

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
METROPOLITANA
UNIDAD XOCHIMILCO**

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

INFORME FINAL DEL SERVICIO SOCIAL
POR ACTIVIDADES VINCULADAS A LA PROFESIÓN

**Implementación de refugios artificiales
para la quiropterofauna de los cultivos
de arroz en Coatlán del Río, Morelos**

PARA OBTENER EL GRADO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

Ángel Uriel Torres Alcántara
2162030268

ASESORES

Asesor interno

**Dra. María del Carmen
Monroy Dosta**

Investigador Titular "C"
Universidad Autónoma
Metropolitana
Unidad Xochimilco
mmonroy@correo.xoc.uam.mx

Asesor externo

**Dr. Rodrigo Antonio
Medellín Legorreta**

Investigador Titular "C"
Universidad Nacional
Autónoma de México
Instituto de Ecología
medellin@iecologia.unam.mx

Ciudad de México 6 de febrero de 2024

Resumen

Se colocaron refugios artificiales (RA) para murciélagos en Morelos, México, como parte de un servicio social en el Laboratorio de Ecología y Conservación de Vertebrados Terrestres, del Instituto de Ecología, en la UNAM. Se estima que la destrucción anual de cultivos causada por artrópodos herbívoros es aproximadamente del 10% a nivel global. Los murciélagos insectívoros son supresores biológicos efectivos, pero enfrentan amenazas por la pérdida de hábitat y la disminución de sus refugios naturales. Los RA han surgido como estrategia de conservación, aumentando los sitios habitables disponibles, pero existen vacíos en la investigación sobre su efectividad. Se llevó a cabo una revisión bibliográfica de RA, identificando 82 referencias principalmente en zonas templadas, con 85 diseños de RA de 8 materiales distintos. Se registró que 82 especies de murciélagos, en su mayoría en estado de conservación de "preocupación menor" por la "UICN", utilizan RA. Además, el diseño "Stratmman" fue el más frecuentemente ocupado por estas especies. En Morelos, México, se identificaron 60 especies de murciélagos, siendo solo 39 insectívoras y 12 con registro de ocupación de RA de las familias Molossidae y Vespertilionidae. Para este servicio social, se seleccionó el RA tipo "Stratmman". Se desarrolló un diseño específico para campos agrícolas en Coatlán del Río, Morelos. Se construyeron un total de 30 RA, entre los miembros del laboratorio y productores locales. Se instalaron sobre árboles 27 RA en campos de arroz y en grupos de 1 a 3 RA, a una altura de 2 a 12 metros. Se elaboró una base de datos con información asociada a la posición de los RA. Las actividades se llevaron a cabo de manera interdisciplinaria, fortaleciendo habilidades profesionales, como el desarrollo de una perspectiva crítica, creativa y autodidacta. Este servicio social contribuyó a la investigación y aplicación práctica de estrategias de conservación de murciélagos en la región.

Palabras clave: Refugios artificiales, murciélagos, supresores biológicos, artrópodos herbívoros, conservación, Coatlán del Río, Morelos, México.

INDICE

I	INTRODUCCIÓN	4
II	LUGAR DONDE SE REALIZÓ EL SERVICIO SOCIAL	7
III	MARCO INSTITUCIONAL.....	8
IV	OBJETIVO DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS	9
IV.I	OBJETIVO GENERAL	9
IV.II	OBJETIVOS PARTICULARES	9
V	DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS ..	9
V.I	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE LOS REFUGIOS ARTIFICIALES DE QUIRÓPTEROS ...	9
V.I.I	<i>Diseños y materiales.....</i>	12
V.I.II	<i>Especies que utilizan refugios artificiales.....</i>	16
V.II	LISTA DE ESPECIES POTENCIALES DE MURCIÉLAGOS EN MORELOS, MÉXICO.....	20
V.III	DESARROLLO DEL DISEÑO DE REFUGIO ARTIFICIAL PARA LOS SISTEMAS AGRÍCOLAS DE COATLÁN DEL RÍO, MORELOS.....	24
V.III.I	<i>Diseño</i>	24
V.III.II	<i>Materiales y características del diseño.....</i>	25
V.III.III	<i>Especificación del diseño.....</i>	26
V.I	CONSTRUCCIÓN DEL LOS REFUGIOS ARTIFICIALES	28
V.II	RECONOCIMIENTO Y PLANEACIÓN DE LOS SITIOS DE INSTALACIÓN PARA LOS REFUGIOS ARTIFICIALES	32
V.I	INSTALACIÓN DE REFUGIOS ARTIFICIALES EN LOS CULTIVOS DE COATLÁN DEL RÍO, MORELOS	34
V.II	BASE DE DATOS DE LOS REFUGIOS ARTIFICIALES	38
VI	DESCRIPCIÓN DEL VÍNCULO DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS CON LOS OBJETIVOS DE FORMACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS	40
VII	REFERENCIAS.....	42

I INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha estimado que la destrucción anual de cultivos causada por artrópodos herbívoros (principalmente larvas de lepidópteros) es de aproximadamente el 10% a nivel mundial (Oliveira *et al.*, 2020). El aumento de la demanda de alimentos por parte de la población humana ha incrementado el uso de pesticidas, con el objetivo de mejorar la productividad de los cultivos (Liu *et al.*, 2015). Sin embargo, el uso excesivo de agroquímicos tiene consecuencias negativas en los ecosistemas y contribuye significativamente a la crisis global de la biodiversidad, poniendo en riesgo tanto la salud de los ecosistemas como la humana (Dhananjayan *et al.*, 2020). Oliveira y colaboradores (2020) realizaron una revisión bibliográfica de estos efectos nocivos en los murciélagos, y encontraron que las especies insectívoras son más susceptibles a los pesticidas debido a que se encuentran en la parte superior de la cadena alimentaria y terminan bioacumulando estos residuos tóxicos en sus tejidos.

Debido a sus hábitos alimenticios, los murciélagos insectívoros son uno de los supresores biológicos más prometedores de los artrópodos que dañan los cultivos (Kunz *et al.*, 1995) considerando que pueden ingerir hasta el 80-100% de su masa corporal en insectos cada noche (Kurta *et al.*, 1989). Numerosas especies de murciélagos (particularmente de las familias Molossidae y Vespertilionidae) coexisten sinantrópicamente mediante la explotación de recursos alternativos disponibles (Kemp *et al.*, 2019). Estas pueden aprovechar zonas agrícolas como áreas de alimentación, especialmente durante los brotes de plagas (Lehmkuhl-Noer *et al.*, 2012; Taylor *et al.*, 2013).

Estudios previos han demostrado una estrecha coincidencia espacio temporal entre la abundancia de plagas de artrópodos emergentes y la actividad de los murciélagos (Charbonnier *et al.*, 2014). En plantaciones de café en México y Costa Rica, los murciélagos redujeron la abundancia de insectos herbívoros (Mendenhall *et al.*, 2014; Williams-Guillén *et al.*, 2008).

Solo en Tailandia anualmente la alimentación de 26,152 personas, se atribuye al servicio ecosistémico de los murciélagos de labios arrugados (*Mops plicata*) (Wanger *et al.*, 2014).

En Cataluña, España, se ha descrito que el murciélago *Pipistrellus pygmaeus* controla las poblaciones del barrenador del arroz (*Chilo suppressalis*) hasta en un 86%, al punto de ahorrar a los productores el costo total de los pesticidas, estimado en casi \$43 dólares por hectárea al año (Puig-Montserrat *et al.*, 2015). Cleveland y colaboradores (2006) encontraron que la contribución económica de los murciélagos a los agroecosistemas dominados por el algodón del sur de Texas, Estados Unidos, es de \$12 a \$173 dólares por acre cada año. Extrapolando estas cifras a todo el país, Maine y Boyles (2015) valoraron la contribución económica a los agroecosistemas entre \$ 3,7 y \$ 53 mil millones por año. A nivel mundial, se estima que este servicio de control de plagas podría ascender a miles de millones de dólares para los sistemas agrícolas (Taylor *et al.*, 2018).

En las últimas décadas, las transformaciones del hábitat han tenido un crecimiento alarmante. Solo en el Estado de Morelos el uso de suelo agrícola cambio de tener el %11 en el año 2000 al %13 en el 2009 lo que representa 1,373 ha (Escandón-Calderón *et al.*, 2018). Los murciélagos insectívoros son sensibles a la intensificación y expansión de la agricultura, principalmente por la degradación del hábitat que reduce la cantidad de refugios disponibles en el paisaje (Polyakov *et al.*, 2019). La presencia de árboles huecos puede ser incluso más importante para los murciélagos que la disponibilidad de alimentos (Mering y Chambers, 2014) por lo tanto, puede asumirse como un factor limitante en la viabilidad de sus poblaciones (Koschnicke *et al.*, 2010).

Para compensar la pérdida de refugios naturales a menudo se recurre a refugios artificiales (RA) (Flaquer *et al.*, 2006). La aplicación y el desarrollo de diferentes diseños se generalizaron en América del Norte durante la

década de los 80s y principios de los 90s como una herramienta para la conservación de murciélagos y el manejo de plagas (Ruegger *et al.*, 2019). En los arrozales del Delta del Ebro, España, los niveles de plagas disminuyeron después del despliegue de RA ocupados por la especie *Pipistrellus pygmaeus* (Puig-Montserrat *et al.*, 2015).

Actualmente existe un vacío en la información disponible sobre el microclima y los efectos de los murciélagos que utilizan RA, generando un éxito limitado y una comprensión deficiente de los RA como herramientas de conservación (Crawford y O'keefe, 2023). En consecuencia, es importante la identificación de combinaciones de diseño, material y ubicación que respalden microclimas óptimos y promuevan la ocupación de los murciélagos (Martin-Bideguren *et al.*, 2019).

Dentro del marco del Sistema Modular de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, radica el establecer una relación intrínseca entre la enseñanza y la realidad. Esta se estructura en función de problemas concretos, que se convierten en objetos de estudio conocidos como "objetos de transformación". Estos objetos se abordan de manera interdisciplinaria y mediante la investigación científica, permitiendo a los estudiantes comprender en profundidad la complejidad de los problemas y proponer soluciones basadas en información real (Arbesú, 2006).

El servicio social (SS) permite a los estudiantes establecer una conexión directa en la realidad con la sociedad y sus principales problemas, aplicando sus conocimientos para resolver desafíos y necesidades concretas. Esta interacción fortalece la relación entre las instituciones educativas y la comunidad, proporcionando a los estudiantes la posibilidad de contribuir activamente al bienestar social y ecológico.

Este servicio social se centra en abordar una problemática en México y a nivel global, como lo es la disminución de la biodiversidad por la pérdida de hábitat. Estos RA contribuyen directamente a aumentar la disponibilidad de espacios habitables para los murciélagos. Además, este SS fomenta el aprovechamiento de los servicios ecosistémicos proporcionados por los murciélagos como controladores naturales de plagas. Así, la instalación de RA, no solo tiene un impacto positivo en la conservación de la biodiversidad, sino que también contribuye directamente a fortalecer la seguridad alimentaria, por lo que este proyecto atiende necesidades ecológicas y sociales.

II LUGAR DONDE SE REALIZÓ EL SERVICIO SOCIAL

Las actividades de este SS se desarrollaron dentro del Instituto de Ecología (Figura 1), situado en el Circuito Exterior s/n anexo al Jardín Botánico, C.P. 04510, Ciudad Universitaria, Ciudad de México. Este Instituto, especializado en investigación, está compuesto por diversos laboratorios que se orientan hacia diferentes disciplinas en temas ambientales y ecológicos. Entre ellos, destaca el Laboratorio de Ecología y Conservación de Vertebrados Terrestres (LECVT) espacio específico donde se llevó a cabo este servicio social.

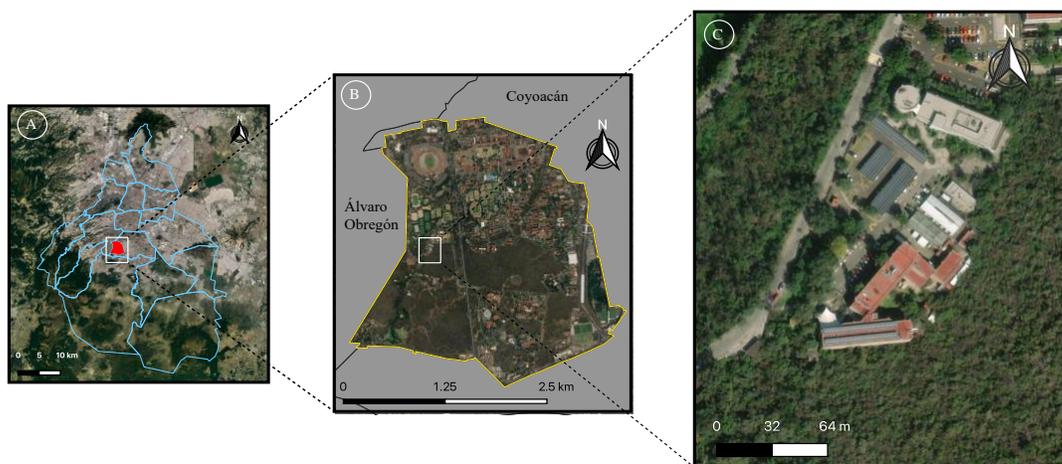


Figura 1. Ubicación de la institución en el que se realizó el SS. A) Ciudad de México B) Ciudad Universitaria y C) Instituto de Ecología. Tomado de Google Earth 2021.

III MARCO INSTITUCIONAL

La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) es una institución educativa reconocida por su compromiso social, excelencia académica en la investigación y la promoción de valores como la autonomía y la diversidad. Su misión es diseñar, impulsar y administrar los programas de apoyo a la carrera académica, para contribuir a la formación y desarrollo del personal académico. Su visión se basa en permanecer como el referente institucional en el fortalecimiento de la carrera académica, mediante la gestión eficiente de programas de apoyo para la superación del personal académico (UNAM, 2023).

El Instituto de Ecología (IE) de la UNAM, destaca como un referente en la investigación ambiental y ecológica. Su misión desde su fundación ha sido impulsar el desarrollo de la ecología como una disciplina científica y promover la vinculación entre el conocimiento científico y la solución de problemas ambientales de México y del mundo (IE, 2023).

Adscrito al IE se encuentra el Laboratorio de Ecología y Conservación de Vertebrados Terrestres (LECVT) a cargo del Dr. Rodrigo Antonio Medellín Legorreta. El LECVT está principalmente interesado en conocer, documentar y entender la biodiversidad que existe en el país. La misión está comprometida con la excelencia en la investigación y conservación de vertebrados terrestres, de la mano con políticas que promueven la ética científica y la colaboración interdisciplinaria (UNAM, 2023).

Finalmente, las actividades de este SS se llevaron a cabo en el marco del proyecto titulado “Contribución de los murciélagos insectívoros al control de plagas en cultivos de arroz en Morelos, México”, coordinado por la Biol. Cárol Mariana Sierra Durán. Dicho proyecto se desarrolla bajo la supervisión del Dr. Rodrigo Antonio Medellín Legorreta, quien también desempeña la función de asesor externo.

IV OBJETIVO DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

IV.I Objetivo general

- Promover la disponibilidad de refugios artificiales para murciélagos insectívoros en el paisaje agrícola de Coatlán del Río, Morelos.

IV.II Objetivos particulares

- Realizar una revisión bibliográfica de información aplicable sobre los refugios artificiales en zonas agrícolas.
- Elaborar una lista de especies potenciales del estado de Morelos, México, que podrían ocupar los refugios artificiales.
- Elaborar un diseño de refugios artificiales para los cultivos de Coatlán del Río, Morelos.
- Construir 30 refugios artificiales para murciélagos insectívoros.
- Instalar 30 refugios artificiales en las zonas agrícolas de Coatlán del Río, Morelos.
- Elaborar una base de datos con las características de la ubicación donde fueron instalados los refugios artificiales.

V DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS

V.I Revisión bibliográfica sobre los refugios artificiales de quirópteros

La revisión bibliográfica se elaboró a partir de una búsqueda en las bases de datos de EBSCO, Google Academic y JSTOR utilizando las siguientes palabras clave: “bat boxes”, “artificial roost bat”, “bat houses”, “caja de murciélagos” y “casa de murciélagos”. Se incluyeron artículos, libros, manuales y reportes que proporcionaran el diseño de RA y el material con el que fue construido.

También se revisaron los artículos y libros que no aparecieron en la búsqueda, pero que fueron citados en las publicaciones resultantes donde pudieron obtenerse.

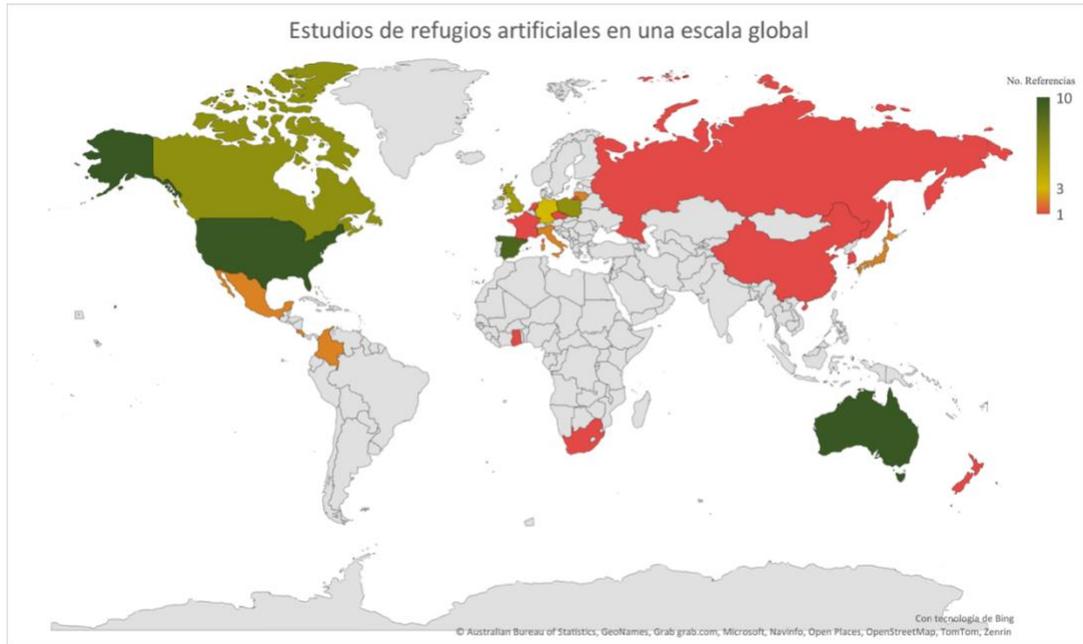


Figura 2. Distribución global de estudios de RA realizados en cada país. La variación en la tonalidad refleja la intensidad de la investigación (cantidad de estudios), los tonos rojos representan zonas con menor cantidad y los verdes zona con más de 10 estudios.

Se encontraron 82 referencias bibliográficas distribuidas en 18 países. El 44% (36) fueron estudios realizados en Europa, seguido por el 29% (24) en Norte América, Oceanía con 15% (12) y Asia con el 5% (4). Centroamérica 2% (2), África 2% (2) y Sudamérica 1% (2) presentaron la menor cantidad de referencias entre las 8 regiones (Figura 2).

La mayor parte de los estudios se ha centrado en las zonas templadas del norte global, resaltando la escasez de información en zonas tropicales, coincidiendo con lo reportado por Rueegger, (2016) y Mering y Chambers (2012). Los únicos países que han implementado refugios artificiales en zonas tropicales son Costa Rica (Kelm *et al.*, 2008; Reid *et al.*, 2014) y Colombia (Alberico *et al.*, 2004; Vieda-Ortega *et al.*, 2022). Solo en los RA de Costa Rica se ha registrado ocupación, particularmente por murciélagos frugívoros de la familia Phyllostomidae.

En este trabajo se encontraron estudios de RA para murciélagos en un intervalo temporal de 1926 a 2023 (Figura 3). De 1926 a 1991 el estudio de RA apareció de manera esporádica, con solo 6 estudios en ese lapso. A partir del año 2000, la presencia de estos estudios ha sido constante, con al menos un artículo publicado por año hasta el presente, y ha ido en general en ascenso. Hasta el 2003 los estudios se restringían solo a Norte América, Europa y Oceanía, no siendo hasta 2004 que se incorpora un estudio en Sudamérica. Estos resultados muestran que el estudio de RA en el Sur Global se limita a los últimos 20 años, lo que contrasta con los casi 100 años de estudio que presenta en el Norte Global. Así mismo, no es sino hasta 2010 que aparecen estudios en otras regiones del sur global como África (Koschnicke *et al.*, 2010; Weier *et al.*, 2019). El año 2019 fue en el que más estudios se publicaron, con un total de 10 estudios en las cinco regiones, seguido de el 2022 con 7, y 2021 y 2011, ambos con 6.

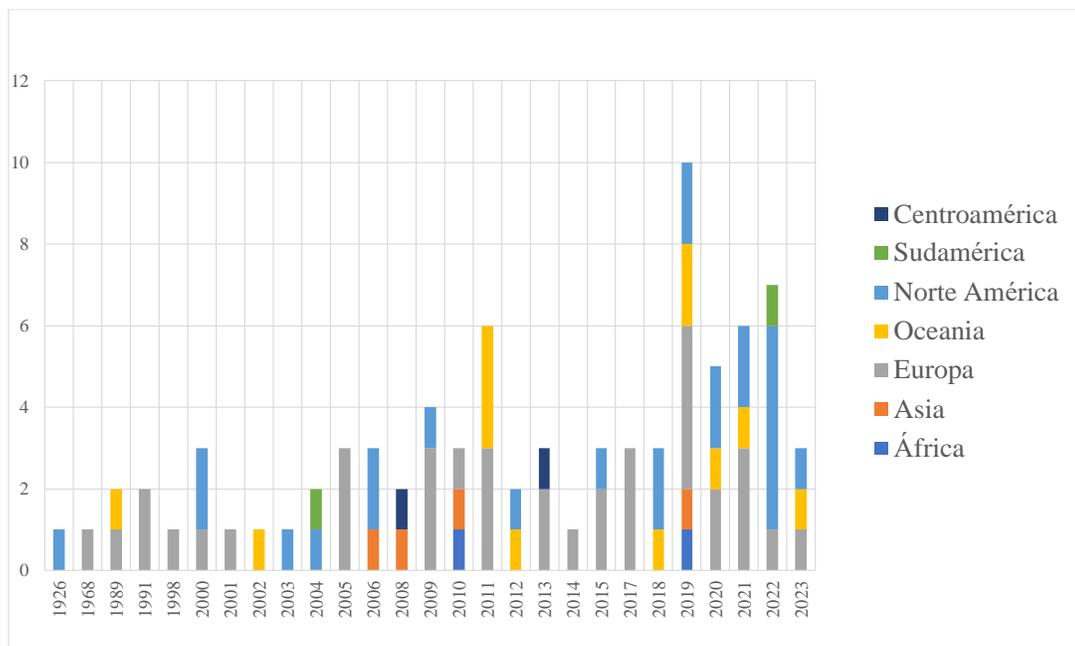


Figura 3. Distribución temporal de referencias bibliográficas sobre refugios artificiales en las diferentes regiones en un periodo de 1926 a 2023.

V.I.I Diseños y materiales

Se obtuvo un total de 85 diseños de RA en las 82 referencias bibliográficas consultadas. Los diseños variaron en dimensiones, ubicación de la entrada, número de compartimentos y grosor de las paredes, por lo que se hizo una estandarización siguiendo a Rueegger (2016) y Bideguren *et al.*, (2019). En la figura 4 se muestra un resumen de los principales materiales y diseños.

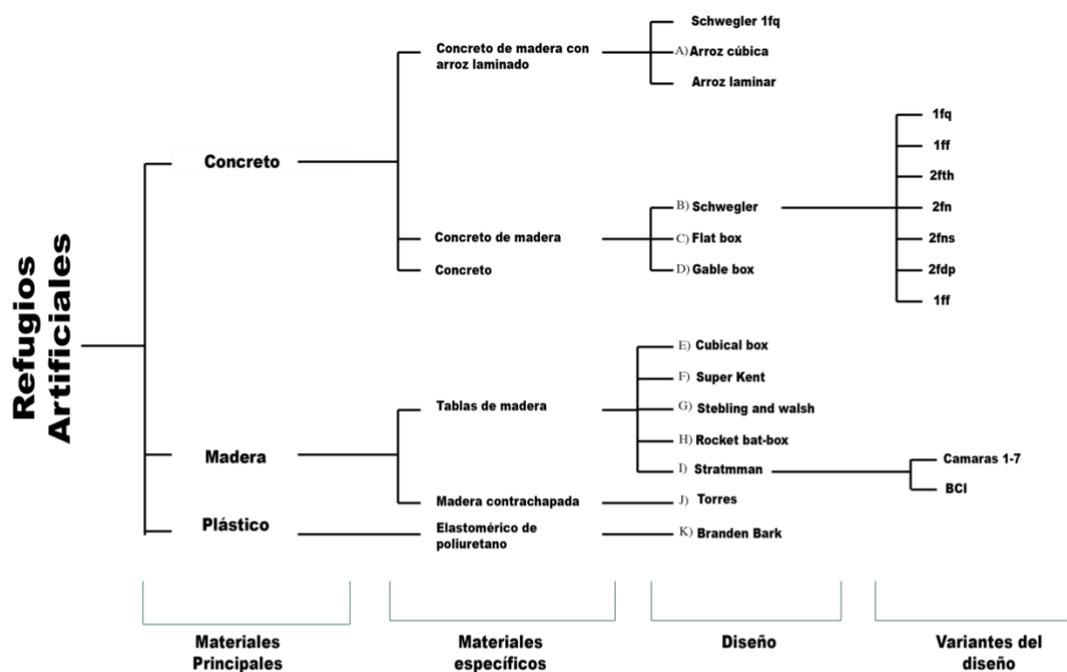


Figura 4. Principales materiales y diseños de refugios artificiales para murciélagos a nivel global.

Mediante la simplificación de los diseños, se identificó un total de 43 diseños de RA (Tabla 1), de los cuales 34 aparecen en una sola referencia cada uno. El diseño tipo “Stratmman” fue el más utilizado, ya que se implementó en 39 de las 82 referencias consultadas (48%; la suma de porcentajes puede ser mayor a 100% debido a que cada referencia puede incluir más de un diseño y material). Este diseño es una caja alargada, con un techo inclinado y una la entrada es por la parte inferior. Puede presentar diversas cámaras y el espacio entre ellas suele ser reducido con el fin de imitar una fisura natural. Con frecuencia se encuentra una barrera de madera en la entrada que limita el acceso a otras especies de murciélagos o animales como aves, reptiles y otros mamíferos. El diseño “Stratmman” fue el único RA utilizado en todos los continentes.

El diseño “Schwegler” se posicionó como el segundo RA más frecuentemente empleado. Estuvo presente en 13 estudios publicados (15.9%). Sin embargo, este solo se ha extendido por diferentes países europeos y en Nueva Zelanda solo una vez (Robinson *et al.*, 2023). Este modelo se presenta en una gama de diferentes estilos (1FQ, 2FTH, 2FM, 2FMS, 2FDP y 1FF) y esta constituido principalmente por concreto con restos de madera. Los diseños “Schwegler” 2F, 2FN, 1FS, 2FTH y 2FM son cilíndricos de una sola cavidad intentando imitar a los árboles huecos que ocupan los murciélagos en su estado natural. Varían entre ellos en tamaño y ubicación de la entrada. Los diseños 1FF y 1FQ son cúbicos y la entrada es una hendidura en la parte inferior.

El diseño denominado "Rocket Bat-Box" se encuentra solo en 7 referencias (8.5%), pero ha sido implementado en dos continentes: África y América. Este es una caja alargada de madera con cavidades concéntricas. Dependiendo de su distancia al centro, cada cavidad puede proveer unas condiciones microclimáticas únicas que pueden ser aprovechadas por los murciélagos.

Diseños menos comunes como el “Cubical box”, “Flat box”, “Kent” y “Stebbling and Walsh” mantienen también sus entradas por la parte inferior. El modelo tipo “Kent” imita las fisuras de los refugios naturales y se asemeja a un RA

tipo "Stratmman", pero sin una barrera en la entrada. El acceso al refugio depende del grosor de las cavidades. La "Cubical box" tiene dos cavidades con una sola separación. Los diseños "Stebing and Walsh" y "Flat box" son cajas de dimensiones limitadas con una sola cavidad amplia.

El material usado con más frecuencia fue la madera, que apareció en 58 referencias bibliográficas (70.7%). La combinación de cemento y madera, también conocido como "woodcrete", representó el segundo material más utilizado con 15.9 % (13 artículos), este material se encontró comúnmente solo en los modelos europeos tipo "Schwegler" y "Flat Box".

El concreto solo representó el 8.5% (7 artículos). Este tipo de material requiere de un molde para su fabricación y está asociado a diseños como "Caseta", "Schwegler" y en Centroamérica al diseño "Free Standing" (Kelm *et al.*, 2008). La combinación del cemento en Europa también se dio con los remanentes de los cultivos de arroz en España, en el Delta del Ebro (Flaquer *et al.*, 2006; Martin Bideguren *et al.*, 2019). Sin embargo, solo represento el 2% (3) de los diseños totales.

La resina con el 3.6% (2) fue de los materiales menos frecuentes, solo se construyó un diseño único publicado en Mering y Chambers (2012) que replica las exfoliaciones de la corteza de los árboles. La cerámica con el 2.4% (2) y dos diseños por Jankowska-Jarek *et al.*, (2023) en Estados Unidos. Así mismo, se han fabricado RA de plástico (3.65%). Este material no se ha extendido por otras regiones del mundo más allá de Norte América. Fue propuesto por Adams *et al.*, (2015) bajo el nombre de "Branden Bark" y se asemeja a un RA del tipo Rocket bat-box. Este diseño cubre un poste con plástico que imita el tronco de un árbol en textura y color, por lo que solo tiene una cavidad. Se ha instalado una gran cantidad de RA con este diseño en los Estados Unidos, promoviendo con éxito las poblaciones del murciélago de Indiana (*Myotis sodalis*) (Hoeh *et al.*, 2018; Jesse *et al.*, 2018).

Tabla 1. Diseños simplificados y materiales de refugios artificiales para murciélagos organizados por continentes.

Diseños	C.M.	C.M.A	Ce.	Co.	Ma.	Re.	Te.	T. G.
África					3			3
Cubical-Box					1			1
Rocket Bat-Box					1			1
Stratmman					1			1
América				2	27	2		31
ARR				1				1
Campbell Design					1			1
Flat Box					1			1
Free standing				1	1			2
Missouri style					1			1
Resina Cave						1		1
Rocket Bat-Box					6			6
Shake garland					1			1
Single shakes					1			1
Stratmman					15			15
Tarpaper plastic						1		1
Asia					3		1	4
Matsuoka							1	1
Stebbing and Walsh					1			1
Stratmman					2			2
Europa	15	3	1	6	34			59
Apex bat box					1			1
bird box					1			1
Black board					1			1
Board					1			1
Caseta				3				3
CER			1					1
Clay					1			1
Colony box	1							1
Flat Box	2	1			1			4
Funnel					1			1
Gable box	1							1
Greenaway style					1			1
ISSEL					2			2
Kent					1			1
LSC				1				1
MOT					1			1
Rhombus					1			1
Rice cubical		1						1
roof tiles				1				1
Round Box	1							1
Schwegler	10	1		1				12
Stebbing and Walsh					4			4
Stratmman					13			13
Tower					2			2
Ventilated Funnel					1			1
WDN					1			1
Oceanía	1				18			19
Artificial Hollows					1			1
Flat Box					1			1
Glider boxes					1			1

Kent				1			1
Large box				1			1
Medium box				1			1
Schwegler	1						1
Small box				1			1
Stebbing and Walsh				2			2
Stratmman				8			8
Wedge shaped. Box				1			1
Total general	16	3	1	8	85	2	116

Materiales (C.M., Cemento de madera; C.M.A., Cemento de madera y arroz; Ce., cerámica; Ma., madera; Re., resina; Te., tela; T.G., Total general). Los valores indican la cantidad de referencias bibliográficas en las que se utilizó el diseño y material. Debido a que una misma referencia puede incluir más de un diseño y material, los totales pueden ser superiores al total de referencias (n=82).

V.I.II Especies que utilizan refugios artificiales

En este trabajo se identificó un total de 82 especies de murciélagos que utilizan RA distribuidas en cinco familias (Emballonuridae, Molossidae, Phyllostomidae, Rhinolophidae y Vespertilionidae) y 34 géneros (Tabla 2). Estos resultados incluyen 23 especies más que las reportadas por Mering y Chambers (2012) en su revisión (n=59) y 13 más que Rueegger, (2016) (n=69). Sin embargo, este último solo tomó las especies que ocupan RA que simulan fisuras o cavidades de troncos de árboles, excluyendo grandes estructuras como las torres y casetas.

El continente americano presentó la mayor riqueza con 36 especies, seguido por Europa con 22, Oceanía con 14, Asia con cinco y África con dos. Es importante mencionar que solo una referencia registra especies ocupando RA para el continente africano (Weier *et al.*, 2019). Sin embargo, esta incluye especies que se registraron solo a nivel de familia, por lo que no se incluyen en esta revisión. Además, en ninguna de las revisiones previas se incluyen datos de la región de África (Mering y Chambers, 2014; Rueegger, 2016). Esto es un reflejo de cómo es necesario un esfuerzo mayor en la investigación de RA en zonas del sur global para entender como pueden funcionar en estas regiones.

En todas las regiones gran parte de las especies se encontró dentro la familia Vespertilionidae (77%). Los murciélagos pertenecientes a la familia Phyllostomidae conformaron el 13%, con todas las especies ubicadas en Centroamérica, Costa Rica, mientras que la familia Molossidae estuvo presente con un 6% principalmente en Norte América, y solo una especie (*Austronomus australis*) en Oceanía. Solo se han reportado dos especies de la familia Rhinolophidae (2%) en España, Inglaterra y Francia (Alcalde et al., 2017; Freer et al., 1998; Schofield, 2008), y una de la familia Emballonuridae (*Taphozous mauritanus*) en Sudáfrica (1%).

El 90% de las especies de murciélagos que ocuparon RA fueron insectívoras. Centroamérica fue la región que mostró más gremios tróficos, incluyendo la frugivoría (3%), nectarivoría (2%) y hematofagia (1%). La carnivoría (2%) se presentó en Europa con el nóctulo mayor (*Nyctalus lasiopterus*) y en Centroamérica con el murciélago de labio verrugoso (*Trachops cirrhosus*).

La mayoría de murciélagos que utilizan RA están dentro de la categoría de preocupación menor por la UICN (66 de las 82 especies registradas). Las casi amenazadas se encontraron en América (2), Europa (3) y Oceanía (1). Las especies en un estado vulnerable solo utilizaron los RA en América (2) y Oceanía (2). El murciélago de cola larga de Nueva Zelanda (*Chalinolobus tuberculatus*) en Oceanía, fue la única especie en estado crítico que usó los RA.

Tabla 2. Especies de murciélagos que utilizan refugios artificiales.

Continente	Familia	Género	Especie	UICN	G.T	No. D.R.A.O	D.O.	
África	Emballonuridae	<i>Taphozous</i>	<i>T. mauritanus</i>	LC	I	3	RBB	
	Vespertilionidae	<i>Scotophilus</i>	<i>S. dinganii</i>	LC	I	3	St	
América	Molossidae	<i>Eumops</i>	<i>E. floridanus</i>	VU	I	1	St	
		<i>Tadarida</i>	<i>T. brasiliensis</i>	LC	I	1	St	
		<i>Molossus</i>	<i>M. molossus</i>	LC	I	1	St	
	Phyllostomidae	<i>Carollia</i>	<i>C. castanea</i>	<i>C. castanea</i>	LC	F	1	FrS
			<i>C. perspicillata</i>	<i>C. perspicillata</i>	LC	F	1	FrS
			<i>C. sowellii</i>	<i>C. sowellii</i>	LC	F	2	FrS
		<i>Desmodus</i>	<i>D. rotundus</i>	LC	H	1	FrS	

		<i>Glossophaga</i>	<i>G. commissarisi</i>	LC	N	1	FrS
			<i>G. soricina</i>	LC	N	1	FrS
		<i>Micronycteris</i>	<i>M. hirsuta</i>	LC	I	1	FrS
			<i>M. microtis</i>	LC	I	1	FrS
			<i>M. schmidtorum</i>	LC	I	1	FrS
		<i>Trachops</i>	<i>T. cirrhosus</i>	LC	C	1	FrS
		<i>Gardenycteris</i>	<i>G. kenany</i>	LC	I	1	FrS
	Vespertilionidae	<i>Myotis</i>	<i>M. auriculus</i>	LC	I	1	RC
			<i>M. austroriparius</i>	LC	I	1	St
			<i>M. californicus</i>	LC	I	1	St
			<i>M. ciliolabrum</i>	LC	I	1	St
			<i>M. evotis</i>	LC	I	1	St
			<i>M. lucifugus</i>	EN	I	6	BB
			<i>M. occultus</i>	LC	I	1	St
			<i>M. septentrionalis</i>	NT	I	1	Sc
			<i>M. sodalis</i>	NT	I	3	St
			<i>M. thysanodes</i>	LC	I	1	St
			<i>M. velifer</i>	LC	I	1	St
			<i>M. volans</i>	LC	I	1	St
			<i>M. yumanensis</i>	LC	I	3	St
		<i>Antrozous</i>	<i>A. pallidus</i>	LC	I	1	St
		<i>Eptesicus</i>	<i>E. fuscus</i>	LC	I	14	St
			<i>E. serotinus</i>	LC	I	1	GS
		<i>Lasionycteris</i>	<i>L. noctivagans</i>	LC	I	1	SG
		<i>Lasiurus</i>	<i>L. cinereus</i>	LC	I	1	BB
			<i>L. frantzii</i>	LC	I	5	St
		<i>Nycticeius</i>	<i>N. humeralis</i>	LC	I	2	St
		<i>Perimyotis</i>	<i>P. subflavus</i>	VU	I	2	St
		<i>Idionycteris</i>	<i>I. phyllotis</i>	LC	I	1	RC
Asia	Vespertilionidae	<i>Myotis</i>	<i>M. davidii</i>	LC	I	2	St
		<i>Murina</i>	<i>M. ussuriensis</i>	LC	I	1	Te
		<i>Pipistrellus</i>	<i>P. abramus</i>	LC	I	4	St
		<i>Vespertilio</i>	<i>V. sinensis</i>	LC	I	1	St
		<i>Scotophilus</i>	<i>S. kuhlii</i>	LC	I	1	St
Europa	Rhinolophidae	<i>Rhinolophus</i>	<i>E. Ferrumquinum</i>	LC	I	1	Ca
			<i>R. hipposideros</i>	LC	I	2	Ca
	Vespertilionidae	<i>Myotis</i>	<i>M. bechsteinii</i>	NT	I	7	St
			<i>M. brandtii</i>	LC	I	5	Sc
			<i>M. dasycneme</i>	NT	I	3	St
			<i>M. daubentonii</i>	LC	I	11	Sc
			<i>M. emarginatus</i>	LC	I	1	Ca
			<i>M. myotis</i>	LC	I	9	Sc
			<i>M. mystacinus</i>	LC	I	5	Sc
			<i>M. nattereri</i>	LC	I	9	Sc
			<i>M. septentrionalis</i>	LC	I	9	St

		<i>Nyctalus</i>	<i>N. lasiopterus</i>	DD	C	2	Sc
			<i>N. leisleri</i>	LC	I	5	Sc
			<i>N. noctula</i>	LC	I	19	Sc
		<i>Pipistrellus</i>	<i>P. kuhlii</i>	LC	I	2	St
			<i>P. nathusii</i>	LC	I	15	Sc
			<i>P. pipistrellus</i>	LC	I	20	St
			<i>P. pygmaeus</i>	LC	I	23	Sc
		<i>Vespertilio</i>	<i>V. murinus</i>	LC	I		
		<i>Barbastella</i>	<i>B. barbastellus</i>	NT	I	9	St
		<i>Plecotus</i>	<i>P. auritus</i>	LC	I	31	Sc
			<i>P. austriacus</i>	LC	I		
		<i>Eptesicus</i>	<i>E. nilssonii</i>	LC	I	2	St
			<i>E. serotinus</i>	LC	I	1	St
Oceanía	Molossidae	<i>Austronomus</i>	<i>A. australis</i>	LC	I	2	St
		<i>Micronomus</i>	<i>M. norfolkensis</i>	NT	I		
	Vespertilionidae	<i>Chalinolobus</i>	<i>C. gouldi</i>	LC	I	18	St
			<i>C. morio</i>	LC	I	7	St
			<i>C. tuberculatus</i>	CR	I	1	St
		<i>Falsistrellus</i>	<i>F. tasmaniensis</i>	VU	I	1	-
		<i>Nyctophilus</i>	<i>N. bifax</i>	LC	I	1	St
			<i>N. corbeni</i>	VU	I		
			<i>N. geoffroyi</i>	LC	I	8	St
			<i>N. gouldi</i>	LC	I	4	St
		<i>Vespadelus</i>	<i>V. darlingtoni</i>	LC	I	7	St
			<i>V. regulus</i>	LC	I	4	St
		<i>Scoteanax</i>	<i>S. rueppellii</i>	LC	I	1	St
		<i>Scotoperens</i>	<i>S. orion</i>	LC	I	6	St

Estado de conservación de la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (DD, datos deficientes; EN, en peligro; LC, preocupación menor; NT, casi amenazada; Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza 2023); Gremio trófico (G.T.) (C, carnívoro; F, frugívoro; H, hemátófago; I, insectívoro; N, nectarívoro); Cantidad de refugios utilizados (No. D.R.A.O.); Diseño de RA ocupado con mayor frecuencia por la especie (D.O.) (FrS, Free Standing; Ma, Matsuoka; BB, Branden Bark; RC, Roof Cave; RBB, Rocket Bat Boxes; Sc, Schwegler; SG, Shake Garland; St, Stratmman).

Entre los diseños más utilizados, el “Stratmman” fue el más frecuente para la mayoría de especies (57%), seguido del diseño “Schwegler” con el 16% (este RA solo se implementó en Europa). El modelo “Free standing” fue solo ocupado por murciélagos filostómidos (14%) y de manera exclusiva en Centroamérica.

Diseños menos convencionales fueron ocupados por solo una o dos especies como el tipo “Shake Garland” (1%) con el murciélago pelo plateado (*Lasionycteris noctivagans*) en Norte América (Whitaker et al., 2006) y las dos especies de Rhinolophidos en las “Casetas” implementadas en Europa (Alcalde et al., 2017; Freer et al., 1998; Schofield, 2008). Estos refugios no fueron diseñados específicamente para albergar a estas especies en particular. Sin embargo, si se han construido RA para atraer especies específicas como el murciélago de indiana (*Myotis sodalis*) en los Estados Unidos. Esta especie se encuentra actualmente catalogada como vulnerable. Se conoce que utiliza las cortezas de los árboles como refugio de maternidad, por lo que en Adams et al., (2015) han implementado el diseño “Branden bark” con éxito en el país (Hoeh et al., 2018; Jesse et al., 2018).

V.II *Lista de especies potenciales de murciélagos en Morelos, México*

La lista de especies potenciales se realizó a partir de una búsqueda en las siguientes bases de datos: EBSCO, Google Academic, JSTOR, y en los repositorios de tesis de la UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México) y UAEM (Universidad Autónoma del Estado de Morelos). Se utilizaron las palabras clave “Murciélagos”, “Murciélagos de Morelos”, “Bats of Morelos”, “Bats of México”, “Mamíferos de Morelos” y “Mammals of Morelos”. Se tomaron en cuenta los registros de captura, individuos en colecciones biológicas y especies que fueron detectados a partir de métodos acústicos.

El intervalo de tiempo de la bibliografía consultada fue de 1957 al 2022. Dado a esta extensión temporal, se observan diferencias en los nombres de las especies registradas en comparación con las actuales, por lo que se actualizaron los cambios taxonómicos de las especies de *Baeodon* (Baird et al., 2008), *Lasiurus* (Baird et al., 2015), *Molossus* (Simmons et al., 2023), *Pteronotus* (Pavan y Marroig, 2016) y *Sturnira* (Hernández-Canchola y León-Paniagua, 2017).



Figura 5. Especies de murciélagos capturados durante las actividades del proyecto en el Estado de Morelos, México. Stenodermatinae: 1) *Dermanura tolteca*; 2) *Artibeus lituratus*; 3) *Sturnira parvidens*; 4) *Artibeus jamaicensis*; Myronictinae: 5) *Micronycteris microtis*; Vespertilionidae: 6) *Myotis velifer*; 7) *Rhogessa parvula*; Emballonuridae: 8) *Balantiopteryx plicata*; Mormoopidae 9) *Pteronotus fulvus*; 10) *Pteronotus mexicanus*; 11) *Mormoops megalophylla*.

Se revisó un total de 20 recursos bibliográficos, donde se incluyen tres tesis, tres libros y 14 artículos científicos. La lista potencial también se complementó con capturas mediante redes de niebla en el Estado de Morelos como parte de las actividades del LECVT de la UNAM (Figura 5).

Se encontró un total de 60 especies de murciélagos distribuidas en seis familias, Phyllostomidae (23), Vespertilionidae (21), Molossidae (10), Mormoopidae (4), Natalidae (1) y Emballonuridae (1) (Tabla 3). De las 60 especies de murciélagos, siete son endémicas de México. En Morelos, el

92% de estas especies se encuentran bajo el estado de conservación "Preocupación Menor" según la IUCN, mientras que el 5% está clasificado como "Casi Amenazado". Sin embargo, el murciélago magueyero mayor (*Leptonycteris nivalis*) está considerado "En Peligro", y el murciélago platanero (*Musonycteris harrisoni*) es la única especie con un estado de conservación "Vulnerable".

Tabla 3. Lista de especies potenciales en Morelos, México organizados de familia a especie y por estado de conservación de la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

Familia	Subfamilia	Género	Especie	G.T	Dist.	NOM 059	UICN	R.A.U.
Emballonuridae	Emballonurinae	<i>Balantiopteryx</i>	<i>B. plicata</i> * 1,2,3,7,8,9,11,12,14,15,17,18,20	I	N		LC	
Molossidae	Molossinae	<i>Eumops</i>	<i>E. underwoodi</i> 2,7,8,11,14	I	N		LC	
		<i>Molossus</i>	<i>E. ferox</i> ¹⁴ <i>M. molossus</i> ^{8,9,11,14} <i>M. nigricans</i> ^{2,8,9,11,14} <i>M. sinaloae</i> 2,7,8,11,12,14,17,18,21	I I I I	N N N E		LC LC LC LC	St
		<i>Nyctinomops</i>	<i>N. femorosaccus</i> 2,8,9,11,14 <i>N. laticaudatus</i> 2,8,9,11,14 <i>N. macrotis</i> ^{8,11,14}	I I I	N N N		LC LC LC	St
		<i>Promops</i>	<i>P. centralis</i> ^{8,9,11,14,18}	I	N		LC	St
		<i>Tadarida</i>	<i>T. brasiliensis</i> 1,2,3,7,8,11,12,14,18,20	I	N		LC	
Mormoopidae	-	<i>Mormoops</i>	<i>M. megalophylla</i> * 1,2,3,5,7,8,9,11,14,21	I	N		LC	
	-	<i>Pteronotus</i>	<i>P. fulvus</i> * 1,2,3,5,7,8,9,11,12,14,17,18	I	N		LC	
	-		<i>P. mexicanus</i> * 1,2,5,7,8,9,11,12,14,17,18,19,20	I	E		LC	
	-		<i>P. psilotis</i> ^{2,7,8,11}	I	N		LC	
Natalidae	-	<i>Natalus</i>	<i>N. mexicanus</i> 2,7,8,9,11,12,14	I	N		LC	
Phyllostomidae	Desmontodinae	<i>Desmodus</i>	<i>D. rotundus</i> * ^{1,8,9,11,14}	H	N		LC	FrS
	Glossophaginae	<i>Anoura</i>	<i>A. geoffroyi</i> ^{2,8,9,11,14}	Ne	N		LC	
		<i>Choeronycteris</i>	<i>C. mexicana</i> 1,2,6,9,11,14	Ne	N	A	NT	
		<i>Glossophaga</i>	<i>G. leachii</i> ^{2,8,9,11,14} <i>G. morenoi</i> 2,3,8,9,11,14,15 <i>G. soricina</i> * 1,2,3,8,9,11,14,15,17,20	Ne Ne Ne	N E N		LC LC LC	
		<i>Hylonycteris</i>	<i>H. underwoodi</i> 8,9,11,14	Ne	N		LC	
		<i>Leptonycteris</i>	<i>L. nivalis</i> * ^{1,2,4,8,9,11,14} <i>L. yerbabuena</i> * 2,8,9,11,14,16,17	Ne Ne	N N	A Pr	EN NT	
		<i>Musonycteris</i>	<i>M. harrisoni</i> 2,3,8,9,11,14	Ne	E	P	VU	
	Macronictinae	<i>Macrotus</i>	<i>M. waterhousii</i> 1,8,10,11,14,15,16,17,20	I	N		LC	
	Mycronicterinae	<i>Micronycteris</i>	<i>M. microtis</i> * ^{1,8,9,11,14}	I	N		LC	FrS
	Stenodermatinae	<i>Artibeus</i>	<i>A. hirsutus</i> * 1,2,8,9,11,13,14,20 <i>A. jamaicensis</i> * 1,3,8,9,11,13,14,17,20 <i>A. lituratus</i> * 1,2,3,8,9,11,14,17	F F F	E N N		LC LC LC	
		<i>Chiroderma</i>	<i>C. scopeaum</i> 2,3,8,9,11,14	F	N		LC	
		<i>Centurio</i>	<i>C. senex</i> ¹¹	F	N		LC	

Vespertilionidae	Myotinae	<i>Myotis</i>	<i>Dermanura</i>	<i>D. azteca</i> 1,2,3,8,9,11,13,14,15	F	N		LC
				<i>D. phaeotis</i> ^{8,9,11,14,19}	F	N		LC
				<i>D. tolteca</i> ^{* 2,3,8,9,11,14}	F	N		LC
			<i>Enchisthenes</i>	<i>E. hartii</i> ^{6,8,9,11,14}	F	N	Pr	LC
			<i>Sturnira</i>	<i>S. hondurensis</i> [*] 2,8,9,11,14,17	F	N		LC
				<i>S. parvidens</i> [*] 3,8,9,11,13,14,17	F	N		LC
				<i>M. auriculatus</i> ^{3,8,9,11,14}	I	N		LC
				<i>M. californicus</i> 2,3,8,9,11,12,14	I	N		LC
				<i>M. fortidens</i> 3,8,11,12,14,18	I	N		LC
				<i>M. thysanodes</i> 2,3,8,9,11,14	I	N		LC
		<i>M. velifer</i> [*] 1,2,3,5,7,8,9,11,14,18	I	N		LC		
		<i>M. volans</i> ^{3,8,11,14}	I	N		LC		
		<i>M. yumanensis</i> 2,3,7,8,11,14,18	I	N		LC		
	Vespertilioninae	<i>Baeodon</i>	<i>B. allenii</i> ^{2,8,9,11,14}	I	N		LC	
			<i>B. gracilis</i> ^{2,3,8,9,11,14}	I	N		LC	
		<i>Corynorhinus</i>	<i>C. mexicanus</i> 2,8,9,11,14	I	E		NT	
			<i>C. townsendii</i> 2,8,9,11,14	I	N		LC	
		<i>Eptesicus</i>	<i>E. brasiliensis</i> ¹⁴	I	N		LC	
			<i>E. furinalis</i> ^{2,8,9,11,14}	I	N		LC	
			<i>E. fuscus</i> 1,3,8,9,11,12,14,18	I	N		LC	
<i>Idionycteris</i>		<i>I. phyllotis</i> ¹⁴	I	N		LC		
<i>Lasiurus</i>		<i>L. cinereus</i> ^{2,8,11,14,18}	I	N		LC		
		<i>L. frantzii</i> ^{2,3,8,9,11,14}	I	N		LC		
	<i>L. intermedius</i> 3,8,11,14,18	I	N		LC			
	<i>L. xanthinus</i> 2,3,8,9,11,14,18	I	N		LC			
	<i>Parastrellus</i>	<i>P. hesperus</i> 2,3,8,11,14,17,18	I	N		LC		
<i>Rhogessa</i>	<i>R. parvula</i> [*] 2,3,7,8,9,11,12,14,18	I	E		LC			

UICN (EN, en peligro; LC, preocupación menor; NT, casi amenazada; (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 2023); NOM- 59- SEMARNAT 2010 (Pr, preocupación menor; A, amenazada; P, en peligro de extinción); Gremio trófico (G.T.) (F, frugívoro; H, hemátóforo; I, insectívoro; Ne, nectarívoro); Distribución de la especie (Dist.) (N, nativa; E, Endémica). Diseño de RA más frecuente reportado de utilización por la especie (R.A.U.), (BB, Branden Bark; FrS, Free Standing; RC, Roof Cave; St, Stratman). *- Especies capturadas durante el proyecto Referencias 1. Davis y Russell, 1952; 2. Castañeda y Conradt, 1995; 3. Álvarez-Castañeda y Álvarez, 1996; 4. M. L. Taylor et al., 2000; 5. Sánchez y Medellín, 2007; 6. Guerrero-Enriquez A., 2008; 7. Orozco-Lugo et al., 2008; 8. Orozco-Lugo et al., 2013; 9. Ceballos, 2014; 10. Orozco-Lugo et al., 2014; 11. Caspeta-Mandujano et al., 2015; 12. Jiménez et al., 2017; 13. Lara-Nuñez A, 2018; 14. Hernández-Villa R, 2018; 15. Zukal, 2020; 16. Gardner y Dececchi, 2022; 17. Zamora-Mejías et al., 2020; 18. Albino-Miranda et al., 2021; 19. Anzures, 2022; 20. Lara-Nuñez et al., 2022

En la Norma Mexicana 059 (NOM-059-SEMARNAT) se encuentran solo cinco especies: bajo “Protección Especial” el murciélago Frutero menor (*Enchisthenes hartii*) y el murciélago magueyero (*Leptonycteris yerbabuena*); como “Amenazados” el murciélago magueyero mayor (*Leptonycteris nivalis*) y el murciélago trompudo (*Choeronycteris mexicana*); y el único catalogado en “Peligro de extinción” es el murciélago platanero (*Musonycteris harrisoni*).

Se identificaron cuatro tipos de gremios tróficos entre las especies de murciélagos: los hematófagos (1), nectarívoros (8), frugívoros (12) y, los insectívoros (39). Este último grupo fue el más abundante, con 65% de las especies (este es el grupo de mayor interés para este SS). Doce de las especies registradas para el estado tuvieron al menos un registro de ocupación de RA en la literatura, distribuidos en cuatro diseños: “Free Standing” (2), “Branden Bark” (1), “Roof Cave” (1) y “Stratmman” (7). Once de las 12 especies fueron insectívoras, ocho en la familia Vespertilionidae, cuatro en los molósidos y solo uno en la familia Phyllostomidae (*Micronycteris microtis*).

V.III Desarrollo del diseño de refugio artificial para los sistemas agrícolas de Coatlán del Río, Morelos

V.III.I Diseño

Se determinó el diseño de RA para este SS teniendo en cuenta la información generada a partir de la revisión bibliográfica y la lista de especies potenciales para el estado de Morelos. Se consideraron los diseños y materiales más frecuentemente ocupados por las especies en el mundo y en Morelos. De acuerdo a los puntos anteriores, 43 de las 60 especies de murciélagos insectívoros en el mundo fueron frecuentemente registrados utilizando el diseño “Stratmman”, seguido por el diseño “Schwegler” (11). Las otras especies estuvieron distribuidas en 6 diseños, “Rocket Bat Box” (2), “Branden Bark” (2), “Roof Cave” (2), “Shake Garland” (1), “Matzuoka” (1).

De las especies registradas en el estado de Morelos, ocho se han reportado en el diseño “Stratmman”, una de la familia Molossidae y siete de la familia Vespertilionidae. El murciélago canoso de cola peluda (*Lasiurus cinereus*) se reportó en el refugio “Branden bark” en los Estados Unidos. Este ha sido muy exitoso entre las especies de la familia Vespertilionidae, y se han desplegado más de 300 refugios con este diseño en la región (Hoeh *et al.*, 2018). Sin embargo, los costos de este refugio son elevados, y el material solo esta disponible en el país de origen (Jesse *et al.*, 2018).

El murciélago de saco gris (*Balantiopteryx plicata*) fue la única especie insectívora de la familia Emballonuridae en el estado de Morelos. No se reportó que esta especie ocupara algún diseño de RA, y solo se ha reportado una especie en el mundo de esta familia que ha utilizado RA, el murciélago de mauritania (*Taphozous mauritanus*) en un diseño "Rocket Bat-Box" en África. Se determinó a partir de estos resultados el diseño "Stratmman" para este trabajo.

V.III.II Materiales y características del diseño

Para el tipo de material y características del diseño (cavidades, tamaño y cuestiones de instalación) se filtraron los datos a solo los RA "Stratmman" de las 82 referencias bibliográficas. Se encontró un total de 70 RA de este diseño, 68 fueron construidos con madera, una de concreto y otra de cemento de madera y arroz. Se especificó el tipo de madera solo en 32 referencias, 21 utilizaron madera de pino y 11 madera contrachapada o triplay.

El volumen estuvo en un rango de 1350 cm³ a los 68850 cm³, con un volumen promedio de 11099 cm³. En consecuencia, los RA construidos se diseñaron con un volumen de 8400 cm³, similar al volumen promedio. El número de cavidades estuvo entre 1 y 6, con un promedio de 2, al igual que la mayoría de los RA diseñados en este SS.

Se han reportado principalmente tres tipos de estructuras para la instalación de RA en la literatura. Los árboles han sido las más frecuentes (40 referencias), seguido por las estructuras humanas como postes de luz y edificaciones (22) y por último los postes de acero o polines de maderas (15). En cuanto a la altura de los RA, esta se ha reportado entre una altura mínima promedio de 3 m y máxima promedio de 11 m, en grupos de entre uno y tres RA con diferentes orientaciones. En consecuencia, se determinó que los RA del presente SS se instalarían en árboles a alturas de entre dos y 12 metros, en grupos de entre uno y tres, con diferentes orientaciones.

V.III.III Especificación del diseño

Se tomó como referencia para la elaboración de los RA el diseño “Stratmman” de madera utilizado por Flaquer *et al.*, (2006) debido a que ha sido el único RA implementando en campos de arroz con éxito de ocupación. Se han reportado dos estudios más en África donde se han implementado RA en cultivos de cacao (Koschnicke *et al.*, 2010) y macadamia (Weier *et al.*, 2019), pero en ambos no se encontró evidencia de que los murciélagos utilizaran los refugios. Se elaboraron planos del diseño del RA utilizando los programas de “Photoshop” (Versión 22.5) y Adobe Ilustrador (Versión 21.1.0) para especificar las medidas y el procedimiento de construcción.

Se desarrolló un diseño fabricado con madera de pino de un grosor de 2 cm, con medidas externas de 65 cm largo x 20 cm lado x 20 cm ancho (Figura 6). El volumen total del RA fue de 8000 cm³ y el volumen interno bruto (sin contar el grosor de la madera) de 14000 cm³ (35 cm x 20 cm x 20 cm). Se posicionó un techo cuadrado de 30 cm x 30 cm con una inclinación de 45° y un excedente de 5cm de cada lado, y 10 cm en la parte frontal del RA, con el fin de evitar el estancamiento de agua por las lluvias.

El diseño se encuentra dividido de manera interna por una tabla de madera. Esta está unida a una base de madera perpendicular (10 centímetros bajo el techo) de 20 cm x 18 cm x 2 cm para crear dos cavidades. La primera cavidad tiene un volumen de 3500 cm³ (35 cm x 5 cm x 20 cm) y la segunda cavidad de 6300 cm³. Las piezas llamadas “bases” (B₁ y B₂) tienen una serie de hendiduras con 2 cm de separación entre ellas, esto para el anclaje de los murciélagos. En el costado derecho presenta dos ventilaciones circulares de 3 cm de diámetro por la parte inferior y una compuerta de 10 cm x 20 cm articulada con una bisagra de metal. Por el costado izquierdo, se encuentran dos ventilaciones circulares de 3 cm en la parte inferior. En el costado derecho del RA dos en la mitad del diseño, y dos más en la parte superior.

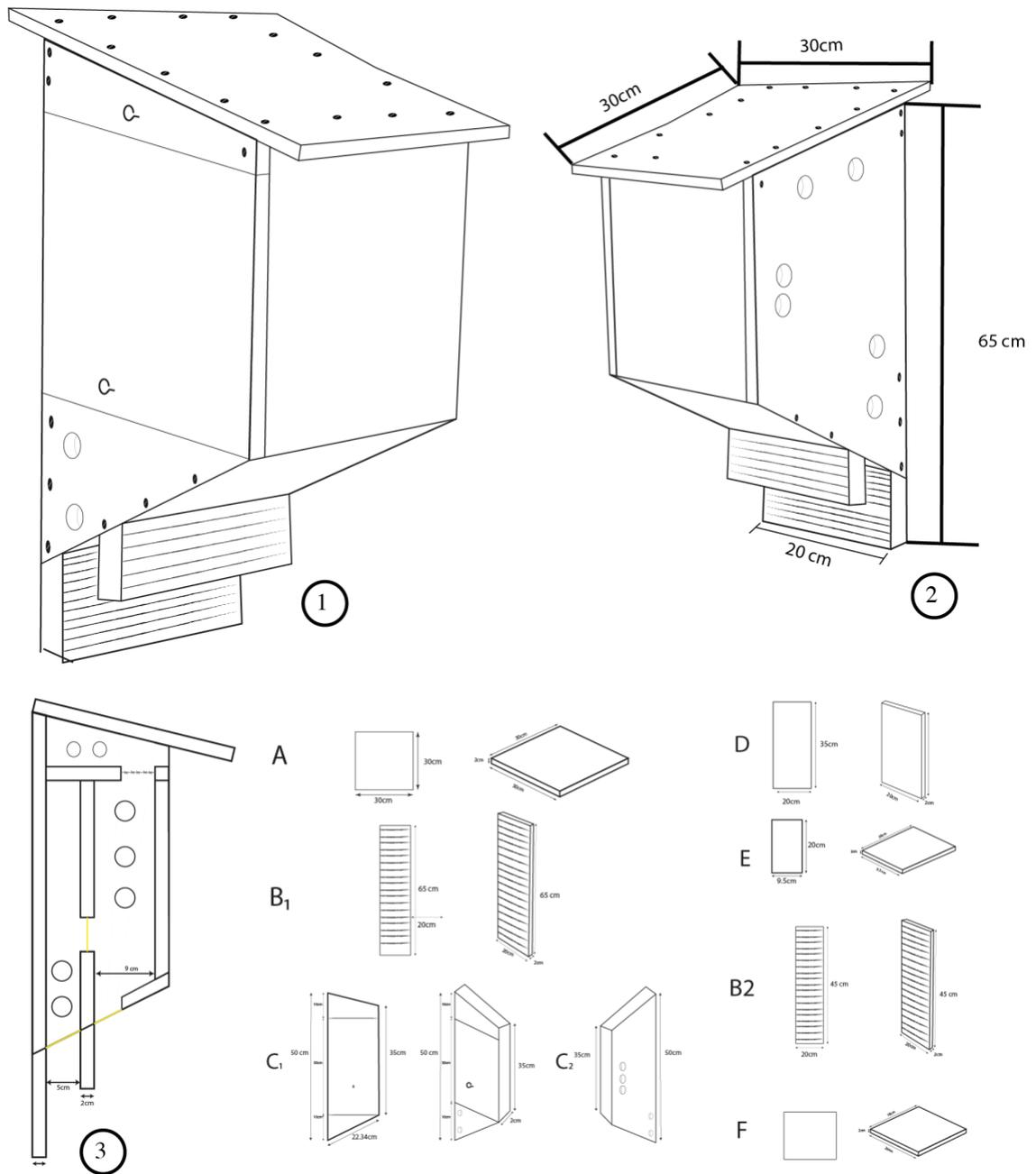


Figura 6. Vistas generales del diseño de RA y sus medidas. 1) Vista lateral derecha, 2) vista lateral izquierda, 3) vista sagital. Piezas individuales del diseño A) techo, B₁) base principal, B₂) base secundaria, C₁) pared con compuerta, C₂) pared con ventilaciones, D) tapa frontal, E) exclusión inferior, y F) base superior.

V.I Construcción del los refugios artificiales

Para la construcción de los 30 RA se emplearon tablas de madera de pino sin tratar provenientes de una maderería de la Ciudad de México. Solo se alisaron bordes y textura general de la madera hasta dejar un grosor de dos centímetros. Se utilizaron un total de 15 tablas de 245 cm (largo) x 20 cm (ancho) x 2 cm (grosor) para el cuerpo base del RA, y 6 tablas de 245 cm (largo) x 40 cm (ancho) x 2 cm (grosor) para el techo (Figura 7).

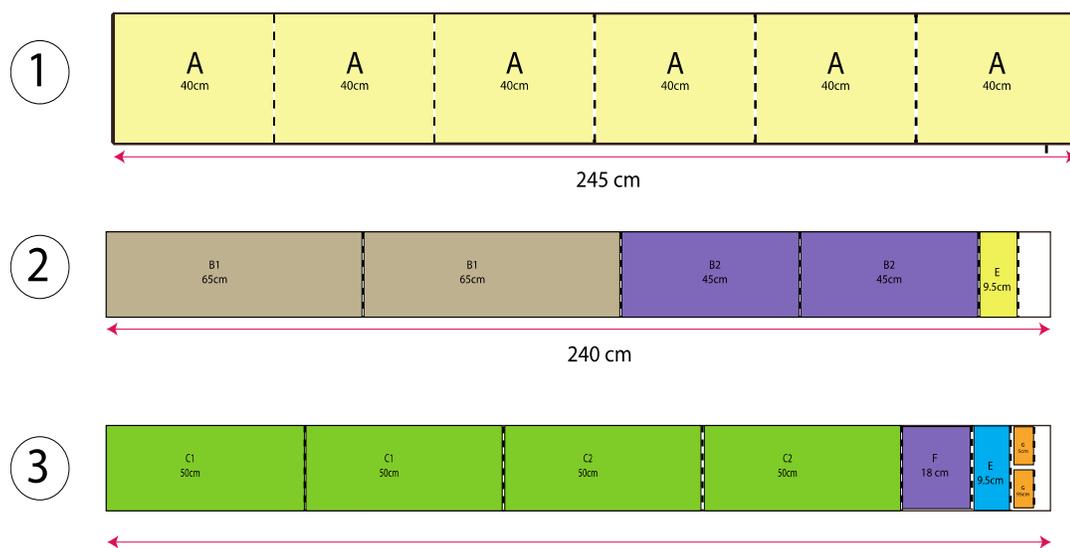


Figura 7. Dimensiones de tablas de madera (largo x ancho x grosor) y distribución de las piezas dentro de ellas. 1) Tabla de madera de 245 cm x 40 cm x 2 cm para la elaboración del techo. 2) Tabla de madera de 240 cm x 20 cm x 2 cm con las piezas “B1”, “B2” y “E”. 3) Tabla de madera de 240 cm x 20 cm x 2 cm con las piezas “C1”, “C2”, “F” “G” y “E”.

El ensamblaje de los RA se llevó a cabo en colaboración de los productores locales y miembros del LECVT dentro del proyecto “Contribución de los murciélagos insectívoros al servicio de supresión de plagas en el arroz de Morelos”. Esta actividad se realizó en Coatlán del Río, Morelos, en las instalaciones del molino de arroz “Arroz Garza de oro”, propiedad del productor Oswaldo García.

Las piezas se organizaron de manera precisa para conformar RA completos (Figura 8). Antes de ensamblar los RA, se verificaron las dimensiones de las piezas utilizando un metro de metal de 4 metros y escuadras metálicas. En

caso de que las medidas no fueran adecuadas, se ajustaron mediante cortes con una sierra caladora y un cepillo para madera. Las hendiduras de las piezas B₁ y B₂ se hicieron con un esmeril y un disco de corte. Así mismo, se realizaron las aberturas de ventilación utilizando un taladro con una broca sierra de 30 mm, y se cubrieron con “tela mosquitero” fijada con grapas de metal.



Figura 8. Organización de las piezas para la construcción de RA. 1) Conjunto de piezas para un solo RA. 2) Conjunto de piezas para 11 RA.

Los RA se ensamblaron utilizando tornillos de acero de 8x½ en forma de cruz y un destornillador. Además, se añadió pegamento entre las piezas para mejorar la rigidez del RA. El procedimiento se estandarizó para facilitar su replicación por parte de otras personas y se resumió en seis pasos (Figura 9).

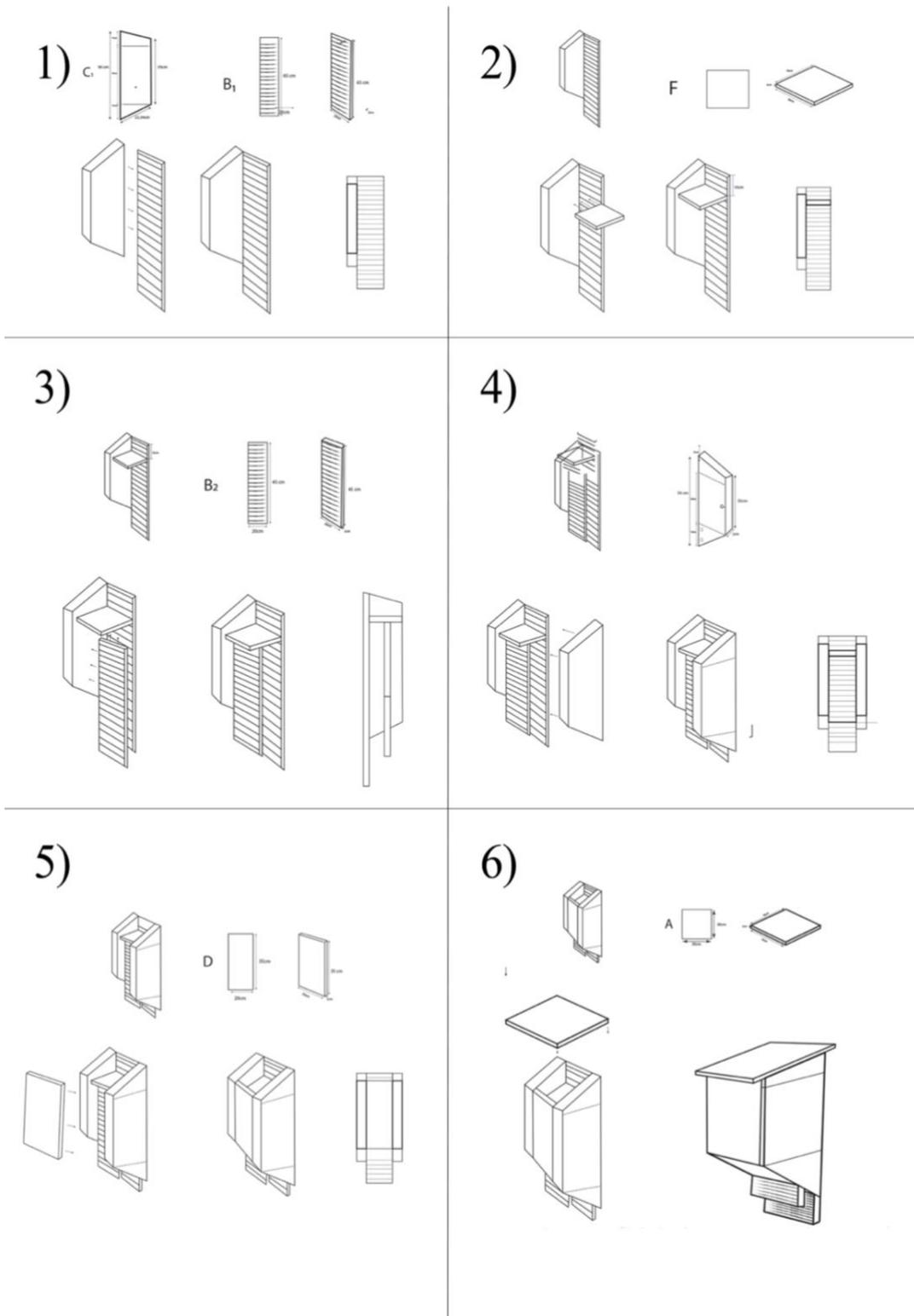


Figura 9. Procedimiento general de la construcción de los RA. 1) Unión de las piezas “C1” con “B1”. 2) colocación de la pieza “F” 10 cm por debajo de la parte superior. 3) Colocación de la pieza B2. 4) Colocación de la pieza “C2” a la estructura ya formada. 5) Colocación de la pieza “D”. 6) Colocación de la pieza “A”.

La construcción de cada refugio fue realizada por un equipo de al menos dos personas y durante todo el proceso se priorizó la seguridad utilizando equipo de protección, como guantes y lentes anticorte (Figura 10).



Figura 10. Ensamble de los RA por 1) Estudiante de biología Ángel Uriel Torres Alcántara. 2) Estudiante de maestría Cárol Sierra Durán. 3) Biol. Aarón Romero Ruiz.

Una vez contruidos los RA, para preservar la madera y protegerla principalmente contra la lluvia, se les aplicó a cada RA, una capa de barniz de nitrocelulosa (no tóxico) marca “Sayer”. Este se colocó con ayuda de una brocha cubriendo toda la superficie externa y se dejó secar durante 12 horas (Figura 11).



Figura 11. Refugios artificiales en etapa de secado del barniz.

V.II Reconocimiento y planeación de los sitios de instalación para los refugios artificiales

La implementación de RA se llevó a cabo principalmente en el municipio de Coatlán del Río, Morelos, así como en sus zonas circundantes que forman parte de los municipios de Tetecala (Morelos) y Malinalco (Estado de México). Coatlán del Río se sitúa en la Sierra Madre del Sur, con coordenadas geográficas de 19°08'07" al norte hasta los 18°19'25" al sur en latitud, y desde los 98°37'49" al este hasta los 99°29'12" al oeste en longitud (INEGI, 2014).

El clima en esta región se caracteriza principalmente por dos tipos: cálido subhúmedo en la mayor parte del área, y semicálido subhúmedo en la zona noroeste. Las temperaturas oscilan generalmente entre 6 °C y 36 °C a lo largo del año. El territorio de Coatlán del río está constituido por zonas agrícolas en su mayoría, zonas urbanas, selva baja caducifolia secundaria y parches de pastizales (Figura 12).

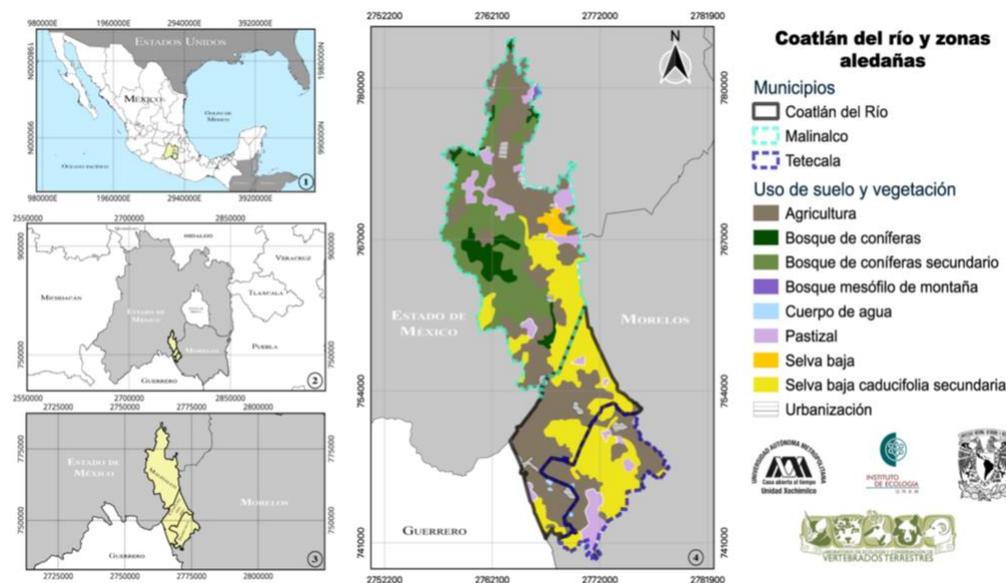


Figura 12. Área donde se implementaron los RA, en Coatlán del Río, Morelos, México. 1) México; Morelos y Estado de México en amarillo. 2) Estado de México y Morelos; Municipios de Coatlán del Río, Tetecala y Malinalco. 3) Coatlán del Río, Tetecala y Malinalco. 4) Municipio del Área de implementación de RA. Capas de uso de suelo y vegetación tomado de INEGI (2021).

Se llevaron a cabo visitas de prospección con el objetivo de identificar y ubicar sitios potenciales de instalación para los RA. Durante las visitas se buscaba evaluar la idoneidad, considerando factores como accesibilidad y proximidad a los cultivos, así como un análisis sobre los riesgos potenciales para los murciélagos y los RA. Toda esta información se obtuvo con la colaboración de los productores locales.

Se tomó en cuenta la tenencia de la tierra como un factor para garantizar la permanencia de los RA. En total, se seleccionaron 10 parcelas, siendo 7 propiedad de los productores y 3 correspondientes a parcelas alquiladas. Se encontró, que las parcelas de arroz estaban rodeadas de otros usos de suelo como cultivos de maíz, sorgo, caña, café, plantas ornamentales y remanentes de selva baja secundaria (Figura 13). Se excluyeron parcelas cercanas a cultivos de caña debido a que la quema de campos durante la zafra (temporada de cosecha) representa un riesgo de incendios potenciales a los RA. Esta actividad, no solo representa amenazas tangibles para los murciélagos debido al fuego, sino que también puede afectar negativamente su capacidad para establecer colonias o inducir su migración de los RA debido a la presencia de humo.

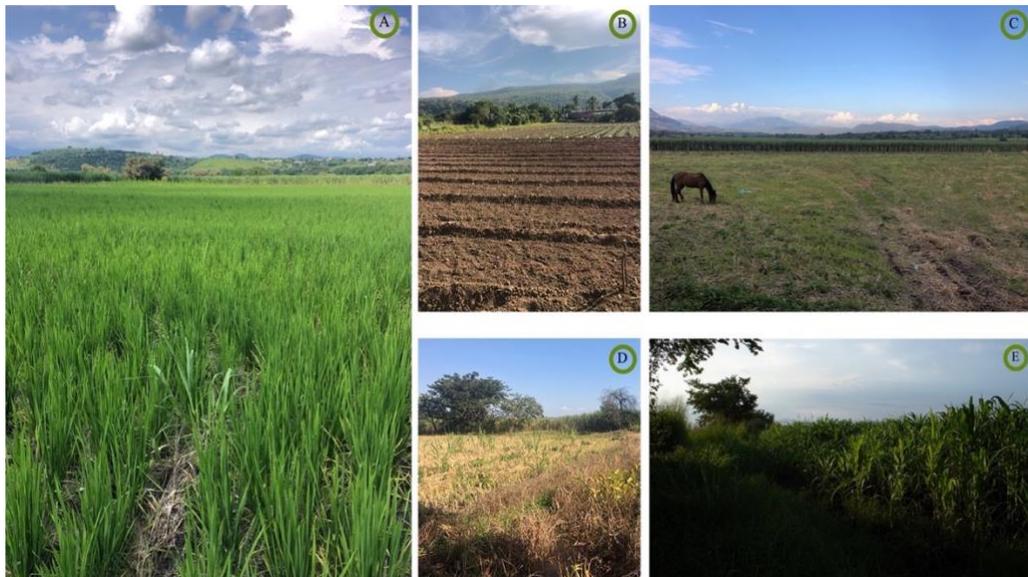


Figura 13. Principales cultivos en Coatlán del Río, Morelos, y sus zonas circundantes. A) Parcela de arroz, B) parcela de plantas ornamentales, C) parcela de caña de azúcar, D) parcela de café, E) parcela de maíz.

Se identificaron posibles estructuras para la instalación de RA en las cercanías de los cultivos, siendo los árboles las únicas estructuras disponibles en los bordes de las parcelas. Entre estas se destacan especies como el árbol de parota (*Enterolobium cyclocarpum*), árbol de mango (*Anacardiaceae*), árbol de mamey (*Mamey zapote*), árbol de amate (*Ficus insipida*), y árbol de guamúchil (*Pithecellobium dulce*).

Se examinaron áreas específicas entre los árboles para la instalación precisa de RA. Se tuvo especial cuidado en seleccionar superficies planas que permitieran una correcta posición de los RA, y se evaluó la densidad del follaje para evitar bloqueos en las entradas de los refugios.



Figura 14. Exploración de sitios potenciales para la instalación de RA.

V.1 Instalación de refugios artificiales en los cultivos de Coatlán del Río, Morelos

Se instaló un total de 27 RA distribuidos en 10 campos de arroz. La instalación se realizó con el apoyo de los productores locales e integrantes del LECVT. Los RA fueron transportados a las parcelas preseleccionadas mediante el uso de una camioneta propiedad del productor Oswaldo García. Se utilizó una escalera extensible de 2 piezas con una altura máxima de 12 metros para acceder a los árboles donde se instalaron los

RA. Se dio prioridad a la seguridad mediante la implementación de arneses industriales para prevenir caídas a desnivel y el uso de guantes como medida de protección contra cortes durante la manipulación de herramientas. Adicionalmente, la escalera siempre fue asegurada con una cuerda a una estructura fija.

Todos los RA antes de la instalación se marcaron con un número de identificación único en la parte inferior del techo con un plumón permanente (Figura 15). La numeración comenzó desde el número 4 hasta al 30, debido a que se instalaron los refugios 1, 2 y 3 en un campo de maíz en Emiliano Zapata, Morelos, como parte del proyecto “Contribución de los murciélagos insectívoros al servicio de supresión de plagas en el arroz de Morelos”.



Figura 15. Marcaje de los RA. A) Miembros del LECVT y el productor Oswaldo García marcando un RA. B) Ubicación del número de identificación personal.

Previo a la instalación, se aplicó guano a los RA con el propósito de aumentar la probabilidad de ocupación. El guano utilizado fue recolectado la misma mañana de la instalación de una colonia de murciélagos cercana a los cultivos. El guano fue diluido con agua y aplicado en el RA cubriendo la parte exterior e interior. Se utilizaron guantes de nitrilo estériles para garantizar condiciones higiénicas durante el proceso (Figura 16).



Figura 16. Aplicación de guano a los RA. A) Estudiante de maestría Cárol Sierra aplicando el guano. B) Biol. Aarón Romero sosteniendo el RA como resultado final.

Se utilizaron piezas de acero en forma de "L" con 4 orificios, donde se insertaron tornillos de acero de 8x3, para fijar los RA a los árboles. Los refugios fueron asegurados con una cuerda, elevados hacia el sitio de colocación y posicionados de manera recta. En casos donde el refugio no quedaba completamente recto, se ajustó la posición añadiendo piezas de madera. Posteriormente, los RA se fijaron utilizando los tornillos y un destornillador inalámbrico.

Todos los refugios fueron colocados en árboles de las siguientes especies: árbol de parota (*Enterolobium cyclocarpum*), árbol de mango (*Anacardiaceae*), árbol de mamey (*Mamey zapote*), árbol de amate (*Ficus insipida*) y árbol de guamúchil (*Pithecellobium dulce*). Se colocaron a una altura mínima de 2.5 m hasta los 12.5 m máxima y en conjunto de 1 a 3 RA en un mismo árbol con diferentes orientaciones para promover la ocupación de los refugios (Figura 17).



Figura 17. Instalación de RA. A) Instalación de RA en árbol de parota (*Enterolobium cyclocarpum*), B) Instalación de RA en árbol de mamey (*Mamey zapote*).

Se registró la orientación de cada refugio con la aplicación de “Compass” en un iPhone 8 (Figura 18). También, se georreferenciaron los sitios de instalación mediante la aplicación GAIA (versión IOS 2022.7). El registro incluyó 6 puntos en la zona de Malinalco, 5 en Tetecala y 3 en Coatlán del Río. Finalmente, se elaboró un mapa en QGIS para representar las ubicaciones de todos los RA instalados en Morelos (Figura 19).



Figura 18 Instalación de dos RA en diferentes orientaciones en un árbol de mamey.

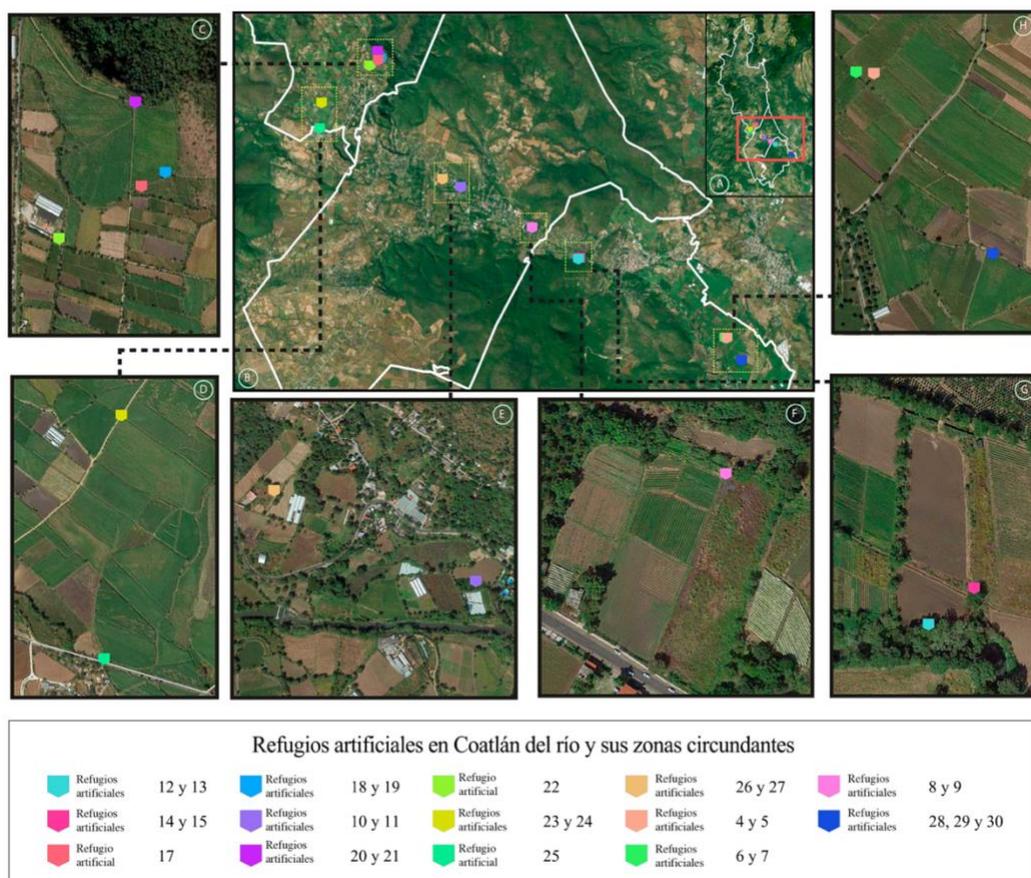


Figura 19. Mapa de los RA instalados en Coatlán del Río, Morelos, México y sus zonas circundantes. A) Mapa general de los municipios de Malinalco (Estados de México), Coatlán del Río y Tetecala (Morelos), el cuadrante rojo representa el área donde fueron instalados los RA. B) Área total donde fueron los instalados los R. C) Ubicación de los RA 17, 18, 19, 20, 22. D) Ubicación de los RA 23, 24 y 25. E) Ubicación de los RA 10, 11, 26 y 27. F) Ubicación de los RA 8 y 9. E) Ubicación de los RA 4, 5, 6, 7, 28, 29, 30. G) Ubicación de los RA 12, 13, 14 y 15.

V.II Base de datos de los refugios artificiales

Se estableció una base de datos para recopilar información relacionada con los RA instalados en Coatlán del Río, Morelos. Para cada RA se registró la siguiente información: número de identificación, municipio de ubicación, estado de la tenencia de la tierra, estructura de instalación, especies de árboles utilizados como estructura, cultivos o vegetación cercana, orientación, altitud, altura y aplicación de guano al RA.

En Estados Unidos, la “Federal Cave Resources Protection Act de 1988” prohíbe la divulgación de las coordenadas de las cuevas para proteger a los murciélagos. Por lo tanto, esta restricción fue considerada para la protección de los murciélagos que potencialmente podrían ocupar RA, y las coordenadas no fueron incluidas en esta base de datos.

Se instalaron un total de 10 RA en el municipio de Coatlán del Río, 10 en Malinalco y 7 en Tetecala. Así mismo, se colocaron RA en 4 parcelas diferentes en Coatlán del Río al igual que en Malinalco (4). En Tetecala solo se implementaron RA en dos parcelas. Once de los 27 RA están ubicados en dos parcelas que se encuentran actualmente en un estado de alquiler en Malinalco.

Gran parte de los RA fueron instalados en árboles de parota (*Enterolobium cyclocarpum*) (8) y arboles de guamúchil (*Pithecellobium dulce*) (8). Se colocaron 5 RA en arboles de mamey (*Mamey zapote*), 4 en arboles de amate (*Ficus insipida*) y 2 en árboles de mango (Anacardiaceae).

Todos los RA estuvieron asociados a parcelas de arroz, entre otros cultivos como maíz, sorgo y plantas ornamentales. Solo en dos parcelas de Malinalco se presentaron remantes de vegetación secundaria de selva baja mientras que en la zona de Coatlán del Río estuvo presente en 3.

La orientación de las entradas en los refugios se adaptó de manera oportunista durante la instalación, a la forma de los árboles. Las entradas orientadas al sureste (7) fueron las más frecuentes entre los RA. Al noroeste se colocaron 5 RA, al noreste 4 y al norte 3. Las entradas menos frecuentes fueron aquellas orientadas hacia el oeste (3) y al este (1).

Los RA se instalaron en un rango altitudinal de 950 msnm a los 1220 msnm. Se instalaron a una altura mínima de 2 hasta los 12 metros como máximo. Solo dos RA en Coatlán del Río se encuentran a esta altura (12 m) mientras que el resto de RA colocados están entre los 2.5 a cinco metros. Solo se le

aplicó guano a 15 de los 27 refugios, el resto de los refugios no se les aplicó porque no se conocía la ubicación de donde pudiera ser colectado el guano.

Tabla 4. Base de datos de los RA instalados en Coatlán del Río, Morelos y sus zonas circundantes.

No.RA.	Mun.	T.T.	Est.	Especie/Material	C.V.	Ori.	Altitud	G.	Alt.
4	Te	Os	AP	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Ar; Ma;	270° O	950		3
5	Te	Os	AP	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Ar; Ma;	7° N	50		4
6	Te	Os	AP	<i>Anacardiaceae</i>	Ar; Ma;	89° E	950		3
7	Te	Os	AMn	<i>Anacardiaceae</i>	Ar; Ma;	308° O	950		4
8	C.R.	Os	AMa	<i>Mamey zapote</i>	Ar; Ma;	266° O	950		2
9	C.R.	Os	AMa	<i>Mamey zapote</i>	Ar; Or; VS	273° O	1000		2
10	C.R.	Os	AMa	<i>Mamey zapote</i>	Ar; Or; VS	177° S	990		4
11	C.R.	Os	AMa	<i>Mamey zapote</i>	Ar; Or; VS	41° NE	1020		4
12	C.R.	Os	AMa	<i>Mamey zapote</i>	Ar; Or	146° SE	1010		12
13	C.R.	Os	AAM	<i>Ficus insipida</i>	Ar; Or; VS	302° NO	970	1	12
14	C.R.	Os	AAM	<i>Ficus insipida</i>	Ar; Or; VS	27° NE	970	1	3
15	C.R.	Os	AGu	<i>Pithecellobium dulce</i>	Ar; Or; VS	312° NO	980	1	3
16	Ma	Os	AGu	<i>Pithecellobium dulce</i>	Ar; Or; VS	120° SE	990	1	8
17	Ma	Al	AP	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Ar; So; VS	126° SE	1210	1	5
18	Ma	Al	AP	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Ar; So; VS	307° NO	1210	1	5
19	Ma	Al	AP	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Ar; So; VS	304° NO	1210	1	5
20	Ma	Al	AGu	<i>Pithecellobium dulce</i>	Ar; So; VS	134° SE	1210	1	4
21	Ma	Al	AGu	<i>Pithecellobium dulce</i>	Ar; So; VS	298° NO	1220	1	4
22	Ma	Al	AAM	<i>Ficus insipida</i>	Ar; Or; Ma		1210	1	4
23	Ma	Al	AAM	<i>Ficus insipida</i>	Ar; Or; Ma	198° S	1210	1	5
24	Ma	Al	AGu	<i>Pithecellobium dulce</i>	Ar; Ma	154° SE	1180	1	4
25	Ma	Al	AGu	<i>Pithecellobium dulce</i>	Ar; Ma	154° SE	1181	1	2
26	C.R.	Al	AGu	<i>Pithecellobium dulce</i>	Ar; Ca; Ma	54° NE	1160	1	4
27	C.R.	Al	AGu	<i>Pithecellobium dulce</i>	Ar; Ca; Ma	73° NE	1160	1	4
28	Te	Os	AP	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Ar; Or	182° S	1160	1	3
29	Te	Os	AP	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Ar; Or	11°N	1160	1	4
30	Te	Os	AP	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Ar; Or	11°N	1160	1	3

Número de identificación del RA (No.RA); Municipio (Mun.) (C.R, Coatlán del Río; Ma, Malinalco; Te, Tetecala); Tenencia de la tierra (T.T.) (Os, Oswaldo; Al, alquiler); Estructura en la que fue instalado el RA (Est.) (AP, árbol de parota; AMn, árbol de mango; AMa, árbol de mamey; AAm, árbol de amate; AGu, árbol de guamúchil); Cultivos y vegetación asociados a las parcelas de arroz (C.V.) (Ar, cultivo de arroz; Ma, cultivo de maíz; Or, cultivo de plantas ornamentales; So, cultivo de sorgo; VS, vegetación secundaria); Orientación de la entrada del RA (Ori.) (O, oeste; N, norte; NO, noroeste; NE, noreste; E, este; S, sur; SE, sureste). Altitud en metros sobre el nivel del mar (msnm): Aplicación de guano sobre el RA antes la instalación (G.); Altura a la que se colocaron los RA en metros (m) (Alt.).

VI DESCRIPCIÓN DEL VÍNCULO DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS CON LOS OBJETIVOS DE FORMACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS

Dentro del marco de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, la carrera de Biología tiene como objetivo formar estudiantes con la capacidad de analizar y evaluar entidades ecológicas complejas. Se busca fomentar la habilidad de formular propuestas de manejo que estén integradas de manera coherente con el contexto socioeconómico y cultural.

Las actividades realizadas durante este SS han fortalecido mi formación profesional, promoviendo una perspectiva científica, creativa, crítica e interdisciplinaria. De las siete actividades llevadas a cabo, cuatro consistieron en trabajos de gabinete, mientras que las tres restantes se desarrollaron en campo, aplicando así las habilidades académicas en un entorno sociocultural.

Dentro del sistema modular, la elaboración de proyectos de investigación en cada módulo fue constante. Este método de enseñanza me permitió desarrollar una revisión bibliográfica sobre RA y la lista de especies de murciélagos potenciales para Morelos. Reforcé habilidades para recopilar información de manera sistemática y apliqué los conocimientos aprendidos en la carrera cómo: identificar los patrones de distribución de las especies, su clasificación, taxonomía y sus interacciones ecológicas que se ven implicadas en la instalación de los RA.

Diseñar un RA requirió una perspectiva crítica de los aspectos biológicos de los murciélagos y el desarrollo de una actitud creativa para una propuesta eficaz. La actividad me llevó a aprender de forma autodidacta el uso de programas de diseño gráfico como Photoshop e Illustrator. Además, me permitió desarrollar habilidades extracadémicas como el uso de herramientas mecánicas. En el aspecto biológico, fue esencial vincular estos RA con las historias de vida de los murciélagos, creando un diseño que considerara sus requerimiento bióticos y abióticos.

Finalmente, durante el desarrollo de este SS fue posible socializar la información generada con los productores locales donde se instalaron los RA. Esto me permitió fortalecer mis habilidades de trabajo con comunidades, que son esenciales en el ejercicio de la biología ejercida desde una perspectiva ética y respetuosa. El impacto en la comunidad, especialmente entre los productores, mejoró el vínculo entre el ser humano y los murciélagos, destacando la importancia de conservarlos y mejorar las prácticas agrícolas.

VII REFERENCIAS

- Adams, J., Roby, P., Sewell, P., Schwierjohann, J., Gumbert, M., y Brandenburg, M. (2015). Success of BrandenBark™, an artificial roost structure designed for use by Indiana bats (*Myotis sodalis*). *JASMR*, 4(1), 1–15.
- Agnelli, P. A., Maltagliati, G. I., Ducci, L. A., Naturale, S., y La, Z. (2011). Artificial roosts for bats: education and research. The “Be a bat’s friend” project of the Natural History Museum of the University of Florence. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 22(1). <https://doi.org/10.4404/Hystrix-22.1-4540>
- Alberico, M., Saavedra, C. A., y Paredes, H. G. (2004). Criterios para el diseño e instalación de casas para murciélagos: Proyecto CPM (Cali, Valle del Cauca, Colombia). *Actualidades Biológicas*, 26(80), 1–7.
- Albino–Miranda, S., Díaz–Ortiz, E. V, Guerrero, J. A., Guillén–Servent, A., y Uriostegui–Velarde, J. M. (2021). Importancia del Parque Estatal Cerro de la Tortuga para la conservación de los mamíferos del estado de Morelos, México. *Arxius de Miscellània Zoològica*, 19, 113–129.
- Alcalde, J. T., Campion, D., Fabo, J., Marín, F., Artázcoz, A., Martínez, I., y Antón, I. (2013). Occupancy of bat-boxes in Navarre. Ocupación de cajas-refugio por murciélagos en Navarra. *Barbastella*, 6(1), 34–43.
- Alcalde, J. T., Martínez, I., Zaldua, A., y Antón, I. (2017). Conservación de colonias reproductoras de murciélagos cavernícolas mediante refugios artificiales. *Journal of Bat Research and Conservation*.
- Álvarez-Castañeda, S. T., y Álvarez, T. (1996). Etimologías de los géneros de mamíferos mexicanos. *Ciencia*, 47, 39–49.
- Andrusiak, L., y Sarell, M. (2019). Evaluation of Experimental Artificial Rock Roosts for Bats. *Fish y Wildlife Compensation Program*.

- Anzures, B. M. C. (2022). Tienen características ecológicas particulares las especies de murciélagos insectívoros que habitan los ecosistemas urbanos. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Arbesú, M. I. (2006). El sistema modular Xochimilco en Arbesú MI El sistema modular en la unidad Xochimilco de la UAM. México: UAM-X.
- Arias, M., Gignoux-Wolfsohn, S., Kerwin, K., y Maslo, B. (2020). Use of Artificial Roost Boxes Installed as Alternative Habitat for Bats Evicted from Buildings. *Northeastern Naturalist*, 27(2). <https://doi.org/10.1656/045.027.0203>
- Baird, A. B., Braun, J. K., Mares, M. A., Morales, J. C., Patton, J. C., Tran, C. Q., y Bickham, J. W. (2015). Molecular systematic revision of tree bats (Lasiurini): doubling the native mammals of the Hawaiian Islands. *Journal of Mammalogy*, 96(6), 1255–1274.
- Baird, A. B., Hillis, D. M., Patton, J. C., y Bickham, J. W. (2008). Evolutionary history of the genus *Rhogeessa* (Chiroptera: Vespertilionidae) as revealed by mitochondrial DNA sequences. *Journal of Mammalogy*, 89(3), 744–754.
- Baranauskas, K. (2009). The use of bat boxes of two models by nathusius' pipistrelle (*pipistrellus nathusii*) in Southeastern Lithuania. *Acta Zoologica Lituanica*, 19(1). <https://doi.org/10.2478/v10043-009-0002-y>
- Baranauskas, K. (2010). Diversity and abundance of bats (Chiroptera) found in bat boxes in East Lithuania. *Acta Zoologica Lituanica*, 20(1). <https://doi.org/10.2478/v10043-010-0005-8>
- Bender, R. (2011). Bat roost boxes at Organ Pipes National Park, Victoria: seasonal and annual usage patterns. *Biology and Conservation of Australasian Bats*. (Eds B. Law, P. Eby, D. Lunney, and L. Lumsden.) pp, 443–459.
- Benzal, J. (1990). Population dynamics of the brown long eared bat (*Plecotus auritus*) occupying bird boxes in a pine forest plantation in central Spain. *Netherlands Journal of Zoology*, 41(4), 241–249.
- Boyd, I. L., y Stebbings, R. E. (1989). Population changes of brown long-eared bats (*Plecotus auritus*) in bat boxes at Thetford Forest. *Journal of Applied Ecology*, 101–112.
- Boye, P., y Dietz, M. (2005). Development of good practice guidelines for woodland management for bats. *English Nature*.

- Brittingham, M. C., y Williams, L. M. (2000). Bat boxes as alternative roosts for displaced bat maternity colonies. *Wildlife Society Bulletin*, 197–207.
- Brouwer, D., y Henrard, E. (2020). Too hot or not? The influence of colour and material on temperature and relative humidity in flat, single-chambered bat boxes in the Netherlands. *Ecologisch advies-y projectbureau NatuurInclusief, Borculo*, 1–17.
- Burgar, J. M., Hitchen, Y., y Prince, J. (2021). Effectiveness of bat boxes for bat conservation and insect suppression in a Western Australian urban riverine reserve. *Austral Ecology*, 46(2), 186–191.
- Caspeta-Mandujano, J. M., Peralta-Rodríguez, J. L., Galindo-García, M. G., y Jiménez, F. A. (2015). A new species of *Torrestrongylus* (Trichostrongylidae, Anoplostrongylinae) from *Macrotus waterhousii* (Chiroptera: Phyllostomidae) in Central Mexico. *Parasite*, 22.
- Castañeda, S. T. Á., y Conradt, W. L.-F. (1995). Datos sobre los mamíferos del área aledaña a Palpan, Morelos, México. *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología*, 66(1), 123–133.
- Ceballos, G. (2014). *Mammals of Mexico*. JHU press.
- Chan, C. S. M. (2006). Preliminary results of bat-box trial project in the Hong Kong Wetland Park. *Hong Kong Biodiversity*, 13, 13–14.
- Charbonnier, Y., Barbaro, L., Theillout, A., y Jactel, H. (2014). Numerical and functional responses of forest bats to a major insect pest in pine plantations. *PLoS One*, 9(10), e109488.
- Chytil, J. (2014). Occupancy of bat boxes in the Dolní Morava Biosphere Reserve (southern Moravia, Czech Republic). *Vespertilio*, 17, 79–88.
- Ciechanowski, M. (2005). Utilization of artificial shelters by bats (Chiroptera) in three different types of forest. *FOLIA ZOOLOGICA-PRAHA*, 54(1/2), 31.
- Cleveland, C. J., Betke, M., Federico, P., Frank, J. D., Hallam, T. G., Horn, J., López Jr, J. D., McCracken, G. F., Medellín, R. A., y Moreno-Valdez, A. (2006). Economic value of the pest control service provided by Brazilian free-tailed bats in south-central Texas. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 4(5), 238–243.
- Crawford, R. D., Dodd, L. E., Tillman, F. E., y O'Keefe, J. M. (2022). Evaluating bat boxes: design and placement alter bioenergetic costs and overheating risk. *Conservation Physiology*, 10(1).

- Crawford, R. D., y O'keefe, J. M. (2023). Improving the science and practice of using artificial roosts for bats. *Conservation Biology*, e14170.
- Davis, W. B., y Russell, R. J. (1952). Bats of the Mexican state of Morelos. *Journal of Mammalogy*, 33(2), 234–239.
- Dhananjayan, V., Jayanthi, P., Jayakumar, S., y Ravichandran, B. (2020). Agrochemicals Impact on Ecosystem and Bio-monitoring. En *Agrochemicals Impact on Ecosystem and Bio-monitoring*. https://doi.org/10.1007/978-981-15-6953-1_11
- Dillingham, C. P., Cross, S. P., y Dillingham, P. W. (2003). Two environmental factors that influence usage of bat houses in managed forests of southwest Oregon. *Northwestern Naturalist*, 20–23.
- Dodds, M., Bilston, H. (2013). A comparison of different bat box types by bat occupancy in deciduous woodland, Buckinghamshire, UK. *Conservation Evidence*, 10(2), 24–28.
- Dondini, G., Vergari, S. (2011). Long-term monitoring of *Nyctalus leisleri* at an Italian mating site. *Hystrix*, 22(1).
- Escandón Calderón, J., Ordóñez Díaz, J. A. B., Nieto de Pascual Pola, M. C. del C., Ordóñez Díaz, M. de J. (2018). Cambio en la cobertura vegetal y uso del suelo del 2000 al 2009 en Morelos, México. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 9(46), 27–53.
- Evans, L. N., Lumsden, L. F. (2011). A comparison of the roosting behaviour of Gould's wattled bats *Chalinolobus gouldii* using bat boxes and tree hollows in suburban Melbourne. *The biology and conservation of Australasian bats*, 288–296.
- Flaquer, C., Torre, I., y Ruiz-Jaramillo, R. (2006). The value of bat-boxes in the conservation of *Pipistrellus pygmaeus* in wetland rice paddies. *Biological conservation*, 128(2), 223–230.
- Fontaine, A., Simard, A., Dubois, B., Dutel, J., y Elliott, K. H. (2021). Using mounting, orientation, and design to improve bat box thermodynamics in a northern temperate environment. *Scientific Reports*, 11(1), 7728.
- Freer, R. A., Altringham, J. D., y Waters, D. A. (1998). Artificial Maternity Roosts for *Rhinolophus Hipposideros*, the Lesser Horseshoe Bat: A Feasibility Study; a Report Prepared for the Countryside Council for Wales. Countryside Council for Wales.

- Fukui, D., Okazaki, K., Miyazaki, M., y Maeda, K. (2010). The effect of roost environment on roost selection by non-reproductive and dispersing Asian parti-coloured bats *Vespertilio sinensis*. *Mammal Study*, 35(2), 99–109.
- Gardner, N. M., y Dececchi, T. A. (2022). Flight and echolocation evolved once in Chiroptera: comments on ‘The evolution of flight in bats: a novel hypothesis’. *Mammal Review*, 52(2), 284–290.
- Garland, L., Wells, M., y Markham, S. (2017). Performance of artificial maternity bat roost structures near Bath, UK. *Conservation Evidence*, 14, 44–51.
- Godinho, L. N., Lumsden, L. F., Coulson, G., y Griffiths, S. R. (2020). Flexible roost selection by Gould’s wattled bats (*Chalinolobus gouldii*) using bat boxes in an urban landscape. *Australian Journal of Zoology*, 67(6), 269–280.
- Golding, B. G. (1979). Use of artificial hollows by mammals and birds in the Wombat Forest. Daylesford Victoria. Masters of Environmental Science Thesis, Monash University, Melbourne.
- Grémillet, X., y Caroff, C. (2009). Création d’un gîte alternative à chauves souris. Groupe Mammalogique Breton. Gouézec, France.
- Griffiths, S. (2012). Roost-boxes as a tool in the conservation of tree roosting microbats (Microchiroptera) in a highly-modified agricultural landscape.
- Griffiths, S. R., Lentini, P. E., Semmens, K., y Robert, K. A. (2023). “Set and forget” does not work when it comes to fissure roosts carved into live trees for bats. *Restoration Ecology*, 31(1), e13751.
- Griffiths, S. R., Lentini, P. E., Semmens, K., Watson, S. J., Lumsden, L. F., y Robert, K. A. (2018). Chainsaw-carved cavities better mimic the thermal properties of natural tree hollows than nest boxes and log hollows. *Forests*, 9(5), 235.
- Guardiola Gómez, Á., Sánchez Balibrea, J., y Iniesta, M. (2019). Seguimiento de refugios artificiales para murciélagos en el río segura España). III Congreso Ibérico de Restauración pluvial.
- Guerrero-Enriquez A. (2021). Variación en los pulsos de ecolocalización del murciélago *Corynorhinus townsendii*. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

- Hernández-Canchola, G., y León-Paniagua, L. (2017). Genetic and ecological processes promoting early diversification in the lowland Mesoamerican bat *Sturnira parvidens* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 114, 334–345.
- Hernández-Villa R. (2018). Dieta de *Molossus sinaloae* y *Tadarida brasiliensis* (Chiroptera: Molossidae) En áreas verdes urbanas de cuernavaca, Morelos. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Higuera Herrero, M., Barriuso Vargas, J. J., y Morcelle Mainar, S. (2019). Uso de cajas refugio de murciélagos como nueva estrategia de control de la procesionaria del pino en Zaragoza. Universidad Zaragoza.
- Hoeh, J. P. S., Bakken, G. S., Mitchell, W. A., y O’Keefe, J. M. (2018). In artificial roost comparison, bats show preference for rocket box style. *PLoS One*, 13(10), e0205701.
- I.E. (2023). Instituto de Ecología . Misión. <http://www.tuneldelaciencia.unam.mx/home/quienes-somos/instituto-de-ecologia>
- INEGI. (2014). Anuario estadístico y geográfico de Morelos 2014. Anuario estadístico y geográfico de Morelos 2014.
- INEGI. (2021). Uso del suelo y vegetación, escala 1:250000, serie VII (continuo nacional). <http://geportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/usv250s7gw.html>
- Jankowska-Jarek, M., Ciechanowski, M., Bidziński, K., y Postawa, T. (2023). Factors affecting bat occupancy of boxes in managed coniferous forests. *The European Zoological Journal*, 90(1), 454–469.
- Jeon, Y. S., Kim, S. C., Han, S. H., y Chung, C. U. (2019). First Utilization Record of Bat Box for Bat Conservation in Korea. *Journal of Environmental Science International*, 28(1), 163–167.
- Jesse, L., Ward, R. L., y Schroder, E. S. (2018). Landscape characteristics related to use of artificial roosts by northern long-eared bats in north-central West Virginia. *Northeastern Naturalist*, 25(3), 487–501.
- Jiménez, F. A., Caspeta-Mandujano, J. M., Ramírez-Chávez, S. B., Ramírez-Díaz, S. E., Juárez-Urbina, M. G., Peralta-Rodríguez, J. L., y Guerrero, J. A. (2017). Checklist of helminths of bats from México and Central América.
- Kelm, D. H., Wiesner, K. R., y HELVERSEN, O. von. (2008). Effects of artificial roosts for frugivorous bats on seed dispersal in a neotropical forest pasture mosaic. *Conservation Biology*, 22(3), 733–741.

- Kemp, J., López-Baucells, A., Rocha, R., Wangensteen, O. S., Andriatafika, Z., Nair, A., y Cabeza, M. (2019). Bats as potential suppressors of multiple agricultural pests: a case study from Madagascar. *Agriculture, ecosystems y environment*, 269, 88–96.
- Kerth, G., Weissmann, K., y König, B. (2001). Day roost selection in female Bechstein's bats (*Myotis bechsteinii*): a field experiment to determine the influence of roost temperature. *Oecologia*, 126, 1–9.
- Kiser, M., y Kiser, S. (2004). A decade of bat house discovery. *The Bat House Researcher* 12 (1): 1-12.
- Koschnicke, S., Franke, L., van Doormaal, F., Kuipers, H., Weterings, M. J. A., Gloza-Rausch, F., y Konadu Ameyaw, J. (2010). Bat boxes as a tool for biological insect pest control on cocoa plantations in Ghana. *Nyctalus (Neue Folge)*, 15(4), 357–366.
- Kunz, T. H., Oftedal, O. T., Robson, S. K., Kretzmann, M. B., y Kirk, C. (1995). Changes in milk composition during lactation in three species of insectivorous bats. *Journal of Comparative Physiology B*, 164, 543–551.
- Kurta, A., Bell, G. P., Nagy, K. A., y Kunz, T. H. (1989). Energetics of pregnancy and lactation in freeranging little brown bats (*Myotis lucifugus*). *Physiological Zoology*, 62(3), 804–818.
- Lara-Nuñez A. (2018). Efecto del ruido antropogénico en los pulsos de ecolocación y evaluación de concentraciones de cortisol en murciélagos insectívoros. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Lara-Nuñez, A. C., Guerrero, J. A., y Rizo-Aguilar, A. (2022). Effect of anthropogenic noise on the echolocation pulses of the bats *Molossus sinaloae* and *Mormoops megalophylla*. *Therya*, 13(2), 235–243.
- Lesiński, G., Skrzypiec-Nowak, P., Janiak, A., y Jagnieszczak, Z. (2009). Phenology of bat occurrence in boxes in central Poland.
- Lewicki, H. M., Odendaal, L., y Low, E. (2022). Impact of Weather Conditions and Proximity to Water on Bat House Occupancy in the Beaverhill Natural Area.
- Linton, D. M., y Macdonald, D. W. (2019). Roost composition and sexual segregation in a lowland population of Daubenton's bats (*Myotis daubentonii*). *Acta Chiropterologica*, 21(1), 129–137.

- Liu, Y., Pan, X., y Li, J. (2015). A 1961–2010 record of fertilizer use, pesticide application and cereal yields: a review. *Agronomy for sustainable development*, 35, 83–93.
- Long, R. F., Kiser, W. M., y Kiser, S. B. (2006). Well-placed bat houses can attract bats to Central Valley farms. *California Agriculture*, 60(2).
- López-Baucells, A., Puig-Montserrat, X., Torre, I., Freixas, L., Mas, M., Arrizabalaga, A., y Flaquer, C. (2017). Bat boxes in urban non-native forests: a popular practice that should be reconsidered. *Urban Ecosystems*, 20(1), 217–225.
- Maine, J. J., y Boyles, J. G. (2015). Bats initiate vital agroecological interactions in corn. *Proceedings of the National Academy of sciences*, 112(40), 12438–12443.
- Bideguren, G., López-Baucells, A., Puig-Montserrat, X., Mas, M., Porres, X., y Flaquer, C. (2019). Bat boxes and climate change: testing the risk of over-heating in the Mediterranean region. *Biodiversity and Conservation*, 28(1), 21–35.
- Matsuoka, S. (2008). Use of artificial roosts by Ussuri tube-nosed bats *Murina ussuriensis*. *Bulletin of the Forestry and Forest Products Research Institute (Japan)*, 7(1).
- McAney, K., y Hanniffy, R. (2015). The Vincent Wildlife Trust's Irish bat box schemes. The Vincent Wildlife Trust, Donaghpatrick, Headford.
- Meddings, A., Taylor, S., Batty, L., Green, R., Knowles, M., y Latham, D. (2011). Managing competition between birds and bats for roost boxes in small woodlands, north-east England. *Conservation Evidence*, 8, 74–80.
- Mendenhall, C. D., Karp, D. S., Meyer, C. F. J., Hadly, E. A., y Daily, G. C. (2014). Predicting biodiversity change and averting collapse in agricultural landscapes. *Nature*, 509(7499). <https://doi.org/10.1038/nature13139>
- Mering, E. D., y Chambers, C. L. (2012). Artificial roosts for tree-roosting bats in northern Arizona. *Wildlife Society Bulletin*, 36(4), 765–772.
- Mering, E. D., y Chambers, C. L. (2014). Thinking outside the box: a review of artificial roosts for bats. *Wildlife Society Bulletin*, 38(4), 741–751.
- Miller, E. (2018). Day-roost selection by Alberta bats in an urban environment. *Ecol.*

- Nagorsen, D. (2009). Campbell River bat project: Bat house mitigations. Mammalia Biological Consulting, Burnaby.
- Oliveira, J. M., Destro, A. L. F., Freitas, M. B., y Oliveira, L. L. (2020). How do pesticides affect bats? –A brief review of recent publications. Brazilian Journal of Biology, 81, 499–507.
- Orozco-Lugo, C. L., Valenzuela-Galván, D., Guillén-Servent, A., Lavalle-Sánchez, A., y Rhodes-Espinoza, A. J. (2014). Primer registro de cuatro especies de murciélagos para el estado de Morelos y nuevos registros para la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, México. Revista mexicana de biodiversidad, 85(1).
- Orozco-Lugo, C. L., Valenzuela-Galván, D., Vázquez, L. B., Rhodes, A. J., De León-Ibarra, A., Hernández, A., Copa-Alvaro, M. E., Agatón, L. G. A.-T., y De La Peña-Domene, M. (2008). Velvety Fruit-Eating Bat (*Enchistenes hartii*; Phyllostomidae) in Morelos, Mexico. The Southwestern Naturalist, 517–520.
- Orozco-Lugo, L., Guillén-Servent, A., Valenzuela-Galván, D., y Arita, H. T. (2013). Descripción de los pulsos de ecolocalización de once especies de murciélagos insectívoros aéreos de una selva baja caducifolia en Morelos, México. Therya, 4(1), 33–46.
- Park, K. J., Masters, E., y Altringham, J. D. (1998). Social structure of three sympatric bat species (Vespertilionidae). Journal of Zoology, 244(3), 379–389.
- Pavan, A. C., y Marroig, G. (2016). Integrating multiple evidences in taxonomy: species diversity and phylogeny of mustached bats (Mormoopidae: Pteronotus). Molecular Phylogenetics and Evolution, 103, 184–198.
- Polyakov, A. Y., Weller, T. J., y Tietje, W. D. (2019). Remnant trees increase bat activity and facilitate the use of vineyards by edge-space bats. Agriculture, Ecosystems y Environment, 281, 56–63.
- Printz, L., Tschapka, M., y Vogeler, A. (2021). The common noctule bat (*Nyctalus noctula*): population trends from artificial roosts and the effect of biotic and abiotic parameters on the probability of occupation. Journal of Urban Ecology, 7(1), juab033.
- Pschonny, S., Leidinger, J., Leitl, R., y Weisser, W. W. (2022). What makes a good bat box? How box occupancy depends on box characteristics and landscape-level variables. Ecological Solutions and Evidence, 3(1), e12136.

- Puig-Montserrat, X., Torre, I., López-Baucells, A., Guerrieri, E., Monti, M. M., Ràfols-García, R., Ferrer, X., Gisbert, D., y Flaquer, C. (2015). Pest control service provided by bats in Mediterranean rice paddies: linking agroecosystems structure to ecological functions. *Mammalian Biology*, 80, 237–245.
- Rachwald, A., Gottfried, I., Gottfried, T., y Szurlej, M. (2018). Occupation of crevice-type nest-boxes by the forest-dwelling western barbastelle bat *Barbastella barbastellus* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Folia Zoologica*, 67(3–4), 231–238.
- Reid, J. L., Holste, E. K., Holl, K. D., y Zahawi, R. A. (2014). Does any bat box facilitate forest recovery? -Reply to Kelm.
- Reid, J. L., Holste, E. K., y Zahawi, R. A. (2013). Artificial bat roosts did not accelerate forest regeneration in abandoned pastures in southern Costa Rica. *Biological Conservation*, 167, 9–16.
- Rensel, L. J., Hodges, K. E., y Lausen, C. L. (2022). Maternity colony social structure of myotis in British Columbia, Canada. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 76(12), 159.
- Rhodes, M., y Jones, D. (2011). The use of bat boxes by insectivorous bats and other fauna in the greater Brisbane region.
- Ridgley, F., Bohn, K., Salazar, I., Thompson, S., y Gamba-Rios, M. (2022). Use and Distribution of Roosts by Florida Bonneted Bats in Miami Dade County, Florida, USA: Addition to Webb *et al.* 2021. *Urban Nat*, 49, 1–10.
- Rivera-Villanueva, N., y Dalaf-López, S. (2023). Refugios artificiales para murciélagos en Nuevo León como una acción de conservación. *Revista Ciencia UANL*, 26(120), 8–15.
- Robinson, H., Ling, N., y Tempero, G. W. (2023). Occupation of artificial roosts by long-tailed bats (*Chalinolobus tuberculatus*) in Hamilton City, New Zealand. *New Zealand Journal of Zoology*, 1–14.
- Rueegger, N. (2016). Bat boxes—a review of their use and application, past, present and future. *Acta Chiropterologica*, 18(1), 279–299.
- Rueegger, N. (2019). Variation in summer and winter microclimate in multi-chambered bat boxes in eastern Australia: potential eco-physiological implications for bats. *Environments*, 6(2), 13.

- Rueegger, N., Goldingay, R., Law, B., y Gonsalves, L. (2019). Testing multichambered bat box designs in a habitat-offset area in eastern Australia: influence of material, colour, size and box host. *Pacific Conservation Biology*, 26(1), 13–21.
- Sánchez, R., y Medellín, R. A. (2007). Food habits of the threatened bat *Leptonycteris nivalis* (Chiroptera: Phyllostomidae) in a mating roost in Mexico. *Journal of Natural History*, 41(25–28), 1753–1764.
- Schofield, H. W. (2008). *The lesser horseshoe bat: conservation handbook*. Vincent Wildlife Trust.
- Simmons, N. B., Ingala, M. R., Pieri, M., Volkert, T. L., Singh, L. N., Philip, P., Lindsey, L. L., Zhang, N., Gray, J. L., y O'Toole, B. P. (2023). The genome sequence of *Molossus nigricans* (Chiroptera, Molossidae; Miller, 1902). *Wellcome Open Research*, 8(198), 198.
- Smith, G. C., y Agnew, G. (2002). The value of 'bat boxes' for attracting hollow-dependent fauna to farm forestry plantations in southeast Queensland. *Ecological Management y Restoration*, 3(1), 37–46.
- Storer, T. I. (1926). Bats, bat towers and mosquitoes. *Journal of Mammalogy*, 7(2), 85–90.
- Taylor, M. L., Chavez-Tapia, C. B., y Reyes-Montes, M. R. (2000). Molecular typing of *Histoplasma capsulatum* isolated from infected bats, captured in Mexico. *Fungal Genetics and Biology*, 30(3), 207–212.
- Taylor, P. J., Grass, I., Alberts, A. J., Joubert, E., y Tscharncke, T. (2018). Economic value of bat predation services—A review and new estimates from macadamia orchards. *Ecosystem Services*, 30, 372–381.
- Tillman, F. E., Bakken, G. S., y O'Keefe, J. M. (2021). Design modifications affect bat box temperatures and suitability as maternity habitat. *Ecological Solutions and Evidence*, 2(4), e12112.
- UNAM. (2023, noviembre 23). Universidad Nacional Autónoma de México. <https://dgapa.unam.mx/index.php/conoce-la-dgapa/marco-institucional>
- Vieda-Ortega, J. C., Muñoz-Saba, Y. D. S., Giraud-López, M. J., Aguirre-Ceballos, J., y Chaux-Rojas, D. F. (2022a). Uso de refugios artificiales como estrategia para la conservación de murciélagos. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 46(179), 356–371.

- Villanueva, A. N. R., y Ochoa, K. D. R. (2022). Una nueva casa para los dueños de la noche: refugios artificiales para murciélagos. *Therya ixmana*, 1(1), 18–19.
- Wanger, T. C., Darras, K., Bumrungsri, S., Tschardtke, T., y Klein, A.-M. (2014). Bat pest control contributes to food security in Thailand. *Biological Conservation*, 171, 220–223.
- Ward, S. J. (2000). The efficacy of nestboxes versus spotlighting for detecting feathertail gliders. *Wildlife Research*, 27(1), 75–79.
- Weier, S. M., Linden, V. M. G., Grass, I., Tschardtke, T., y Taylor, P. J. (2019). The use of bat houses as day roosts in macadamia orchards, South Africa. *PeerJ*, 7, e6954.
- Whitaker, J. O., Sparks, D. W., y Brack, V. (2006). Use of artificial roost structures by bats at the Indianapolis International Airport. *Environmental Management*, 38, 28–36.
- Williams-Guillén, K., Perfecto, I., y Vandermeer, J. (2008). Bats limit insects in a neotropical agroforestry system. En *Science* (Vol. 320, Número 5872). <https://doi.org/10.1126/science.1152944>
- Wojtaszyn, G., Lesiński, G., y Rutkowski, T. (2021). Seasonal Dynamics of Occupation of Bat Boxes by Bats in Forests of South-western Poland. *Acta Zoologica Bulgarica*, 73(3).
- Zamora-Mejías, D., Morales-Malacara, J. B., Rodríguez-Herrera, B., Ojeda, M., y Medellín, R. A. (2020). Does latitudinal migration represent an advantage in the decrease of ectoparasitic loads in *Leptonycteris yerbabuenae* (Chiroptera)? *Journal of Mammalogy*, 101(4), 979–989.
- Zukal, J. (2020). Wilson DE y Mittermeier RA (eds.) 2019: Handbook of the Mammals of the World-Vol. 9, Bats. *Journal of Vertebrate Biology*, 69(4), NA-NA.