionado sobre algún mamífero mediano presente en la institución.

1: Totalmente desacuerdo 2: En desacuerdo 3: Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4: De acuerdo 5: Totalmente de acuerdo

III.- Si nadie te lo ha mencionado, conoces qué mamíferos medianos están presentes en la Universidad del Mar, campus Puerto Escondido.

1: Totalmente desacuerdo 2: En desacuerdo 3: Ni de acuerdo ni en
desacuerdo 4: De acuerdo 5: Totalmente de acuerdo

IV.- Algún trabajador (académica, mantenimiento y/o administrativo) de la universidad me ha platicado sobre la importancia de los mamíferos medianos

1: Totalmente desacuerdo 2: En desacuerdo 3: Ni de acuerdo ni en
desacuerdo 4: De acuerdo 5: Totalmente de acuerdo

V.- Durante mi estancia en la Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, he visto al menos un mamífero mediano.

1: Totalmente desacuerdo 2: En desacuerdo 3: Ni de acuerdo ni en
desacuerdo 4: De acuerdo 5: Totalmente de acuerdo

VI.- Algún trabajador de la universidad (académica, mantenimiento y/o administrativo) me ha informado de la importancia que tiene la institución en la conservación de mamíferos medianos.

1: Totalmente desacuerdo 2: En desacuerdo 3: Ni de acuerdo ni en
desacuerdo 4: De acuerdo 5: Totalmente de acuerdo

VII.- Mantener áreas verdes ayuda a conservar la diversidad de especies de un sitio.

1: Totalmente desacuerdo 2: En desacuerdo 3: Ni de acuerdo ni en
desacuerdo 4: De acuerdo 5: Totalmente de acuerdo

VIII.- Me gustaría que me compartan información sobre los mamíferos medianos presentes en la Universidad del Mar.

1: Totalmente desacuerdo 2: En desacuerdo 3: Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4: De acuerdo 5: Totalmente de acuerdo

13. ANEXO II.

Constancias de las prácticas impartidas a los estudiantes de la Licenciatura en Zootecnia y Licenciatura en Biología.

UNIVERSIDAD DEL MAR
CAMPUS PUERTO ESCONDIDO

Jornadas de Zootecnia 2022
Ambiente, Manejo
y Producción Animal



UNIVERSIDAD DEL MAR

otorga la presente

CONSTANCIA

a:

Biol. María Jessica Santos Reyes
Maestría en Ciencias: Manejo de Fauna Silvestre, Universidad del Mar

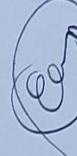
por impartir la conferencia:
Riqueza y distribución de mamíferos medianos en la
Universidad del Mar Campus Puerto Escondido, Oaxaca y
educación ambiental para su conservación

Durante la Jornada Académica de Zootecnia 2022
"Ambiente, Manejo y Producción Animal"
llevada a cabo el día 18 de noviembre de 2022.

Puerto Escondido, Oaxaca, México, 18 de Noviembre de 2022


Dr. Jaime Arroyo-Tezerna
Jefe de la Carrera de Licenciatura en Zootecnia
Universidad del Mar


UNIVERSIDAD DEL MAR
CAMPUS PUERTO ESCONDIDO
CARRERA DE LICENCIATURA EN ZOOTECNIA



Dra. María del Rosario Estrada Rodríguez
Vicedirectora Académica / Jefe Rectoría Académica
Universidad del Mar
Campus Puerto Escondido





UNIVERSIDAD DEL MAR Licenciatura en Biología

Otorga la presente

CONSTANCIA

A la:

Biol. María Jessica Santos Reyes

Por haber impartido la ponencia “Riqueza y distribución de los mamíferos medianos en la Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, Oaxaca y Educación Ambiental para su conservación”, en el marco de las XV Jornadas de Biología 2023: Sin contaminación.

Dra. Ma. del Rosario Enríquez Rosado
Vice-Rectora Académica
Campus Puerto Escondido

Puerto Escondido, Oaxaca a 08 de junio de 2023.

Rosario García Alavez
Jefa de Carrera Licenciatura en Biología
Licenciatura en Biología

Jornadas de biología 2023

“Sin contaminación”