

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y
ARTES DE CHIAPAS**

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

T E S I S

Diversidad y gremios alimenticios de los
murciélagos en el ambiente urbano de
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

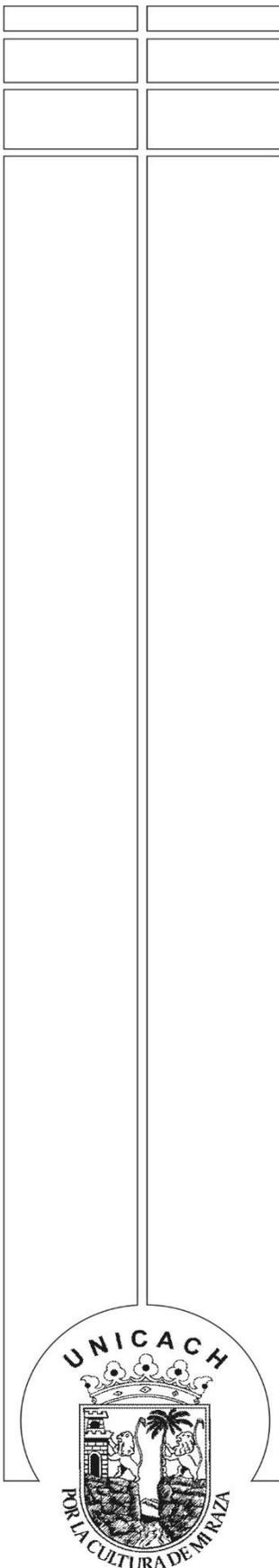
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA

EDUARDO LÓPEZ ARGUETA

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Marzo de 2022



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

TESIS

Diversidad y gremios alimenticios de los
murciélagos en el ambiente urbano de
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA

EDUARDO LÓPEZ ARGUETA

DIRECTOR

GUSTAVO RIVERA VELÁZQUEZ

COLECCIÓN DE INVERTEBRADOS ICB-UNICACH

ASESOR

LUIS ARTURO HERNÁNDEZ MIJANGOS



Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Marzo 2022



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS
SECRETARÍA GENERAL
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES
DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN ESCOLAR
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Lugar: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
Fecha: 18 de marzo de 2022

C. Eduardo López Argueta

Pasante del Programa Educativo de: Licenciatura en Biología

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:

Diversidad y gremios alimenticios de los murciélagos en el ambiente urbano de

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

En la modalidad de: Tesis Profesional

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

Revisores

Dr. José Antonio De Fuentes Vicente

M. en C. Laila Yunes Jiménez

Dr. Gustavo Rivera Velázquez

Firmas

[Firma]

[Firma]

[Firma]

Ccp. Expediente

Agradecimientos

Quiero agradecer aquellos que dieron su vida o parte de ella para concluir este ciclo de educación, a la comida que comí, a los libros que leí, a los profesores que tanto me enseñaron, a los padres que me criaron, amigos que acompañaron, y a todas esas personas que he y me han amado.

La realización de este proyecto (así como de la carrera completa) no hubiera sido posible sin el invaluable apoyo y educación de mis padres Salvador Eduardo López Cordero y Mary Cruz Argueta Avendaño, mis abuelitos Francisco López Castillejos y Minerva Cordero Núñez, que aún en su ausencia, veo el reflejo de su orgullo sobre mí. Mis tíos Víctor Manuel Gonzales Velasco, Mary Esther Avendaño Pastrana, Nelly Cordero Núñez, Gilbert Avendaño y Susy Aguilar. A mis hermanitos y mejores amigos Esteban López Argueta, Gerardo y Lucía López Velázquez. Y a mi abuelita Blanca Lilia Avendaño Pastrana, mi consejera, inspiración y compañera diaria, a quien (como a las personas ya mencionadas) amo con todo mi corazón.

Agradezco especialmente a Ingrid Ramírez Franco, quien me ayudó durante todos los muestreos, siempre con la alegría y curiosidad que le caracteriza.

Esta tesis por ser en áreas urbanas, fue realizada en propiedades que, con gusto, amigos me permitieron pasar para saber de las especies con que comparten ambientes; estos amigos son Ana Sofía Cartagena Utrilla, Ricardo Gustavo Cortés Rodríguez, la familia Álvarez Jaramillo y la familia Caro Álvarez.

Agradezco de forma puntual a quienes me apoyaron en campo: Valeria Fernanda Martínez Coutiño, Jade Mareclín Vázquez, Hugo Esteban Madrigal Escobar; a mis mejores amigos que estuvieron siempre y siguen estando: Diana Claudia Molina Ozuna, Fridalí García Islas, Eliza Fernanda Sánchez Gómez, Lilian Gómez Escobar, Ana Lucía López Gurgua, Cristian Jennifer Escobar Cruz, José Rubén Vázquez Ruiz, Eduardo Alejandro Kamacho Castillejos, Marcos Joaquín Fitz Pérez. A la miss Maribel por cumplir su lema de “educar con amor”. A José Antonio De Fuentes Vicente y Laila Yunes Jiménez por sus revisiones y consejos. Y a dos personas que creyeron en mi proyecto desde el principio, que me apoyaron con material y me compartieron de su sabiduría: José Ignacio Vázquez Sánchez y Luis Arturo Hernández Mijangos.

Hago la mención especial de David Long y Carmen Ariza Romero quienes en mi estancia en Bethel College, me brindaron su amistad y apoyo incondicional en todo momento.

Estas y muchas otras personas más fueron y son pieza fundamental en quién soy ahora y me siento afortunado de que estén o hayan estado en mi vida.

ÍNDICE

RESUMEN	V
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Murciélagos	4
2.2 Murciélagos Neotropicales y de Chiapas.....	5
2.3 Murciélagos de Tuxtla Gutiérrez	7
2.4 Gremios alimenticios.....	8
2.5 Especies urbanizadas y el efecto de la urbanización	10
2.6 Murciélagos como bioindicadores.....	11
2.7 Método de determinación de riqueza y diversidad.....	12
III. ANTECEDENTES.....	14
IV. OBJETIVOS	16
4.1 Objetivo general.....	16
4.2 Objetivos específicos	16
V. HIPÓTESIS.....	17
5.1 Hipótesis nula	17
5.2 Hipótesis alternativa	17
VI. ZONA DE ESTUDIO	18
VII. MÉTODO.....	21
IX. DISCUSIÓN	29
X. CONCLUSIONES	34
XI. PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES	35
XII. REFERENCIAS DOCUMENTALES	36
XIII. ANEXOS.....	52

RESUMEN

Los murciélagos es el segundo grupo con más riqueza de mamíferos, únicamente seguido por los roedores. Su importancia como dispersores de semillas, consumidores de plagas y polinizadores, los hace una pieza fundamental para el mantenimiento de los ecosistemas neotropicales, los cuáles son de los más presionados por la modificación del hábitat natural. Los estudios de murciélagos se suelen limitar a inventarios en áreas silvestres. El presente trabajo se enfoca al conocimiento de la diversidad de murciélagos del área urbana de Tuxtla Gutiérrez en cuatro zonas, infiriendo también el gremio alimenticio, lo que da una idea del ambiente urbano. Esto realizado a través de 12 muestreos nocturnos de murciélagos, con esfuerzo de captura de 1 026 horas-red, en el mes de abril del 2021. Registrando 104 individuos, pertenecientes a cinco especies, cuatro géneros, dos subfamilias, todos de la familia Phyllostomidae, y tres gremios alimenticios: Frugívoro Nómada, Frugívoro Sedentario y Nectarívoro-Polinívoro. Con una marcada presencia del gremio Frugívoro Nómada sobre las demás, donde ~94% de los murciélagos capturados, pertenecieron a este gremio alimenticio. El índice para la estimación de diversidad tomado en cuenta fue el índice de Simpson, dando como valor de diversidad de $D_s = 0.603$, donde la zona urbana con mayor diversidad fue la zona Sur-Oriente. La prueba de Análisis de Varianza indica que la diversidad de murciélagos a lo largo de la ciudad es homogénea, con un valor de $p = 0.629$. Prácticamente en su totalidad, los murciélagos fueron del género *Artibeus*, esto debido al efecto de la sinurbanización, lo que los hace mejor adaptables a ambientes urbanizados, sin dejar de mencionar que este género posee una de las mayores distribuciones en el continente americano por su alta adaptabilidad al consumo de especies nativas como introducidas; mismas que son proveídas por parques, jardines y áreas verdes, en las ciudades. El resto de gremios al que pertenecieron los murciélagos urbanos, fueron nectarívoros-polinívoros, estos únicamente representados por una especie (*Glossophaga sp.*) y sólo en el área Oriente de la ciudad, y frugívoro sedentario, igual por una especie (*Sturnira hondurensis*) en la zona Sur-Oriente,

explicando el fenómeno de mayor diversidad al Oriente de la ciudad por las Áreas Naturales Protegidas que allí se encuentran.

Palabras clave: diversidad, murciélagos urbanos, gremios alimenticios, Tuxtla Gutiérrez

I. INTRODUCCIÓN

Los quirópteros (Chiroptera), mejor conocidos como murciélagos, son el segundo orden más diverso de mamíferos, únicamente superado por los roedores (Rodentia) (Hutson *et al.*, 2001; Simmons, 2005; Dittmar *et al.*, 2016).

Como mamíferos, los murciélagos tienen aquellas características que identifican a la clase: pelo, glándulas mamarias, sangre caliente, etc. Sin embargo, hay una característica particular que los distingue de todos los demás mamíferos; el vuelo propulsado, factor que les ha ayudado a diversificarse de gran manera (Gunnell y Simmons, 2005; Horváth *et al.*, 2012).

La diversidad de murciélagos representa un 20.45% de los mamíferos, es decir, de cada cinco especies de mamíferos, uno es un murciélago (American Society of Mammalogists, 2020; Catalogue of Life, 2021). Al ser un grupo tan diverso, los murciélagos han ocupado un amplio rango geográfico, desde las zonas tropicales (donde alcanzan su mayor diversidad) a las zonas temperantes, siendo ausentes solo en regiones polares y algunas islas remotas (Hill y Smith, 1992; Vaughan *et al.*, 2000; Horváth *et al.*, 2012; GBIF¹, 2021). Así mismo el Fondo para la Conservación de los Murciélagos (Bat Conservation Trust, 2021) destaca cuatro principales roles ecológicos para los murciélagos: la polinización, dispersión de semillas, controladores de plagas e indicadores de la biodiversidad.

En el ámbito de dispersores de semillas, Medellín y Gaona (1999) averiguaron que en Chiapas, los murciélagos pueden dispersar hasta 3.21 semillas/m² diariamente (cantidad mayor de lo que dispersan las aves en la misma zona); además, el nicho de polinizadores que comparten con aves e insectos es indispensable si hablamos de la dinámica ambiental, donde una sola especie de murciélago (*Leptonycteris yerbabuena*) poliniza 19 especies vegetales en Tuxtla Gutiérrez (Riechers-Pérez *et al.*, 2003), y a lo largo del mundo se ha registrado que los murciélagos polinizan hasta 250 géneros de angiospermas (Fleming *et al.*, 2009).

Los murciélagos en su mayoría son insectívoros, se estima que este valor va cerca del 70% de las especies (Habersetzer *et al.*, 1992, Simmons *et al.* 2008), esto los coloca como excelentes bio-remediadores para el control de plagas, tanto es así que, en el estado de Texas en Estados Unidos de América, sólo en la industria algodonera, la importancia de los murciélagos está valuada en \$741 000 USD/año (Cleveland *et al.*, 2006) por consumir insectos, incluso, se ha documentado que un murciélago puede consumir entre el 25 y 50% de su peso corporal por noche (Kunz, 1974; Fujita y Tuttle, 1991).

Como indicadores de los ecosistemas, los murciélagos son clave, ya que algunos están en la cima de la red trófica o son peldaños de ella; los murciélagos insectívoros pueden ser sensibles a cambios ambientales causados por el humano o por contaminantes (Jones *et al.*, 2009), la familia Phyllostomidae es de los mejores indicadores de perturbación en el bosque tropical seco (Valle *et al.*, 2021), y a su vez fungen como alimento para otras especies animales silvestres como aves, reptiles y mamíferos (Martínez-Coronel *et al.*, 2009).

Sin embargo, estos roles ecológicos son opacados por la complicada relación que existe entre los humanos y los murciélagos, ya que los murciélagos están entre los animales más incomprendidos, temidos e ignorados (Horváth *et al.*, 2012; Hassan *et al.*, 2020), ya sea por su aspecto, sus hábitos nocturnos o por actitudes de intolerancia de las personas a ellos (Hernández-Huerta, 2015). Por tanto, los murciélagos están en riesgo de ser fastidiados o amenazados, incluso dentro de los refugios donde habitan (Martínez-Coronel *et al.*, 1996).

Aunado al hecho de que la población humana amenaza directamente la existencia de los murciélagos, también indirectamente ocurre este fenómeno, ya que factores como la contaminación auditiva y luminosa, infraestructura carretera, la indisponibilidad de alimento y hospedaje, son limitantes para la abundancia y diversidad de los murciélagos en áreas urbanas (Moretto y Francis, 2017), fenómeno no tan marcado en zonas rurales (Kurta y Teramino, 1992).

En México, el estado de Chiapas es uno de los sitios con mayor riqueza de especies de murciélagos (Barrios-Gómez *et al.*, 2019) y es de las zonas con

mayor relevancia en México respecto al número de especies, ya que cuenta con 105 especies de murciélagos, lo que representa el 75% de las 138 especies mexicanas (Medellín *et al.* 2008; Rivero y Medellín, 2015; Hernández-Mijangos, 2017).

El presente proyecto aporta conocimiento sobre la diversidad de murciélagos tropicales y murciélagos adaptados a ambientes urbanos, y de los gremios alimenticios que son ocupados por los murciélagos en las ciudades.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Murciélagos

Los murciélagos son mamíferos; animales con glándulas mamarias, sangre caliente, producen leche, tienen pelo, etcétera; a primera vista aparentan ser ratones o musarañas con alas en lugar de manos, ésta es la característica que les proporciona el nombre al Orden al que pertenecen “Chiroptera” -del griego *kheirós* (mano) y *ptéron* (ala), o sea, “Manos aladas” (Hernández-Huerta, 2015; Taylor y Tuttle, 2018).

Pese a la común confusión de los murciélagos como ratones alados, la evidencia científica nos dice que los murciélagos están más emparentados por un ancestro en común con los artiodáctilos (animales con dedos pares, como vacas y delfines) (Meredith *et al.*, 2011; O’leary *et al.*, 2013), por lo tanto, afirmar que los murciélagos son ratones alados es un error, pese al parecido que algunas especies presentan.

El origen de los murciélagos tuvo lugar en el Eoceno, tiempo en que hubo una explosión en especies de murciélagos, donde se originaron las 18 familias que existen actualmente (Simmons, 2005; Gunnell y Simmons, 2005; Teeling *et al.*, 2005), esto puede deberse a un incremento de diversidad de presas que tuvo el Eoceno temprano, aunado a las estrategias de ecolocalización y vuelo de los murciélagos que explotaban diversos nichos ecológicos; además, esto coincide con el incremento de la temperatura media anual del Eoceno y al incremento significativo de la diversidad de plantas e insectos (Simmons, 2005; Teeling *et al.*, 2005).

Las 18 Familias de murciélagos están distribuidas en únicamente dos Subórdenes: Yinpterochiroptera y Yangochiroptera, los cuales se distinguen con base en diferencias maxilares. Yinpterochiroptera incluye a todos los Megachiroptera (murciélagos grandes, como: zorros voladores, familia Pteropodidae) y a cuatro familias de Microchiroptera (murciélagos pequeños, entre ellos Rhinolophidae, Megadermatidae, Rhinopomatidae y Craseonycteridae), por

otro el lado, Yangochiroptera incluye a todos los demás microquirópteros existentes (ver cuadro 1) (Torres-Flores y Guevara-Chumacero, 2010).

Cuadro 1. Lista de familias con número de géneros y especies mundial de murciélagos (modificado de Simmons y Cirranello, 2022).

Orden	Suborden	Familia	No. Géneros	No. Especies
Chiroptera	Yangochiroptera	Craseonycteridae	1	1
		Hipposideridae	7	90
		Megadermatidae	5	6
		Pteropodidae	46	119
		Rhinolophidae	1	112
		Rhinopomatidae	1	6
		Yinpterochiroptera		
	Cistugidae	1	2	
	Emballonuridae	14	55	
	Miniopteridae	1	37	
	Molossidae	21	132	
	Mormoopidae	2	18	
	Mystacinidae	1	2	
	Myzopodidae	1	2	
Natalidae	3	11		
Noctilionidae	2	1		
Nycteridae	1	15		
Phyllostomidae	60	227		
Thyopteridae	1	5		
Vespertilionidae	57	523		
		$\Sigma =$ 226	$\Sigma =$ 1364	

2.2 Murciélagos Neotropicales y de Chiapas

El neotrópico contiene algunos de los niveles más altos de biodiversidad, muchos centros de endemismos, así como especies amenazadas, en extinción o especies raras (Young *et al.*, 2004; Schipper *et al.*, 2008). Las regiones selváticas de Centroamérica tienden a una diversidad homogénea desde el este de Panamá, hasta el sureste de México, donde la diversidad de mamíferos es menor que en cualquier otra selva neotropical, y ninguna se compara con la selva Amazónica, donde se encuentra la mayor diversidad en el Neotrópico (Voss y Emmons, 1996).

El hecho de que el sur de México no sea el sitio de mayor diversidad de mamíferos entre las selvas tropicales, no reduce su importancia. Chiapas tiene el

37% de toda la mastofauna mexicana, y la Selva Lacandona es el sitio de mayor diversidad dentro del Estado y el país (Rivero y Medellín, 2015). En Chiapas residen 105 especies de murciélagos de las 138 especies mexicanas, representando un 75% de la chiropterofauna mexicana (Medellín *et al.* 2008; Rivero y Medellín, 2015; Hernández-Mijangos, 2017).

La familia Phyllostomidae es la familia de murciélagos neotropicales más diversa en morfología y riqueza de especies, esta familia tiene al menos 160 especies, en 55 géneros y 7 subfamilias, cubriendo casi todos los ecosistemas desde Argentina a Estados Unidos de América, con un enorme rango dietético, que incluye insectos, frutas, néctar, polen, vertebrados pequeños y sangre (Hill y Smith, 1992; Neuweiler, 1993; Peterson, 1964; Slaughter y Walton, 1970; Vaughan *et al.*, 2011).

En relación a la asociación de los murciélagos con la vegetación, la Selva Alta Perennifolia presenta la mayor cantidad de especies (41.3%), seguida por la Selva Baja Caducifolia (32.2%), Bosque de Pino-Encino (11.8%), Sabanas y Selvas Altas en vegas de ríos (8%); Bosque Tropical de Altura (4.8%) y Selva Baja Perennifolia (1.6%), siendo los murciélagos de tierras altas, diferentes a los de tierras bajas (Álvarez-Castañeda y Álvarez, 1991).

En Chiapas están registrados todos los gremios alimenticios de Norteamérica, siendo el de mayor porcentaje el correspondiente a los insectívoros (50.1%); comprenden todos los de la Familia Emballonuridae, Natalidae, Thyropteridae, Vespertilionidae, Molossidae y varios de la Familia Phyllostomidae. Los frugívoros corresponden un 22.4% de las especies chiapanecas, pertenecientes a la Familia Phyllostomidae y tres Subfamilias: Carollinae, Sternodermatinae y Phyllostominae. Los nectarívoros (12.3%) son de la Subfamilia Glossophaginae. Los hematófagos (Subfamilia Desmodontidae) y carnívoros (tres especies de la Subfamilia Phyllostominae) representan un 6.1% cada uno. Los piscívoros están conformados exclusivamente por las dos especies de la Familia Noctilionidae (2%) (Figura 1) (Álvarez-Castañeda y Álvarez, 1991).

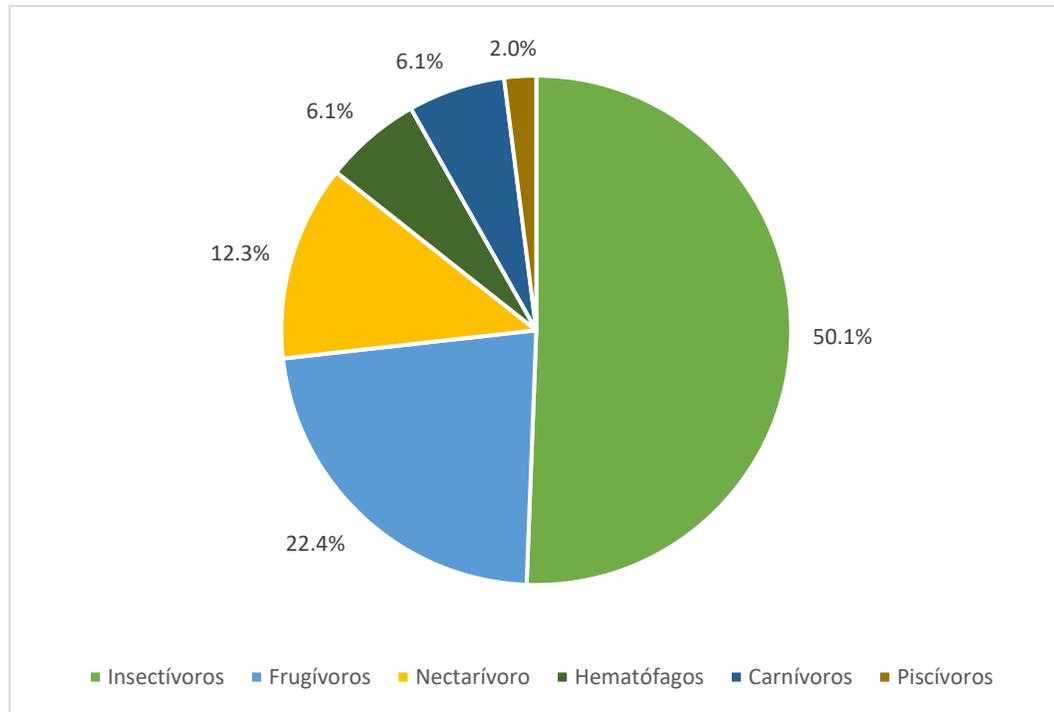


Figura 1. Composición porcentual de los gremios tróficos de los murciélagos de Chiapas – México (Álvarez-Castañeda y Álvarez, 1991).

2.3 Murciélagos de Tuxtla Gutiérrez

Debido a las zonas cársticas de la orografía circundante a la ciudad, gran cantidad de cuevas pueden ser encontradas, mismos espacios que propician la presencia de chiropterofauna en el territorio Tuxtleco.

Las especies registradas de murciélagos para Tuxtla Gutiérrez comprenden cinco familias, 23 géneros y 31 especies de murciélagos (observaciones personales, Martínez-Coronel *et al*, 1996; Martínez-Coronel *et al*, 2009; Arroyo-Chacón *et al.*, 2013; Lorenzo-Monterrubio *et al.*, 2015). Estas especies se enlistan a continuación (Cuadro 2):

Cuadro 2. Lista de especies de murciélagos registradas en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Emballonuridae	
	<i>Balanypteryx plicata</i>
	<i>Peropteryx mactrotis</i>
Phyllostomidae	
Phyllostominae	
	<i>Micronycteris microtis</i>
Glossophaginae	
	<i>Anoura geoffroyi</i>
	<i>Choeroniscus godmani</i>
	<i>Choeronycteris mexicana</i>
	<i>Glossophaga commissarisi</i>
	<i>Glossophaga leachii</i>
	<i>Glossophaga morenoi</i>
	<i>Glossophaga soricina</i>
	<i>Hylonycteris underwoodi</i>
	<i>Leptonycteris yerbabuenae</i>
Caroliinae	
	<i>Carolia perpicillata</i>
	<i>Carollia subrufa</i>
Stenodermatinae	
	<i>Artibeus jamaicensis</i>
	<i>Artibeus lituratus</i>
	<i>Centurio cenex</i>
	<i>Chiroderma villosum</i>
	<i>Dermanura tolteca</i>
	<i>Sturnira hondurensis</i>
	<i>Sturnira parvidensis</i>
	<i>Uroderma bilobatum</i>
Desomodontinae	
	<i>Desmodus rotundus</i>
Mormoopidae	
	<i>Mormoops megalophylla</i>
	<i>Pteronotus dayvi</i>
	<i>Pteronotus parnelli</i>
	<i>Pteronotus personatus</i>
Natalidae	
	<i>Natalus mexicanus</i>
Molossidae	
	<i>Molossus rufus</i>
	<i>Nyctinomops laticaudatus</i>
	<i>Eumops sp. (sp. nov.)</i>

2.4 Gremios alimenticios

Root (1967) definió un “gremio” como “un grupo de especies que explotan la misma clase de recursos ambientales de una forma similar”. Los murciélagos que pertenecen a distintos gremios deben tener fuentes de explotación diferentes,

siendo así que especies del mismo gremio, deben tener adaptaciones y estrategias similares (Denzinger y Schnitzler, 2013).

El concepto de gremios otorgó la capacidad de clasificar la gran diversidad de comportamiento de forrajeo y ecolocalización de microquirópteros, al relacionarlos con especies con estrategias y adaptaciones similares. Estos gremios fueron originalmente definidos por su tipo de hábitat (despejado, entramado y tupido), modo de forrajeo (en picada, de persecución y de substracción) y dieta (insectívora, piscívora, carnívora, hematófaga, frugívora, nectarívora y omnívora) (Schnitzer y Kalko, 1998, 2001). Aunque Denzinger y Schnitzler (2013) excluyeron la dieta para clasificar a los gremios alimenticios, por no ajustarse a su modo de obtención de alimento, en el presente estudio se tomará la dieta como factor de clasificación de gremio alimenticio, así como lo hacen la mayoría de trabajos de esta índole (Soriano, 2000; Ballesteros *et al.*, 2007; Bolaños-Arrieta, 2013; García-Méndez *et al.*, 2014; Guerra-Arrévalo, 2014).

Soriano (2000) designa ocho gremios alimenticios, los cuales están presentes en los murciélagos chiapanecos, pero no todos están presentes en los capturados en el presente muestreo (véase “*Características representativas de las estrategias nómadas y sedentarias para murciélagos frugívoros*” Cuadro 3):

- ✦ Carnívoros
- ✦ Piscívoros
- ✦ Hematófagos
- ✦ Insectívoros foliares
- ✦ Insectívoros aéreos
- ✦ Frugívoros nómadas
- ✦ Frugívoros sedentarios
- ✦ Nectarívoros-Polinívoros

Cabe destacar que hay murciélagos que pueden entrar en más de un gremio dependiendo la disponibilidad de alimento, lo cual hace difícil clasificarlos en una sola categoría, sin embargo, se toma en consideración el gremio al que corresponda la mayor proporción dietética. Por ejemplo: *Artibeus lituratus*, perteneciente al gremio frugívoro nómada, pese a que, no solo se alimenta de fruta (Oprea *et al.*, 2007), sino que complementa su dieta con néctar, insectos (Gardner, 1997; Emmons y Feer, 1997) y follaje (Gardner, 1997).

2.5 Especies urbanizadas y el efecto de la urbanización

En la actualidad, las áreas urbanas se volvieron el hogar para más de la mitad de la población humana (UN, 2010), causando efectos sobre el cambio climático, carencias de recursos naturales, conservación ambiental y bienestar humano, por la demanda de recursos naturales ajenos a ellas (Newman, 2006; Wackernagel *et al.*, 2006; Grimm *et al.*, 2008; Hodson y Marvin, 2009; Glaeser, 2011; Hoornweg *et al.*, 2011).

La urbanización es un proceso en el que hay una gran sustitución de uso de suelo de hábitats disponibles para la vida silvestre a un ambiente apto para el ser humano. El crecimiento masivo de áreas urbanas ha resultado en el reemplazo de hábitats originales en la mayor parte del mundo (Baker y Harris, 2007; Russo y Ancillotto, 2015).

Diversos estudios han encontrado que la urbanización tiene efectos determinantes en poblaciones y comunidades animales, incluyendo: pérdida y degradación del hábitat (Scolozzi y Geneletti, 2012), mortalidad en autopista y fragmentación del hábitat (Baker y Harris, 2007), alta densidad de depredadores domésticos, como perros y gatos (Patroneck *et al.*, 2009 y Young *et al.*, 2011), efectos de contaminantes químicos y físicos (Zukalet *et al.*, 2015; Perugini *et al.*, 2011), contaminación auditiva y visual antropogénica (Stone *et al.*, 2009; Francis y Barber, 2013; Hale *et al.*, 2015) e interferencia humana directa (Markovchick-Nicholls *et al.*, 2008).

Sin embargo, se sabe que la urbanización puede favorecer ciertas especies que prosperan en ambientes heterogéneos como son las condiciones brindadas por la antropomorfización del hábitat (Magle *et al.*, 2012), que se benefician por el incremento de la temperatura de las zonas urbanas (Constanza *et al.*, 2001) o como refugio de depredadores silvestres (Baker y Harris, 2007). Las especies que se adaptan las áreas urbanizadas, también llamadas “sinúrbicas” son más frecuentes o abundantes en áreas urbanas que en otros hábitats (Francis y Chadwick, 2012).

Los cambios producidos en los murciélagos influenciados por la urbanización se manifiestan en su comportamiento, tamaño poblacional y diversidad, y estos cambios son sumamente específicos para ciertas especies; mientras algunas especies presentan un alto grado de adaptación al hábitat urbano o se ven favorecidas por él, otras declinan en respuesta a la perturbación y pérdida de su hábitat natural (Threlfall *et al.*, 2012, Russo y Ancillotto, 2014).

2.6 Murciélagos como bioindicadores

Las áreas forestales en el mundo están experimentando un intenso proceso de fragmentación y pérdida del hábitat como resultado de presión antropogénica desde las últimas décadas (Asner *et al.*, 2009; Lewis *et al.*, 2009; Rudel *et al.*, 2009, FAO, 2011), presión que no es uniforme a lo largo del planeta (Myers *et al.*, 2000), siendo las regiones neotropicales de las áreas con mayor presión por la modificación por tala excesiva, creación de pasturas, minería, actividades agrícolas y crecimiento urbano (Asner *et al.*, 2009; Lewis *et al.*, 2009; FAO, 2011).

Para entender mejor la magnitud de los procesos de pérdida, fragmentación y perturbación del hábitat, los científicos utilizan como herramienta de medición o predicción a diferentes organismos que responden a alteraciones ambientales, estos organismos son llamados bioindicadores (Coutinho-Cunto y Bernard, 2012).

Los bioindicadores presentan atributos que pueden ser utilizados como índices para contrastar con otras especies o grupos biológicos de interés (e.g., presencia/ausencia, densidad de población y abundancia relativa) (Landres *et al.*, 1988).

Los murciélagos son muy sensibles y reaccionan prontamente a las alteraciones antropogénicas que amenazan su supervivencia, haciéndolos buenos bioindicadores (Hutson *et al.*, 2001; Jones *et al.*, 2009; Russo y Jones, 2014; Zukal *et al.*, 2015), especialmente como índice para la salud del ambiente, debido a su riqueza específica, los servicios ecosistémicos que proveen y la relativa facilidad que conlleva su estudio (Kunz *et al.*, 2009).

En los ambientes urbanos, los murciélagos son bioindicadores para factores antropogénicos, por su sensibilidad a alteraciones como la contaminación lumínica (Hale *et al.*, 2015; Moretto y Francis, 2017), fragmentación del hábitat (Baker y Harris, 2007, Coutinho-Cunto y Bernard, 2012) contaminación auditiva (Stone *et al.*, 2009; Francis y Barber, 2013; Hale *et al.*, 2015; Moretto y Francis, 2017), disponibilidad de presas (Moretto y Francis, 2017) y contaminación por metales pesados (Zukal *et al.*, 2015); es por esto que su constante estudio permite la evaluación futura y pasada para contrastar el daño o éxito ambiental que se ha llevado a cabo a lo largo del desarrollo urbano, y en esto recae la importancia de estos estudios.

2.7 Método de determinación de riqueza y diversidad

La riqueza y diversidad de especies son propiedades emergentes de las comunidades biológicas y comúnmente son utilizadas para describir una taxocenosis, para determinar su distribución y presencia, para evaluar sus respuestas a las perturbaciones ambientales y para establecer planteamientos contemporáneos de conservación (Magurran, 1988; Gaston, 1996; Rosenstock *et al.*, 2002).

La riqueza de especies hace referencia al número de especies presentes en una comunidad. Además de la riqueza de especies, hay que tener en cuenta la abundancia relativa de cada una de ellas dentro de la comunidad o su uniformidad o equitatividad (Samo-Lumbera *et al.*, 2008). La diversidad de especies es una medida de la complejidad de una comunidad. La complejidad de una comunidad nos da una idea de la cantidad de información que acumula, la cantidad de relaciones posibles que pueden existir en la misma y, por tanto, de su estabilidad (cuantas más relaciones sean posibles, mayor es la capacidad de respuesta a una perturbación) (Moreno, 2001).

Es una función tanto del número de especies diferentes (riqueza de especies) como de sus abundancias relativas (uniformidad de especies). Un mayor número de especies y una abundancia más uniforme de las mismas resultan en una mayor diversidad de especies (Bear y Rintoul, 2014), donde, la diversidad biológica es una de las variables más utilizadas en la descripción de las comunidades.

Para determinar la diversidad biológica (en los fines de comunidad a los que este trabajo refiere) utilizamos los índices de abundancia proporcional, que a su vez se subdivide en índices de dominancia (aquellos que toman en cuenta el valor de importancia de cada especie) e índices de equidad (aquellos que además del valor de importancia de cada especie consideran también el número total de especies en la comunidad) (Peet, 1974).

El índice de dominancia que es el que se tomará en consideración en la presente obra será el índice de Simpson, el cual manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie, y está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974). El valor del índice de Simpson tiene un rango entre 0 y 1, en el que el índice 1, representa una enorme diversidad, y 0, representa nada de diversidad (Geograph y Fieldwork, 2021); y cuya fórmula es la siguiente:

Índice de Simpson

$$\lambda = \frac{1}{\sum p_i^2}$$

III. ANTECEDENTES

El estudio de los murciélagos en ambientes urbanos tiene pocas décadas de haber empezado; en 1989, Sánchez, *et al.* estudiaron las especies de murciélagos en la ciudad de México, que para entonces se erguía ya como una de las ciudades más grandes del mundo, e incluso hicieron la comparativa de riqueza con otras urbes europeas. Los estudios en diversidad de murciélagos urbanos son más o menos escasos (e.g. Kurta y Teramino, 1992; Legakis *et al.*, 2000; Siles *et al.*, 2005, López y Díaz, 2013; García-Méndez, 2014), comparándolos con la gran cantidad de estudios del mismo rubro en áreas naturales (e.g. Kurta *et al.*, 1989; Cicourel-Solano, 2003; Medina *et al.*, 2004; Ballesteros *et al.*, 2007; Vázquez-Pérez, 2010; Bolaños-Arrieta, 2013; Mejenes-López y Vallarino-Moncada, 2016; Terra-Garbino, 2016; Párraga-Silva y Possos-Ramírez, 2018).

En el año 2000, Soriano estudió la estructura funcional de los murciélagos en selvas húmedas, tropicales y nubladas en los Andes; este artículo fue un parteaguas para diversos estudios que se replicaron en ciudades principalmente en Sudamérica, aplicando la funcionalidad a ambientes urbanos, desde zonas bajas y costeras (Ballesteros *et al.*, 2007; Ballesteros y Racero-Casarrubia, 2012; Capaverde-Junior *et al.*, 2013, Guerra-Arrévalo, 2014), hasta ambientes con una mayor elevación sobre el nivel del mar (García-Mendez *et al.*, 2014). Los artículos previamente mencionados trabajan en funcionalidad de gremios alimenticios basados en la dieta, pese que autores como Denzinger y Scnitler (2013), no consideran a la dieta como un factor crucial para la clasificación de gremios para los murciélagos.

Así mismo, se han hecho diversos estudios de la urbanización de los murciélagos y los efectos de factores ambientales en ellos, tanto de conducta modificada como en especies sinúrbicas (Russo y Jones, 2014), así como los efectos de la pérdida de diversidad por la modificación del hábitat (Baker y Harris, 2007, Coutinho-Cunto y Bernard, 2012), el cómo afectan factores como la contaminación lumínica (Hale *et al.*, 2015; Moretto y Francis, 2017), auditiva (Stone *et al.*, 2009; Francis y Barber, 2013; Hale *et al.*, 2015; Moretto y Francis,

2017), entre otros efectos de la urbanización (Moretto y Francis, 2017). Siendo así que han sido, los murciélagos, empleados por su buen papel como bioindicadores (Hutson *et al.*, 2001; Jones *et al.*, 2009; Russo y Jones, 2015; Zúkal *et al.*, 2015) para diversos contaminantes, como metales pesados (Zúkal *et al.*, 2015), hasta indicadores de calidad del agua (Korine *et al.*, 2015).

En Chiapas, los estudios sobre murciélagos están más o menos limitados a dietas (Medellín y Gaona, 1999; Schondube *et al.*, 2001; Riecher-Pérez, 2003; Olea-Wagner *et al.*, 2007; Jara-Servín, *et al.*, 2017) e inventarios en áreas verdes (Medellín *et al.*, 1986; Álvarez-Castañeda, 1991; Martínez-Coronel *et al.*, 1996; Vázquez-Pérez *et al.*, 2010; Monterrosa-Pérez *et al.*, 2011; García-Méndez *et al.*, 2014; Rivero y Medellín, 2015; Kraker *et al.*, 2021) destacando que, en la zona de Tuxtla Gutiérrez, existen estudios de los murciélagos en sus alrededores (Martínez-Coronel *et al.*, 1996; Riecher-Pérez y Vidal López, 2009; Vázquez-Pérez *et al.*, 2010; Arroyo-Chacón *et al.*, 2013) e incluso uno dentro del área urbana (Jara-Servín, *et al.*, 2017).

IV. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Determinar la diversidad de especies de murciélagos en distintas zonas del área urbana de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas (Figura 2); asociando a los murciélagos con los gremios alimenticios a los que pertenecen.

4.2 Objetivos específicos

 Determinar la riqueza y diversidad de murciélagos urbanos en Tuxtla Gutiérrez.

 Asociar cada especie de murciélago con el gremio alimenticio al que pertenece

V. HIPÓTESIS

5.1 Hipótesis nula

A sabiendas de que la biodiversidad es más uniforme en ambientes urbanos, se espera que la diversidad de las comunidades de murciélagos es homogénea en todas las zonas geográficas dentro de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

5.2 Hipótesis alternativa

La diversidad de las comunidades de murciélagos es heterogénea en todas las zonas geográficas dentro de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

VI. ZONA DE ESTUDIO

El presente estudio se llevó a cabo en cuatro puntos de la zona urbana de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México; cada punto fue seleccionado cubriendo las zonas norte-poniente, norte-oriental, sur-oriental y centro-poniente (se descartó el sur-poniente por cuestiones de logística, y al ser cercanas las zonas centro-poniente y norte poniente, sirven de comparativo y contraste) (Figura 2).

La ciudad de Tuxtla Gutiérrez tiene 604 147 habitantes (INEGI, 2020), y está ubicada en la Depresión Central de Chiapas, presentando un relieve montañoso con selva baja caducifolia al norte (orografía del Cañón del Sumidero) y al sur (Corredor Cerro Mactumatzá y Meseta de Copoya) (INAFED, 2010).

La composición del suelo de Tuxtla Gutiérrez es cárstica, con los principales tipos de suelo de Aluvial, Caliza-lutita, Limolita-arenisca y Lutita-arenisca; mismos que permiten que existan sistemas de cuevas en las periferias de la ciudad, que fungen como sitios de descanso para diversas especies de murciélagos y otros grupos biológicos (INEGI, 2014).

Tuxtla Gutiérrez se ubica a una media de 522 msnm, y tiene una temperatura promedio anual de 25.8°C, con una estación seca (de noviembre a abril) y una de lluvias (de mayo a octubre) (Servicio Meteorológico Nacional, 2010), con un tipo de clima “Aw” (tropical de sabana) según la clasificación de Köppen (Ayllón, 2009), el tipo de vegetación es de “Selva baja decidua”, según la clasificación de Miranda (2015).

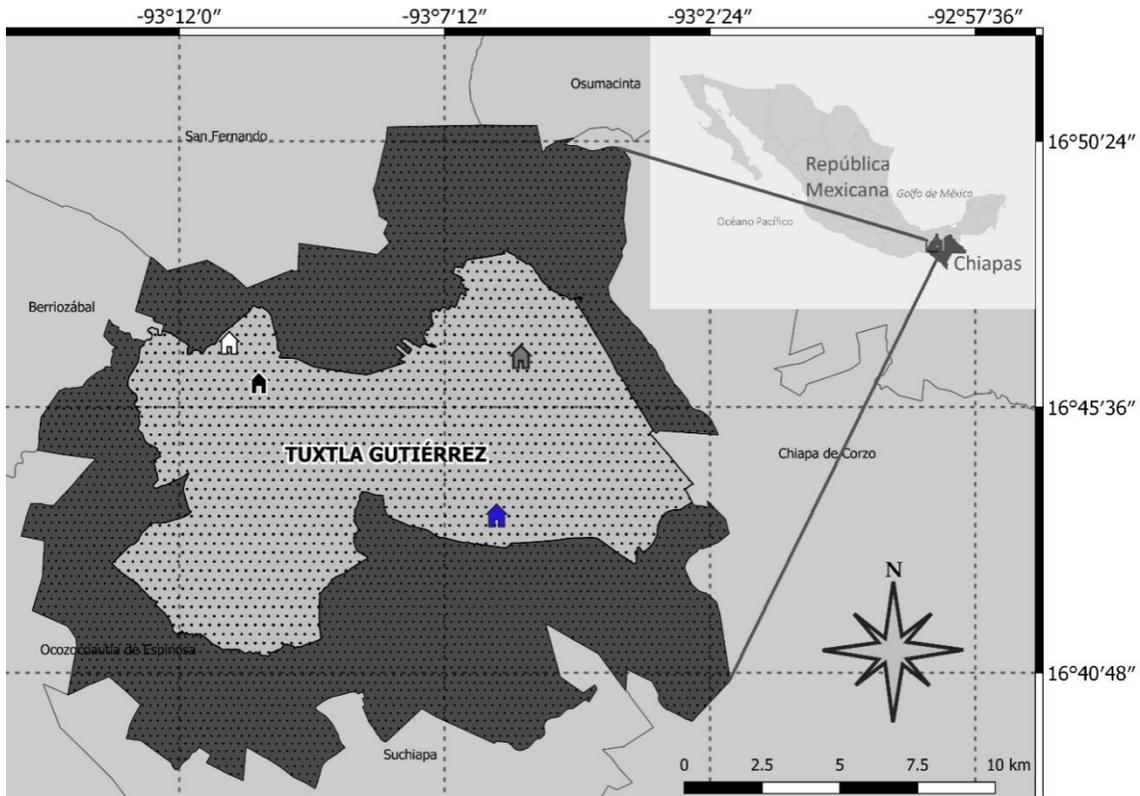


Figura 2. Localización del área de estudio y distribución de los sitios de muestreo en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez. ■, área correspondiente a municipio de Tuxtla Gutiérrez. ■, área correspondiente a la mancha urbana de Tuxtla Gutiérrez. 🏠 Punto Norte-Poniente. 🏠 Punto Centro-Poniente. 🏠 Punto Norte-Oriente. 🏠 Punto Sur-Oriente (elaboración propia).

El Punto Norte-Poniente corresponde a una casa con terreno de aproximadamente una hectárea con flores exóticas y nativas sembradas en el jardín, carece de árboles, salvo por un árbol de zapote (*Manilkara zapota*) sin floración ni fructificación; sin embargo, la casa colinda con una selva baja caducifolia, al ser esta casa la última de la colonia.

El Punto Centro-Poniente puede ser considerado un pulmón urbano, ya que, a pesar de ser un predio privado y adentrado un poco más en la ciudad; los propietarios tienen muchos árboles dentro de la propiedad de aproximadamente dos hectáreas, dándole la similitud de un parque al predio; además de tener una alberca pequeña que sirve de fuente de hidratación a aves y murciélagos. Los árboles dentro del predio son de zapote (*Manilkara zapota*), benjamina (*Ficus benjamina*) y bambú (*Guadua sp.*).

El Punto Sur-Oriente es un predio con alta cobertura arbórea en sus dos hectáreas, los dueños apenas han talado su superficie para despejar el camino y las casas están dentro del predio desde hace 50 años, por lo que, hay mucha vegetación original, y hay árboles que superan los 20 metros, además de que colinda con el Área Natural Protegida del “Zapotal”. Este predio también cuenta con una alberca. Los árboles con los que cuenta este predio son casi todos nativos; pochota (*Ceiba pentandra*), caulote (*Guauzuma ulmifolia*), amate (*Ficus insipida*), capulín (*Muntingia calabura*), Guarumbo (*Cecropia obtusifolia*), etc., cuenta también con algunas plantas introducidas, como el flamboyán (*Delonix regia*).

El Punto Norte-Oriente es un predio de aproximadamente una hectárea prácticamente llena de árboles exóticos, pero con áreas abiertas y una cobertura considerable, carece de albercas o fuentes de agua, pero está cerca del Área Natural Protegida “Cañón del Sumidero”. Los árboles del predio corresponden a flamboyán (*Delonix regia*), neem (*Azadirachta indica*), benjamia (*Ficus benjamina*) y pochota (*Ceiba pentandra*).

Todos los puntos de muestreo tienen la característica de ser ambientes antropomorfizados y con características variables en mayor o menor medida, pero tienen presencia de humanos viviendo en estas áreas; además de la cercanía a áreas verdes, y estar todas dentro del territorio urbano de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

VII. MÉTODO

Las capturas de los murciélagos fueron realizadas en cuatro puntos diferentes dentro de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas (Figura 2); cuatro días cada semana, durante tres semanas (12 noches) en el mes de abril del año 2021 (se limitó el tiempo de muestreo por cuestiones pandémicas). Se utilizaron dos redes de niebla de 3x2 m y una de 13x2 m, ubicadas en los sitios donde los habitantes de los predios indicaron que existía mayor tránsito de murciélagos. Se colocó la red de 13x2 m suspendida sobre las fuentes de agua o albercas (en caso de haberlas). Las redes fueron abiertas desde las 19:30 hasta las 24:00 horas y monitoreadas cada 30 minutos, dando un esfuerzo total de 85.5 horas-red por noche y un tiempo de muestreo total de 1 026 horas-red. Se utilizaron los protocolos de bioseguridad para el manejo de murciélagos en campo, adaptados a disponibilidad de material (OIE, 2020; RELCOM, 2020).

Los murciélagos capturados fueron caracterizados por características morfológicas (Figura 3), utilizando las clave de identificación “Identificación de los Murciélagos de México” (Medellín *et al.*, 2008), “Mammals of Central America & Southeast Mexico” (Reid, 2009) “El murciélago en mis manos” (Hernández-Mijangos, 2017) y “Bats: an illustrated guide to all species” (Taylor y Tuttle, 2018); tras ser capturado, identificado y registrado, cada murciélago fue marcado con tinta indeleble en la oreja izquierda para no ser tomado en cuenta en caso de ser recapturado (Department of Environment and Conservation, 2013); posterior al marcaje, se procedió a la liberación de cada individuo.

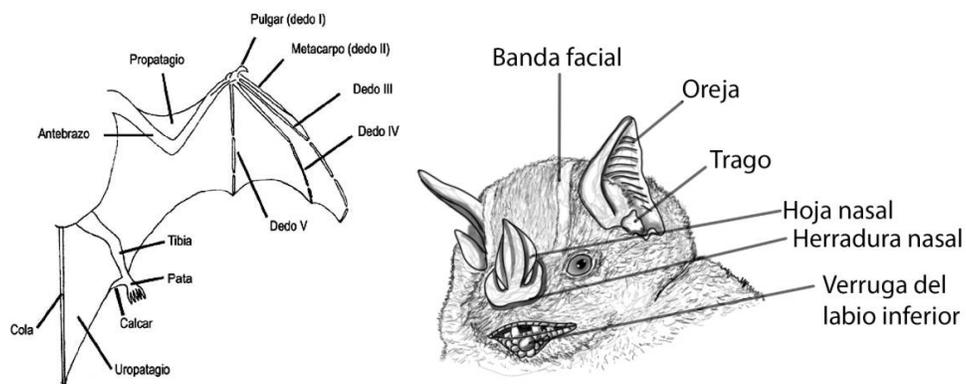


Figura 3 Características morfológicas básicas del cuerpo (obtenido de Quintana y Pacheco, 2007) y rostro de un murciélago.

Se clasificaron a los murciélagos capturados de acuerdo a los gremios tróficos de: insectívoros foliares, insectívoros aéreos, frugívoros nómadas, frugívoros sedentarios, nectarívoro-polinívoros, carnívoros, piscívoros y hematófago (Soriano, 2000), y se añadió su abundancia relativa (Cuadro 4). El Cuadro 3 representa las características para considerar a un murciélago frugívoro dentro de la división de nómada o sedentario.

Cuadro 3. Características representativas de las estrategias nómadas y sedentarias para murciélagos frugívoros (Soriano, 2000).

Principales características ecológicas para murciélagos frugívoros					
Estrategia de alimentación	Rango habitable	Refugio diurno	Características morfoecológicas	Estrato preferente	Taxa
Nómada	Ambulatorio (grande)	Ambulatorio (follaje)	Bandas faciales presentes	Alto (dosel)	Stenodermatinae excepto <i>Sturnira</i>
Sedentario	Permanente (pequeño)	Permanente (cuevas, troncos huecos)	Bandas faciales ausentes	Bajo (sotobosque)	<i>Carollinae</i> , <i>Phyllostominae</i> , <i>Sturnira</i>

Con el software de acceso libre QGIS, se realizó un mapa para representar gráficamente los gremios alimenticios ocupados en cada zona de la ciudad (Figura 2). Los datos de proporciones de individuos encontrados fueron graficados de forma porcentual en un gráfico circular (Figura 5). Utilizando los softwares Past 3.03 y Species Diversity and Richness 3.03, se obtuvo el índice de diversidad de

Simpson, así como la gráfica que le corresponde (Figura 6). Finalmente, se realizó la curva de acumulación de especies (Figura 7) con Excel 2019, y el Análisis de Varianza para comprobar la homogeneidad en los sitios de muestreo, utilizando el programa Past 3.03.

VIII. RESULTADOS

A lo largo del estudio se capturaron 104 murciélagos, con un éxito de captura de 1.21 individuo/horas-red, con un esfuerzo de muestreo de 85.5 horas-red por noche y un tiempo de muestreo de 1 026 horas-red. Se identificaron cinco especies de murciélagos pertenecientes a cuatro géneros, dos subfamilias y una familia (Cuadro 4).

Cuadro 4. Listado de especies de murciélagos, gremio trófico al que pertenecen y abundancia relativa en el área urbana de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

<i>Familia/Subfamilia</i>	<i>Especie</i>	<i>Gremio trófico</i>	<i>Abundancia relativa</i>
<i>Phyllostomidae</i>			
<i>Stenodermatinae</i>	<i>Artibeus jamaicensis</i>	FN	53
	<i>Artibeus lituratus</i>	FN	44
	<i>Chiroderma villosum</i>	FN	1
	<i>Sturnirahondurensis</i>	FS	1
<i>Glossophaginae</i>	<i>Glossophaga sp.</i>	N-P	5
	TOTAL		104

Abreviaturas: FN= Frugívoros nómadas. FS= Frugívoros sedentarios. N-P. Nectarívoros-Polinívoros.

Los mayores representantes de murciélagos capturados, fueron *Artibeus jamaicensis* y *Artibeus lituratus*, con 53 y 44 representantes, respectivamente; estos conformaron el 93.27% de los murciélagos capturados; fueron encontrados en todos los puntos de muestro y en todas las noches de captura. Sin excepción alguna, murciélagos capturados pertenecieron a la familia Phyllostomidae. En la zona Poniente únicamente se encontraron las especies *Artibeus jamaicensis* y *Artibeus lituratus*. *Glossophaga sp.* fue capturada en los dos puntos de la zona Oriente; y tanto *Chiroderma villosum* como *Sturnira hondurensis* únicamente fueron capturadas en la zona Sur-Oriente (Cuadro 5).

Cuadro 5. Lista de especies encontradas, con frecuencia de captura en cada punto de muestro en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

Especies	NP	CP	NO	SO	Total
<i>Artibeus jamaicensis</i>	2	14	25	12	53
<i>Artibeus lituratus</i>	6	18	9	11	44
<i>Chiroderma villosum</i>	0	0	0	1	1
<i>Sturnira hondurensis</i>	0	0	0	1	1
<i>Glossophaga sp.</i>	0	0	4	1	5
$\Sigma=$	8	32	38	26	104

Abreviaturas: NP= Punto Norte-Poniente. CP= Punto Centro-Poniente. NO= Punto Norte-Oriente. SO= Punto Sur-Oriente.

Los gremios alimenticios correspondientes a cada punto de muestreo son representados en la Figura 4, donde el punto Norte-Poniente (NP) y Centro-Poniente (CP) sólo contienen al gremio alimenticio de Frugívoros Nómadas; el punto Norte-Oriente (NO) contiene a los gremios Frugívoros Nómadas y Nectarívoros-Polinívoros; mientras que el punto Sur-Oriente (SO) contiene a los tres gremios alimenticios encontrados en el muestreo: Frugívoro Nómada, Frugívoro Sedentario y Nectarívoro-Polinívoro; con buffers de 3.11 kilómetros, correspondientes al promedio de rango de habitabilidad del murciélago frugívoro sedentario *Sturnira hondurensis* (Cortés-Delgado y Sosa, 2014).

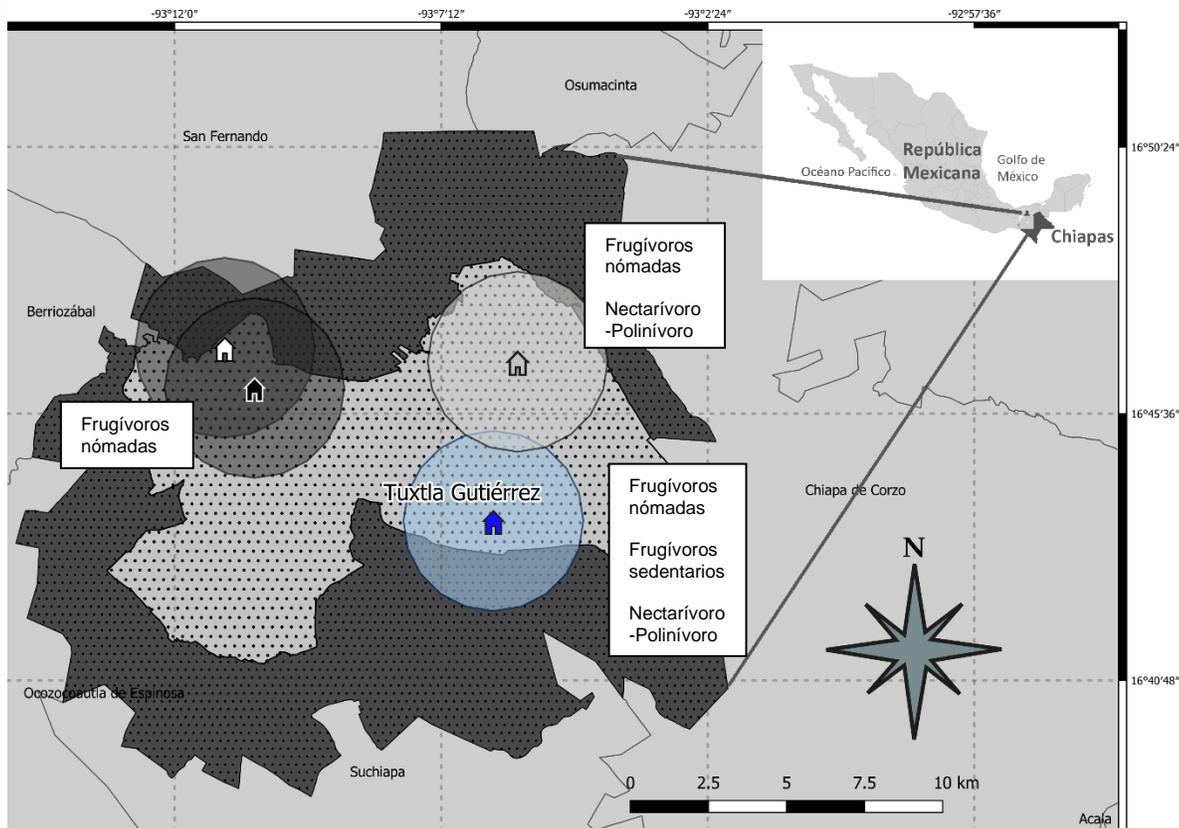


Figura 4. Localización del área de estudio, sitios de muestreo y gremios ocupados en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez; donde ■, área correspondiente a municipio de Tuxtla Gutiérrez. ■ área correspondiente a la mancha urbana de Tuxtla Gutiérrez. 🏠 y 🏠 corresponden al gremio Frugívoro Nómada; 🏠 y 🏠 Frugívoros Nómadas y Nectarívoro-Polinívoro; 🏠 Frugívoro Nómada, Frugívoro Sedentario y Nectarívoro-Polinívoro. Con buffers de 3.11 kilómetros (elaboración propia).

Los gremios alimenticios de los murciélagos colectados están conformados por únicamente tres categorías; frugívoros nómadas, quienes conformaron un 94.23%, nectarívoros-polinívoros, con un 4.81% y frugívoros sedentarios, los cuales correspondieron a un 0.96% (Figura 5).

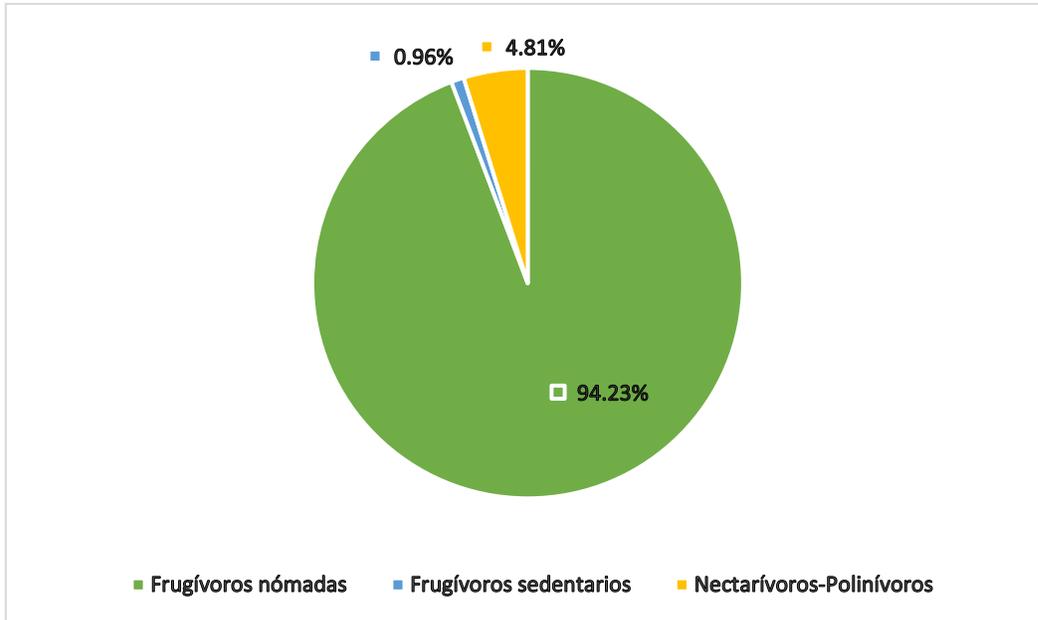


Figura 5. Composición porcentual de los murciélagos capturados, de acuerdo al gremio trófico al que pertenecen en área urbana de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas - México.

El índice de Simpson demuestra que el punto Norte-Poniente corresponde a la zona con menos diversidad de murciélagos con un índice de 0.375, mientras que el punto Sur-Oriente corresponde al área más diversa con 0.603. Para la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, la diversidad de murciélagos urbanos según el índice de Simpson es de 0.558 (Figura 6).

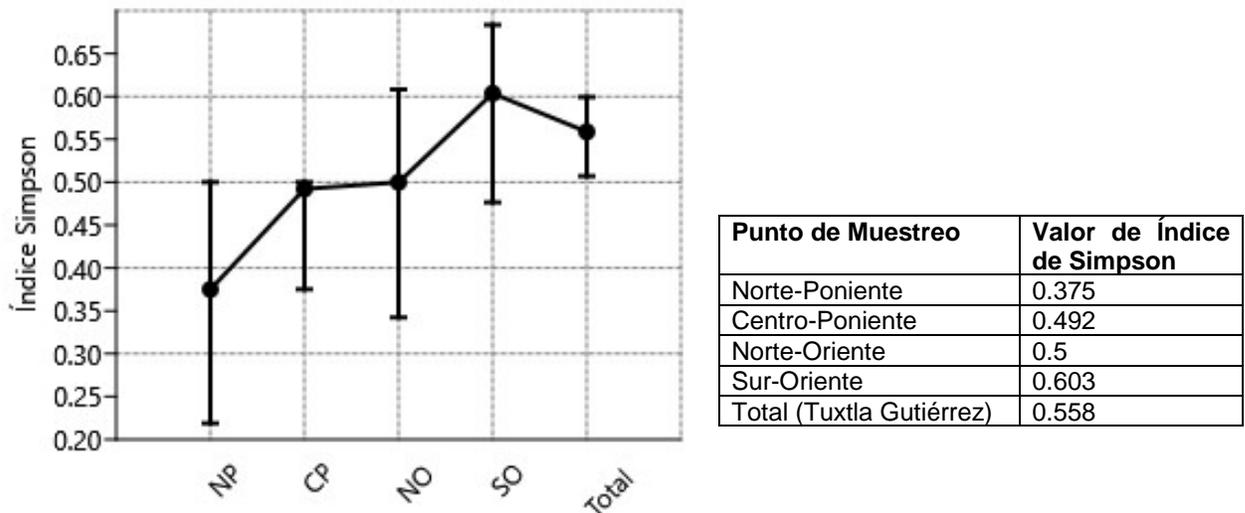


Figura 6 Índice de Simpson, indicando cada sitio de muestreo donde NP= Punto Norte-Poniente. CP= Punto Centro-Poniente. NO= Punto Norte-Oriente. SO= Punto Sur-Oriente. Total= Tuxtla Gutiérrez.

La curva de acumulación de especies (Figura 7) tiene su asíntota en la quinta especie, la cual fue encontrada en el doceavo muestreo.

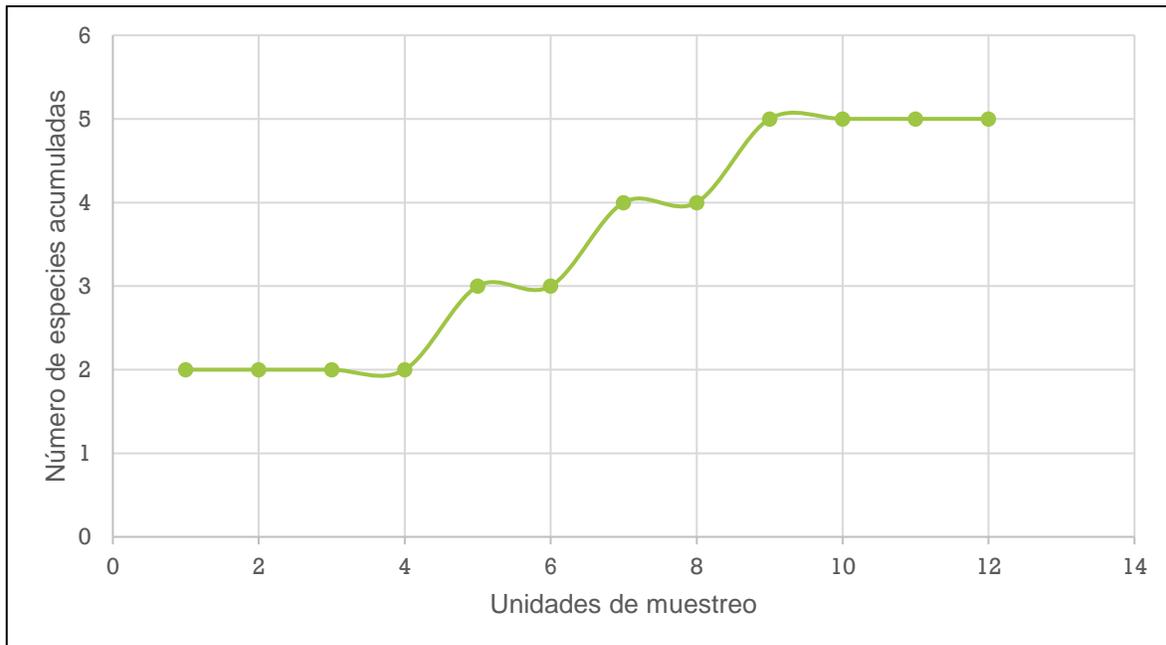


Figura 7. Curva de acumulación de especies de murciélagos de los muestreos realizados en abril del 2021, en el área urbana de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Pese a que algunos sitios de muestreo tengan mayor diversidad que otros, la prueba de Análisis de Varianza (ANOVA), arroja como resultado un “valor p” de 0.629, indicando que se acepta la hipótesis nula, donde las comunidades de murciélagos en distintas zonas geográficas de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, sí son homogéneas.

IX. DISCUSIÓN

Es muy marcado el tipo de murciélagos que incidieron en el presente muestreo; siendo en su mayoría del género *Artibeus*; esto se puede explicar por el fenómeno de sinurbanización, permitiendo que las especies más adaptables a dietas generalistas tengan requerimientos menos específicos del hábitat y plasticidad de comportamiento, siendo éstas las que predominen el ambiente urbano (Jerzak, 2001). Se sabe que, en San Cristóbal de las Casas, Chiapas; una de las especies dominantes, igual que en Tuxtla Gutiérrez, es el *Artibeus lituratus*, dato sorprendente por decir menos, ya que hay una diferencia altitudinal de al menos 1 545 metros sobre el nivel del mar, mientras que Tuxtla Gutiérrez está a 570 msnm, y San Cristóbal de las Casas a 2115 msnm, con una diferencia de temperatura anual de 9.9 grados, con Tuxtla Gutiérrez con 25.8°C y San Cristóbal de las Casas con 15.9°C (temperatura media normal) (SMN, 2010); y también diferencia de hábitats y tipo de vegetación, donde Tuxtla Gutiérrez presenta principalmente selva baja decidua y San Cristóbal bosque de hojas aciculares y escamosas (Miranda, 2015).

Es bien sabido que los murciélagos que habitan áreas urbanas a menudo presentan mayor habilidad en la búsqueda y en el uso del alimento, agua y de refugios disponibles que les permite mantenerse en un ambiente antropizado y teóricamente más hostil (Pacheco *et al.*, 2008). Este fenómeno pone a *Artibeus lituratus* como una especie altamente adaptable a condiciones ambientales, lo que le permite ser una de las especies con mayor distribución en América (Galindo, 2004).

Artibeus jamaicensis es considerado como una de la especie con más incidencias a lo largo del presente trabajo, se le reconoce con un mérito adaptativo, y su gran abundancia mundial lo hace perfecto para modelos biológicos predictivos y transferibles a otros espacios (*p. ej.* Morrison, 1978; August, 1981; Flores-Martínez *et al.*, 2000), donde las bases de datos nacionales (Naturalista) e internacionales (GBIF), nos dan indicio de lo importantes que pueden ser como modelos biológicos, registros sorprendente que llegan a la

cantidad de 36 028 registros de *Artibeus jamaicensis* (GBIF², 2021) y los 27 307 registros de *Artibeus lituratus* en el Global Biodiversity Information Facility (GBIF³, 2021).

La mayor incidencia de *Artibeus jamaicensis* se podría explicar porque las especies animales pequeñas, que explotan nichos variados, tienden a tener mayores números poblacionales que las especies grandes, a pesar de que las dietas sean similares, ya que el fitness de la especie tiene menores requerimientos para cumplir las mismas funciones (Kleiber, 1972; McNab, 1971, 1982, 1983, 1984; Cooke *et al.*, 2019). En Tuxtla Gutiérrez, áreas verdes como parques, terrenos baldíos y jardines son aún reservorios de árboles para la alimentación de los murciélagos, por lo que espacios pequeños, aún pueden suplir los requerimientos alimenticios de los murciélagos del gremio de los frugívoros nómadas.

Un factor a tomar en consideración de la presencia total de murciélagos frugívoros en estos espacios (el 80% de las especies), fue obviamente la disposición de alimento. Todos los puntos de muestreo tuvieron la característica de ser ambientes relativamente grandes dentro de la urbe, con cobertura vegetal y algunas especies introducidas; un árbol que fue constante en todos los puntos, es la benjamina (*Ficus benjamina*), planta introducida cuyos frutos forman parte de la dieta de los murciélagos frugívoros (Ortega y Castro-Arellano, 2001; Turcios-Casco *et al.*, 2019; Villareal *et al.*, 2021). Cabe destacar que el punto Sur-Oriente, fue el punto con mayor estado de conservación de murciélagos ($\lambda=0.603$) y vegetación, los dueños de este predio optan por tener el espacio sin la mayor alteración ambiental posible; mismo efecto que permite que haya más diversidad botánica aparente, y por lo mismo; mayores recursos que explotar para la fauna silvestre. Es por esto que se encontró especies frugívoras sedentarias (*Sturnira hondurensis*) allí mismo; porque no se tienen que mover lejos de los sitios de reposo diurnos para obtener alimento, sino que utilizan el mismo espacio, en mejor estado de conservación, para cubrir sus necesidades alimenticias.

En el caso de *Glossophaga sp.*, la zona Norte-Oriente fue la que tuvo la mayor presencia de esta especie. Donde las capturas de estos murciélagos se dieron en redes colocadas cerca de árboles de pochota (*Ceiba pentandra*), que si bien, no presentaban floración, todos los *Glossophaga sp.* encontrados, estuvieron en las inmediaciones del área donde había árboles de pochota. Esto se debe a que algunas especies de murciélagos salen de sus refugios diurnos para hacer vuelos de inspección en posibles zonas de forrajeo en espera de la floración de las plantas de las que se alimentan (Denzinger y Schnitzler, 2013; Ares, 2019). *Glossophaga sp.* poliniza a *Ceiba pentandra* (Sánchez-Casas y Álvarez, 2000), lo que indica que los individuos capturados, presuntamente estaban haciendo recorridos de inspección.

Se consideró como *Glossophaga sp.* y no hasta nivel de especie porque el gremio alimenticio del género *Glossophaga* siempre coincide con nectarívoros-polinívoros; además, la caracterización en campo del género *Glossophaga* es difícil, debido a que la identificación se da por anatomía dental de este diminuto murciélago (Webster y Jones, 1984; Medellín *et al.*, 2008; Reid, 2009), y que esta caracterización suele ser estresante para el murciélago.

Hablando de los gremios alimenticios, se notó una marcada diferencia, destacando por sobre todos, a los frugívoros nómadas donde 94.23% de los murciélagos capturados pertenecieron a este gremio; significando que este modo de alimentación puede ser ventajoso para los murciélagos sinurbanizados en el neotrópico. Cabe mencionar que dentro del territorio de Tuxtla Gutiérrez hay entornos cársticos cercanos a la ciudad, con intrincadas cuevas que sirven como refugio para murciélagos. Otro factor a tomar en cuenta, es la disposición de alimento. En la zona Centro-Poniente, el predio donde fueron colocadas las redes, tuvo, coincidentemente al momento del muestreo, fructificación el árbol de chicozapote (*Manilkara zapota*), otra de las plantas que los *Artibeus* consumen (Flores-Martínez *et al.*, 2000); esto puede ser una de las claves para la predominancia de este género en la zona. La zona Norte-Poniente tuvo niveles inferiores en cuanto al número de individuos capturados; esto podría ser por la

cantidad de depredadores que tiene el predio. Esto porque la familia que lo habita tiene varios gatos domésticos de mascota, y estos al ser cazadores de murciélagos (Martínez-Coronel *et al.*, 2009), pueden ser quienes ahuyentan con su presencia a los murciélagos que los detecten. Las noches donde todos los animales domésticos fueron resguardados, fueron donde hubo capturas de murciélagos, en esta zona.

La ausencia de otros gremios alimenticios recae en la carencia de alimento disponible para sustentar colonias de animales que aprovechen este nicho; no se encontraron especies hematófagas (por ejemplo) por la prohibición para el área urbana de producción porcina o bobina, sin embargo, en las periferias de Tuxtla Gutiérrez, sí se ha reportado murciélagos vampiros en los recientes años (Gómez-Sánchez, 2021).

La falta de abundancia de vertebrados menores imposibilita la presencia de murciélagos carnívoros en el área urbana. Y pese a que sí se han reportado murciélagos insectívoros en Tuxtla Gutiérrez (Martínez-Coronel *et al.*, 1996; Vázquez-Pérez *et al.*, 2010; Arrollo-Chacón *et al.*, 2013), éstos se limitan más a áreas verdes o periferias (Jung y Kalko, 2011).

Lo encontrado en el presente estudio, contradice directamente lo que proponen Pacheco *et al.* (2008): que la mayoría de los murciélagos presentes en ambientes urbanos son insectívoros, porque en ambientes urbanos la iluminación pública y de las casas suele atraer insectos. Y que las especies nectarívoras y frugívoras, usualmente detectadas en este ambiente, buscan abrigo y alimentos junto a zonas verdes, en vías públicas, plazas, parques y áreas particulares (Uieda *et al.*, 2008); ya que el fenómeno fue opuesto, con el 95.19% de murciélagos capturados, siendo frugívoros, aún con la luminosidad del ambiente habitado por humanos; y ningún murciélago insectívoro.

Este se puede atribuir al método de muestreo, puesto que las redes de niebla suelen ser más útiles para murciélagos de la Familia Phyllostomidae insectívoros que vuelan en estratos bajos (Rizo-Aguilar *et al.*, 2015), mientras que

otros métodos son más efectivos para otros murciélagos (e.g. detectores auditivos).

El índice de diversidad de Simpson indica que hay mayor diversidad de murciélagos en la zona Sur-Oriente, seguida de la Norte-Oriente (resultando en el lado oriente como más diverso), Centro Poniente y finalizando con la zona Norte-Poniente (con menos diversidad).

Geográficamente se puede mencionar que Tuxtla Gutiérrez tiene mayor cantidad de refugios que posibilita la presencia de murciélagos en la zona Oriente; cabe mencionar que las Áreas Naturales Protegidas de la ciudad, también están inclinadas a la zona oriente, el Zapotal colindaba directamente con el punto Sur-Oriente, mientras la zona Norte-Oriente, está cercana a la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Cañón del Sumidero.

Se sabe que, en ambientes urbanos, la diversidad es menor, comparado con un ambiente natural (Knapp *et al.*, 2008); esto se ve reflejado en este trabajo de forma indirecta. La prueba de análisis de varianza para calcular la homogeneidad en diferentes zonas, indica que las poblaciones son homogéneas; aspecto preocupante, ya que la diversidad es un parámetro que indica la estabilidad de un ambiente ante alguna perturbación (Samo-Lumbreras *et al.*, 2008), y en el caso de la ciudad, algún fenómeno que dañe a los murciélagos frugívoros (enfermedad, por ejemplo), podría desencadenar una carencia en dispersión de semillas en este ambiente antropizado.

X. CONCLUSIONES

- ✦ Únicamente la familia Phyllostomidae tuvo incidencia en las capturas y se encontraron los gremios alimenticios de Frugívoros Nómadas, Frugívoros Sedentarios y Nectarívoros-Polinívoros; donde el 80% de las especies capturadas, fueron frugívoras. No hubo presencia de especies, piscívoras, carnívoras, hematófagas ni insectívoras.
- ✦ La ausencia de murciélagos insectívoros en esta área urbana, rechaza lo propuesto por Pacheco *et al.* (2008), quien indica que, en las ciudades la mayoría de murciélagos son insectívoros.
- ✦ *Artibeus jamaicensis* y *Artibeus lituratus* fueron las especies que más incidieron, con un porcentaje de incidencia acumulada de 93.27%.
- ✦ La zona Sur-Oriente de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez es la que presenta mayor diversidad de murciélagos, mientras la zona Norte-Poniente tiene la menor diversidad.
- ✦ El análisis de varianza indica que las comunidades de murciélagos urbanos en los distintos puntos de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez es homogénea, rechazando así la hipótesis nula.

XI. PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES

Se propone la replicación del presente proyecto, en áreas verdes como parques y periferias de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez; esto permitiría contrastar la diversidad de murciélagos en distintos escenarios, aumentar el conocimiento de la quiropteroфаuna del municipio, y comparar los efectos de la ciudad con respecto a la diversidad a futuro.

Una propuesta adicional es la replicación del proyecto en la temporada de lluvias y con más tiempo de muestreo, para contrastar a las especies urbanas en ambas estaciones, tanto seca, como húmeda; además de utilizar otros métodos de muestreo que consideren diferentes modos de vida de los murciélagos para obtener información de otros gremios alimenticios.

Se recomienda, en caso de replicar un trabajo de esta índole, donde se trabaja en predios habitados, que, antes de instalar las redes de niebla, primero se cerciore que los animales domésticos estén dentro de las residencias humanas, para que no interfieran con la incidencia de los murciélagos en las redes.

XII. REFERENCIAS DOCUMENTALES

- American Society of Mammalogist. 2020. ASM Mammal Diversity Database. <https://www.mammaldiversity.org/>. Consultado el 14 de marzo de 2021.
- Álvarez-Castañeda, S. T. y Álvarez, T. 1991. Los murciélagos de Chiapas. Instituto Politécnico Nacional. México, D.F.
- Ares, R. 2019. La conducta de las plantas: etología botánica. Fundación de Historia Natural Félix de Azara. Buenos Aires, Argentina. P. 255.
- Arroyo-Chacón, E., Riechers-Pérez, A., Naranjo, E. J. y Rivera-Velázquez, G. 2013. Riqueza, abundancia y diversidad de mamíferos silvestres entre hábitats en el Parque Nacional Cañón del Sumidero, Chiapas, México. *Therya*. 4(3):647-676.
- Asner, G. P., Rudel, T. K., Aide, T. M., Defries, R. y Emerson, R. 2009. A contemporary assessment of change in humid tropical forests. *Conservation Biology*. 23:1386-1395.
- August, P. V. 1981. Fig Fruit Consumption and Seed Dispersal by *Artibeus jamaicensis* in the Llanos of Venezuela. *Biotropica*. 13(2): 70-76.
- Ayllón, T. 2009. Elementos de Meteorología y Climatología. Trillas. México. Pp:181-193.
- Baker, P. J. y Harris, S. 2007. Urban mammals: what does the future hold? An analysis of the factors affecting patterns of use of residential gardens in Great Britain. *Mammal Rev*. 37: 297-315.
- Ballesteros, J., Racero-Casarrubia, J. y Núñez, M. 2007. Diversidad de murciélagos en cuatro localidades de la zona costanera del departamento de Córdoba-Colombia. *Rev. MVZ Córdoba*. 12(2): 1013-1019.
- Ballesteros, J. y Racero-Casarrubia, J. 2012. Murciélagos del área urbana en la ciudad de Montería, Córdoba – Colombia. *Rev. MVZ. Córdoba*. 17(3): 3193-3199.
- Barrios-Gómez, K. M., López-Wilchis, R., Díaz-Larrea, J. y Guevara-Chumacero, L. M. 2019. Spatial distribution of bat richness in Mexico at different

- taxonomic levels: biogeographical and conservation implications. *Therya*, 2019. 10(1):11-23.
- Bat Conservation Trust. 2021. Why bats matter. Bat Conservation Trust. Inglaterra. <https://www.bats.org.uk/about-bats/why-bats-matter>. Consultado el 14 de marzo de 2021.
- Bear, R. y Rintoul, D. 2014. Communityecology. OpenStaxCollege. Estados Unidos de América.
- Bolaños-Arrieta, N. 2013. Diversidad, riqueza y abundancia de especies de murciélagos en el Corredor Biológico Regional Nogal - La Selva. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Capaverde-Junior, U. D. Pacheco, S. M. y Duarte, M. E. 2014. Murciélagos (Mammalia: Chiroptera) del área urbana del municipio de Boa Vista, Roraima, Brasil. *Barbastella*. 7(1):1-5.
- Catalogue of Life. 2021. Chiroptera Blumenbach, 1779. <https://www.catalogueoflife.org/data/taxon/XC>. Consultado el 14 de marzo de 2021.
- Cleveland, C. J., Betke, M., Federico, P., Frank, J. D., Hallam, T. G., Horn, J., López, J. D., McCracken, G. F., Medellín, R. A., Moreno-Valdez, A., Sansone, C. G., Westbrook, J. K. y Kunz, T. H. 2006. Economic value of the pest control service provided by Brazilian free-tailed bats in south-central Texas. *Front. Ecol. Environ.* 4, 238–243.
- Cicourel-Solano, V. A. 2003. Diversidad de murciélagos cavernícolas de la depresión cenral del estado de Chiapas. Universidad Autónoma Metropolitana. México.
- Cooke, R. S. C., Eigenbrod, F. y Bates, A. E. 2019. Projected losses of global mammal and bird ecological strategies. *Nature Communications*, 10(1):1-8.
- Cortés-Delgado, N. y Sosa, V. J. 2014. Do bats roost and forage in shade coffe plantations? A perspective from the frugivorous bat *Sturnira hondurensis*. *Biotropica*. 46(5):624-632.

- Costanza, R., Pickett, S. T. A., Cadenasso, M. L., Grove, M., Nilon, C., Pouyat, R. y Zipperer, W. C. 2001. Urban ecological systems: linking terrestrial ecological, physical, and socioeconomic of metropolitan areas. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 32: 127-157.
- Coutinho-Cunto, G. y Bernard, E. 2012. Neotropical bats as indicators of environmental disturbance: what is the emerging message? *Acta Chiropterologica.* 14(1): 143-151.
- Denzinger, A. y Schnitzler, H. U. 2013. Bat guilds, a concept to classify the highly diverse foraging and echolocation behaviors of microchiropteran bats. *Front. Physiol.* 164(4):1-15.
- Department of Environment and Conservation. 2013. Temporary marking of mammals, reptiles and birds. Environmental Protection Authority. Government of Western Australia. Australia. Pp.2-3.
- Dittmar, K., Morse, S. F., Dick, C. W. y Patterson, B. 2016. Bat fly evolution from Eocene to the present (Hippoboscidea, Streblidae and Nycteribiidae). In S. Morand, B. Krasnov, & D. Littlewood (Eds.), *Parasite Diversity and Diversification: Evolutionary Ecology Meets Phylogenetics.* Cambridge: Cambridge University Press. Pp. 246-264.
- Emmons, L. H. y Feer, F. 1997. Neotropical rainforest mammals: a field guide. University of Chicago Press. Chicago, Estados Unidos de América.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2011. The state of the tropical rainforest in the Amazon Basin, Congo Basin and Southeast Asia- a report prepared for the Summit of the Three Rainforest Basins, Brazzaville, Republic of Congo, 31 May-3 June, 2011. FAO, Rome. Pp. 81.
- Fleming, T. H., Geiselman, G. y Kress, W. J. 2009. The evolution of bat pollination: a phylogenetic perspective. *Annals of Botany.* 104: 1017-1043.
- Flores-Martínez, J. J., Ortega, J. e Ibarra-Manríquez, G. 2000. El hábito alimentario del murciélago zapotero (*Artibeus jamaicensis*) en Yucatán. *Revista Mexicana de Mastozoología (Nueva Época).* 4(1):22-39.

- Francis, C. D. y Barber, J. R. 2013. A framework for understanding noise impacts on wildlife: an urgent conservation priority. *Front. Ecol. Environ.* 11:305-313.
- Francis, R. y Chadwick, A. M. A. 2012. What makes a species synurbic? *Appl. Geogr.* 32: 514-521.
- Fujita, M. S. y Tuttle, M. D. 1991. Flying foxes (Chiroptera: Pteropodidae): threatened animals of key ecological and economic importance. *Conserv. Biol.* 5: 455-463.
- Galindo, J. G. 2004. Clasificación de los murciélagos de la región de Los Tuxtlas, Veracruz, respecto a su respuesta a la fragmentación del hábitat. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)*: 239-243.
- García-Méndez, A., Lorenzo, C., Vázquez, L. y Reyna-Hurtado, R. 2014. Roedores y murciélagos en espacios verdes en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. *Therya, La Paz.* 5(2):615-632.
- Gardner, A. L. 1977. Feeding habits. In *Biology of bats of the New World family Phyllostomidae Part II.* (R.J. Baker, J.K. Jones & D.C. Carter, eds.). Texas TechPress. Lubbock, Estados Unidos de América. P. 293-350.
- Gaston, K. J. 1996. Species richness: measure and measurement. *In Biodiversity: a biology by numbers and difference*, K. J. Gaston (ed.). Blackwell Science, Oxford. P.p. 77–113.
- García-Méndez, A., Lorenzo, C., Vázquez, L. B. y Reyna-Hurtado, R. 2014. Roedores y murciélagos en espacios verdes en San Cristobal de las Casas, Chiapas, México. *Therya.* 5(2): 615-632.
- GBIF (Global Biology Information Facility)¹. 2021. Chiroptera. GBIF Backbone Taxonomy. <https://www.gbif.org/species/734>. Consultado el 14 de marzo de 2021.
- GBIF (Global Biology Information Facility)². 2021. *Artibeus jamaicensis*(Leach, 1821). GBIF Backbone Taxonomy. <https://www.gbif.org/species/2433272> Consultado el 31 de agosto de 2021.
- GBIF (Global Biology Information Facility)³. 2021. *Artibeus lituratus*(Olfers, 1818). GBIF Backbone Taxonomy. <https://www.gbif.org/species/2433270> Consultado el 31 de agosto de 2021.

- Geography Fieldwork. 2021. Simpson's diversity index. Barcelona Field Studies Center. <https://geographyfieldwork.com/Simpson%27sDiversityIndex.htm>. Consultado el 18 de agosto de 2021.
- Glaeser, E. 2011. Cities, productivity, and quality of life. *Science*. 333, 592–594.
- Gómez-Sánchez, E. 2021. Estandarización y detección de Trypanosomacruzi en mamíferos de la Reserva Ecológica "El Zapotal", Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. México
- Guerra-Arrévalo, N. E. 2014. Evaluación de la Comunidad de Murciélagos (Orden: Chiroptera) en función de sus gremios alimenticios y edades reproductivas en distintos hábitats de la Estación de Biodiversidad Tiputini. Universidad de San Francisco de Quito. Perú.
- Gunnell, G. F. y Simmons, N. B. 2005. Fossil Evidence and the Origin of Bats. *Journal of Mammalian Evolution*. 12(1-2): 209–246.
- Grimm, N. B., Faeth S. H., Golubiewski N. E., Redman C. L., Wu, J., Bai, X. y Briggs, J. M. 2008. Global change and the ecology of cities. *Science*. 319: 756–760.
- Habersetzer J., Richter G. & Storch G. 1992. Bats: already highly specialized insect predators. Pp.: 179–191. In: Schaal S. & Ziegler W. (eds.), 1992: Messel. An Insight into the History of Life and of the Earth. Clarendon Press, Oxford. Pp. 340.
- Hale, J. D., Fairbrass, A. J., Matthews, T. J., Davies, G. y Sadler, J. P. 2015. The ecological impact of city lighting scenarios: exploring gap crossing thresholds for urban bats. *Global Change Biology*. 21: 2467-2478.
- Hassan, M.M., Kalam, M. A., Alam, M., Shano, S., Faruq, A. A., Hossain, M. S., Islam, M. N., Khan, S. A. e Islam, A. 2020. Understanding the Community Perceptions and Knowledge of Bats and Transmission of Nipah Virus in Bangladesh. *Animals*. 10(1814): 1-17.
- Hernández-Mijangos, L. A. 2017. El murciélago en mis manos. Editorial Académica Española. Balti, República de Moldova.
- Hernández-Huerta, A. 2015. Murciélagos: Sombras voladoras. Secretaría de Educación de Veracruz. Xalapa, Veracruz, México. Pp. 11-12.

- Hill, J. E. y Smith, J. D. 1992. *Bats: A Natural History*. University of Texas Press. Austin, Texa, Estados de América.
- Hodson, M. y Marvin, S. 2009. Urban ecological security: a new urban paradigm? *International Journal of Urban and Regional Research*. 33: 193-215.
- Hoorweg, D., Sugar, L. y Gómez, C. L. T. 2011. Cities and greenhouse gas emissions: moving forward. *Environment and Urbanization*. 23: 207-227
- Horváth, A., Preciado-Benitez, O. y López-Argoytia, L. 2012. Murciélagos: Los aliados de la noche. El Colegio de la Frontera Sur. San Cristobal de las Casas, Chiapas. Pp.14-15.
- Hutson, A. M., Mickleburgh, S. P. y Racey, P. A. 2001. Microchiropteran Bats: Global Status Survey and Conservation Action Plan, IUCN/SSC chiroptera specialist group. *IUCN*. Gland, Switzerland.
- INAFED (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal). Tuxtla Gutiérrez. Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM07chiapas/municipios/07101a.html>. Consultado el 27 de julio de 2021.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2014. Conjunto de Datos de Erosión del Suelo, Escala 1: 250 000 Serie I Continuo Nacional. Edafología. INEGI. México.
- INEGI. 2020. Tuxtla Gutiérrez. Censo y Conteos de Población y Vivienda. INEGI. México.
- Jara, A., Saldaña-Vázquez, R. y Schondube, J. 2017. Nutrient availability predicts frugivorous bat abundance in an urban environment. *Mammalia*. 81. 367-374.
- Jerzak, L. 2001. Synurbanization of the magpie in the Palearctic. *Avian Ecology and Conservation in an Urbanizing World*. Pp. 403-425.
- Jones, G., Jacobs, D. S., Kunz, T. H., Willing, M. R. y Racey, P. A. 2009. Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators. *Endang Species Rese.* 8:93-115.

- Jung, K. y Kalko, E. 2011. Adaptability and vulnerability of high flying Neotropical aerial insectivorous bats to urbanization. *Diversity and Distributions*. 17:262-274.
- Kapp, J., Kühn, I., Mosbrugger, V. y Klotz, S. 2008. Do protected areas in urban and rural landscapes differ in species diversity? *Springer Science + Business Media*. 17(7): 1595-1612.
- Kleiber, M. 1931. Body size and metabolism. *Hilgardia*. 6:315-353.
- Korine, C., Adams, A., Shamir, U. y Gross, A. 2015. Effect of water quality on species richness and activity of desert-dwelling bats. *Mammalian Biology*. 80(3): 185-190.
- Kraker, C., Lorenzo, C., Bolaños, J., Ortiz, D. y Leiva, E. Los murciélagos filostómidos de Chiapas, México y Guatemala. El Colegio de la Frontera Sur. México.
- Kurta, A., Hubbard, T. y Stewart, M. 1989. BAT SPECIES DIVERSITY IN CENTRAL MICHIGAN. The Jack-Pine Warbler. 67 (3): 80-87.
- Kurta, A. y Teramino, J. A. 1992. Bat community structure in an urban park. *Ecography* 15:257-261.
- Kunz, T. H. y Ingalls, K. A. 1994. Folivory in bats: an adaptation derived from frugivory. *Functional Ecology*. 8: 665-668.
- Kunz, T. H. 1974. Feeding Ecology of a Temperate Insectivorous Bat (*Myotis velifer*). *Ecology*. 55(4):693-711.
- Landres, P. B., Verner, J. y Thomas, J. W. 1988. Ecological uses of vertebrate indicator species: a critique. *Conservation Biology*, 2: 316-328.
- Legakis, A. Papadimitriou, C. Gaethlich, M. y Lazaris, D. 2000. Survey of the bats of the Athens metropolitan area. *Myotis*. 38. 41-46.
- Lewis, S. L., Lloyd, J., Stich, S., Mitchard, E. T. A. y Laurance W. F. 2009. Changing ecology of tropical forests: evidence and drivers. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 40: 529-549.

- López-Berrizbeitia, M. F. y Díaz, Mónica. 2013. Diversidad de murciélagos (Mammalia, Chiroptera) en la ciudad de Lules, Tucumán. *Acta zoológica Mexicana*. 29(1), 234-239.
- Lorenzo-Monterrubio, C., Kraker-Castañeda, C. y Bolaños-Citalán, J. 2015. Los murciélagos filostómidos de Chiapas, México y Guatemala. El Colegio de la Frontera Sur. México.
- Magle, S. B., Hunt, V. M., Vernon, M. y Crooks, K. R., 2012. Urban wildlife research: past, present, and future. *Biol. Conserv.* 155: 23-32.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey. P.179.
- Markovchick-Nicholls, L., Regan, H. M., Deutschman, D. H., Widyanata, A., Martin, B., Noreke, L. y Hunt, T. A. 2008. Relationships between human disturbance and wildlife land use in urban habitat fragments. *Conserv. Biol.* 22: 99-109.
- Martínez-Coronel, M., Pérez-Gutiérrez, M. y Albores-Pérez, J. 1996. Los murciélagos de la cueva "Los Laguitos" su importancia biológica y social. *Revista ICACH nueva época*. 1(2):10-18.
- Martínez-Coronel, M., Morales-Medina, X. y Müdespacher-Ziehl, C. 2009. Depredadores de murciélagos en la cueva de "Los Laguitos", Chiapas, México. *Revista Mexicana de Mastozoología*. 13:82-91.
- McNab, B.K. 1971. The structure of tropical bat faunas. *Ecology*. 52:352-358.
- McNab, B.K. 1982. The physiological ecology of South American mammals. Pp. 187-207, in: M.A. Mares y H.H. Genoways (eds.): Mammalian biology in South America. Pymatuning Laboratory of Ecology. University of Pittsburgh, Pittsburgh.
- McNab, B.K. 1983. Energetics, body size, and the limits to endothermy. *Journal of Zoology*. 199:1-29.
- McNab, B.K. 1984. Energetics: the behavioral and ecological consequences of body size. *Florida Entomologist*. 67:68-73.
- Medellín, R. A., Arita, H. T. y Sánchez, O. 2008. Identificación de los murciélagos de México, clave de campo. Instituto de Ecología, UNAM. México D.F.

- Medellín, R. A., Urbano-Vidales, G. Sánchez-Herrera, O., Téllez-Girón, G. y Arita, H. 1986. Notas Sobre Murciélagos del este de Chiapas. *The South western Naturalist*. 3(4):532-535.
- Medellín, R. A. y Gaona, O. 1999. Seed Dispersal by Bats and Birds in Forest and Disturbed Habitats of Chiapas, Mexico. *Biotropica*. 31(3): 478-485.
- Medina, A., Celia, H., Sánchez, D. Vilchez, S. y Hernández, B. 2004. *Diversidad y composición de quirópteros en un paisaje fragmentado de bosque seco en Rivas, Nicaragua. Encuentro: Revista Académica de la Universidad Centroamericana*.68:24-43.
- Mejenes-López, S.M.A. y Vallarino-Moncada, A. 2016. Diversidad de murciélagos en dos ecosistemas del noroeste de campeche, México. *Agroproductividad*. 9(9):22-28.
- Meredith, R. W., Janecka, J. E., Gatesy, J., Ryder, O. A., Fisher, C. A., Teeling, E. C., Goodbla, A., Eizirik, E., Simao, T. L. L. y Stadler, T. 2011. Impacts of the Cretaceous Terrestrial Revolution and KPg Extinction on Mammal Diversification. *Science*. 334 (6055): 521–524.
- Miranda, F. 2015. La vegetación de Chiapas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. México.
- Monterrosa-Pérez, D. K., Pérez-Ramos, G. E., Velázquez-Velázquez, E. Vidal-López, R. Quiroptero fauna de la reserva El Canelar, Chiapas, México. *Lacandonia*. 5(2):121-126.
- Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, México. Pp.84.
- Moretto, L. y Francis, C. M. 2017. What factors limit bat abundance and diversity in temperate, North American urban environments? *Journal of Urban Ecology*. 3(1): 1-9.
- Morrison, D. 1978. Influence of Habitat on the Foraging Distances of the Fruit Bat, *Artibeus jamaicensis*. *Journal of Mammalogy*. 59(3): 622–624.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Fonseca, G. A. B. y Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*. 403: 853-858.
- Neuweiler, G. 1993. The Biology of Bats. New York: Oxford University Press.

- Newman, P. 2006. The environmental impact of cities. *Environment and Urbanization*. 18: 275–295.
- OIE (Organización Mundial de Sanidad Animal), 2020. Directrices para el trabajo con mamíferos silvestres de vida libre en la era de la pandemia por COVID-19. OIE.
- O'Leary, M. A., Bloch, J. I., Flynn, J. J., Gaudin, T. J., Giallombardo, A., Giannini, N. P., Goldberg, S. L., Kraatz, B. P., Luo, Z.-X., Meng, J., Ni, X., Novacek, M. J., Perini, F. A., Randall, Z. S., Rougier, G. W., Sargis, E. J., Silcox, M. T., Simmons, N. B., Spaulding, M., Velazco, P. M., Weksler, M., Wible, J. R. y Cirranello, A. L. 2013. The Placental Mammal Ancestor and the Post-K-Pg Radiation of Placentals. *Science*. 339 (6120): 662–667.
- Olea-Wagner, A., Lorenzo, C., Naranjo, E., Ortiz, D. y León-Paniagua, L. (2007). Diversidad de frutos que consumen tres especies de murciélagos (Chiroptera: Phyllostomidae) en la selva lacandona, Chiapas, México. *Revista mexicana de biodiversidad*. 78(1), 191-200.
- Oprea, M., Brito, D., Vieira, T.B., Mendes, P., Lopes, S.R., Fonseca, R.M., Coutinho, R.Z. y Ditchfield, A.D. 2007. A note on the diet and foraging behavior of *Artibeus lituratus* (Chiroptera, Phyllostomidae) in an urban park in southeastern Brazil. *Biota Netrop*. 7(2): 1-4.
- Ortega, J. y Castro-Arellano, I. 2001. *Artibeusjamaicensis*. American Society of Mammalogists. 662:1-9.
- Quintana, H. y Pacheco, V. 2007. Identificación y distribución de los murciélagos vampiros del Perú. *Rev Perú MedExp Salud Pública*. 24(1): 81-88.
- Pacheco, S. M., Marques, R. V., Grillo, H., Marder, E., Bianconi, G., Miretzki, M., Passos I. L. y Rosa, V. A. 2008. Morcegos urbanos da Região Sul do Brasil. pp. 415-426. In: (Pacheco, S. M.; Marques, R. V.; Esbérard, C. E. L. (Org.). *Morcegos no Brasil: biologia, sistemática, ecologia e conservação*. Porto Alegre: A. Digital.).
- Párraga-Silva, M.T. y Possos-Ramírez, C.I. 2018. Comunidades de murciélagos en cavernas del altiplano cundiboyacense colombiano (Cogua y Tocancipá)

- frente a un paisaje cambiante, retos de conservación desde la educación ambiental. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Colombia.
- Peet, R. K. 1974. The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 5: 285-307.
- Peterson, R. 1964. *Silently, By Night*. United States of America: Russell Peterson.
- Perugini, M., Manera, M., Grotta, L., Abete, M. C., Tarasco, R. y Amorena, M. 2011. Heavy metal (Hg, Cr, Cd, and Pb) contamination in urban areas and wildlife reserves: honey bees as bioindicators. *Biol. Trace Elem. Res.* 140: 170-176.
- RELCOM (Red Latinoamericana y del Caribe para la conservación de los murciélagos), 2020. Manual de Manejo de Murciélagos en Campo. Red Latinoamericana y del Caribe para la conservación de los murciélagos.
- Reid, F., A. 2009. *A Field guide to the mammals of Central America & southeast Mexico*. Oxford University Press. Estados Unidos de América.
- Riechers-Pérez, A., Martínez-Coronel, M. y Vidal-López, R. 2003. Consumo de polen de una colonia de maternidad de *Leptonycteris curasoae yerbabuena* en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología*. 74(1): 43-66.
- Riechers-Pérez, A. y Vidal-López, R. 2009. Records of *Choeronycteris mexicana* (Chiroptera: Phyllostomidae) in Chiapas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 80. 879-882.
- Rivero, M. y Medellín, R. 2015. Mamíferos del estado de Chiapas. *Revista Mexicana Nueva Época*. 5(2):23-38.
- Rizo-Aguilar, A., Ávila-Torresagatón, L.G., Fuentes Vargas, L., Lara-Nuñez, A. C., Flores-Nuñez, G. I. y Albino-Miranda, S. 2015. Técnicas para el estudio de los murciélagos. En Manual de técnicas de estudio de la fauna (ed. S Gallina Tessaro). Veracruz, México: Instituto de Ecología A. C.
- Root, R. B. 1967. The niche exploitation pattern of the blue-gray gnat-catcher. *Ecol. Monogr.* 37: 317-350.

- Rosenstock, S. S., Anderson, D. R., Giesen, K. M., Leukering, T. y Carter, M. F. 2002. Landbird counting techniques: Current practices and an alternative. *Auk* 119:46-53.
- Rudel, T. K., Defries, T., Asner, G. P. y Laurance W. F. 2009. Changing drivers of deforestation and new opportunities for Conservation. *Conservation Biology* 23: 1396–1405.
- Russo, D. y Ancillotto, L. 2015. Sensitivity of bats to urbanization: a review. *Mammalian Biology - Zeitschrift für Säugetierkunde*. 80(3): 205-212.
- Russo, D. y Jones, G. 2014. Bats as bioindicators: an introduction. *Mammalian Biology*. 80(3):157-158.
- Sánchez, O., G. López-Ortega y R. López Wilchis. 1989. Murciélagos de la ciudad de México y sus alrededores. 141-165 pp. En Gío-Argaéz, R., R.I. Hernández y E. Sainz-Hernández (editores), Ecología urbana. Sociedad Mexicana de Historia Natural. México, d.f.
- Sánchez-Casas, N. y Álvarez, T. 2000. Palinofagia de los murciélagos del género *Glossophaga* (Mammalia: Chiroptera) en México. *Acta Zoológica Mexicana*. 81:23-62.
- Samo-Lumbreras, A. J., Garmendía-Salvador, A. y Delgado, J. A. 2008. Introducción práctica a la ecología. Pearson Educación. Madrid.
- Schipper, J., Chanson, J. S., Chiozza, F., Cox, N. A., Hoffmann, M., Katariya, V., Lamoreux, J., Rodrigues, A. S., Stuart, S. N., Temple, H. J., Baillie, J., Boitani, L., Lacher, T. E. Jr., Mittermeier, R. A., Smith, A. T., Absolon, D., Aguiar, J. M., Amori, G., Bakkour, N., Baldi, R., Berridge, R. J., Bielby, J., Black, P. A., Blanc, J. J., Brooks, T. M., Burton, J. A., Butynski, T. M., Catullo, G., Chapman, R., Cokeliss, Z., Collen, B., Conroy, J., Cooke, J. G., da Fonseca, G. A., Derocher, A. E., Dublin, H. T., Duckworth, J. W., Emmons, L., Emslie, R.H., Festa-Bianchet, M., Foster, M., Foster, S., Garshelis, D. L., Gates, C., Gimenez-Dixon, M., Gonzalez, S., Gonzalez-Maya, J. F., Good, T. C., Hammerson, G., Hammond, P. S., Happold, D., Happold, M., Hare, J., Harris, R. B., Hawkins, C. E., Haywood, M.,

Heaney, L. R., Hedges, S., Helgen, K. M., Hilton-Taylor, C., Hussain, S. A., Ishii, N., Jefferson, T. A., Jenkins, R. K., Johnston, C. H., Keith, M., Kingdon, J., Knox, D. H., Kovacs, K. M., Langhammer, P., Leus, K., Lewison, R., Lichtenstein, G., Lowry, L. F., Macavoy, Z., Mace, G. M., Mallon, D. P., Masi, M., McKnight, M. W., Medellín, R. A., Medici, P., Mills, G., Moehlman, P. D., Molur, S., Mora, A., Nowell, K., Oates, J. F., Olech, W., Oliver, W. R., Oprea, M., Patterson, B. D., Perrin, W. F., Polidoro, B. A., Pollock, C., Powell, A., Protas, Y., Racey, P., Ragle, J., Ramani, P., Rathbun, G., Reeves, R. R., Reilly, S. B., Reynolds, J. E. 3rd, Rondinini, C., Rosell-Ambal, R. G., Rulli, M., Rylands, A. B., Savini, S., Schank, C. J., Sechrest, W., Self-Sullivan, C., Shoemaker, A., Sillero-Zubiri, C., De Silva, N., Smith, D. E., Srinivasulu, C., Stephenson, P. J., van Strien, N., Talukdar, B. K., Taylor, B. L., Timmins, R., Tirira, D. G., Tognelli, M. F., Tsytsulina, K., Veiga, L. M., Vié, J. C., Williamson, E. A., Wyatt, S. A., Xie, Y., Young, B. E. The status of the world's land and marine mammals: diversity, threat, and knowledge. *Science*. 2008 Oct 10;322(5899):225-30.

Schondube, J. E., Herrera-M, G. y Martínez del Rio, G. 2001. Diet and the evolution of digestion and renal function in phyllostomid bats. *Zoology*. 104(1), 59–73.

Schnitzler, H. U. y Kalko, E. K. V. 1998. "How echolocating bats search and find food," en *Bat Biology and Conservation*, eds T.H.Kunz y P. A. Racey (Washington, DC: Smithsonian Institution Press). 183–196.

Schnitzler, H. U. y Kalko, E. K. V. 2001. Echolocation by insect-eating bats. *Bioscience*. 51:557–569.

Scolozzi, R. y Geneletti, D. 2012. A multi-scale qualitative approach to assess the impact of urbanization on natural habitats and their connectivity. *Environ. Impact Assess. Rev.* 36:9-22.

Servicio Meteorológico Nacional. 2010. Normal Climatológica Chiapas: Estación 00007165 Tuxtla Gutiérrez (OBS). Servicio Meteorológico Nacional. México.

<https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=chis>. Consultado el 04 de mayo de 2021.

Siles, L., Peñarabda, D., Pérez-Zubieta, J. y Barboza, K. 2005. Los murciélagos de la ciudad de Cochabamba. *Rev. Bol. Ecol.* 18: 51- 64.

Simmons, N. B. 2005. An Eocene Big Bang for Bats. *Science*. 307(5709): 527-528.

Simmons, N. B. 2005. Order Chiroptera. In: *Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference*, 3rd edn (eds Wilson DE, Reeder DM). Smithsonian Institution Press. Washington, D.C. Pp. 312–529.

Simmons, N. B. y Cirranello, A. L. 2021. *Bat Species of the World: a taxonomic and geographic database*. American Museum of Natural History. United States of America. <https://batnames.org/query.html>. Consultado el 24 de enero de 2022.

Simmons, N. B., Seymour, K. L., Habersetzer, J. y Gunnell, G. F., 2008: Primitive early Eocene bat from Wyoming and the evolution of flight and echolocation. *Nature*. 451: 818-821.

Slaughter, B., y Walton, D. 1970. *About Bats a Chiropteran Ecology Symposium*. Southern Methodist University Press. Dallas, Texas.

SMN (Sistema Meteorológico Nacional). 2010. Normales climatológicas por estado; Chiapas. Sistema Meteorológico Nacional. <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=chis>. Consultado el 12 de octubre de 2021.

Soriano, P.J. 2000 Functional structure of bat communities in tropical rainforest and Andean Cloud Forest. *Ecotropicos*. 13(1):1-20.

Stone, E. L., Jones, G. y Harris, S. 2009. Street lighting disturbs commuting bats. *Curr. Biol.* 19: 1123-1127.

Taylor, M. y Tuttle, M. 2018. *Bats: an illustrated guide to all species*. Smithsonian Books. China.

- Teeling, E. C., Springer, M. S., Madsen, O., Bates, P., O'Brien, S. J. y Murphy, W. J. 2005. A Molecular Phylogeny for Bats Illuminates Biogeography and the Fossil Record. *Science*. 307: 580-584.
- Terra-Garbino, G. 2016. Research on bats (Chiroptera) from the state of São Paulo, southeastern Brazil: annotated species list and bibliographic review. *Arquivos de Zoologia*. 47(3): 43-128.
- Threlfall, C. G., Law, B. y Banks, P. B. 2012. Sensitivity of insectivorous bats to urbanization: implications for suburban conservation planning. *Biol. Conserv.* 146:41-52.
- Torres-Flores, J. W. y Guevara-Chumacero, L. M. 2010. Perspectivas sobre el origen y la filogenia de los murciélagos. *ContactoS*. 77: 5-9.
- Turcios-Casco, M. A., Ávila-Palma, H. D., Ordoñez Trejo, E. J., Orellana, J. A. S., Ordoñez Mazier, D. I. 2019. Comments on the diet of Phyllostomid bats (Chiroptera) in a subtropical dry forest in central Honduras. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 54(3):1–6.
- Uieda, W., Bredt, A. y Pinto, P. P. 2008. Dieta, abrigos e comportamento fitófago de *Artibeus lituratus* (Phyllostomidae) em Brasília, DF, e sua relação com as plantas usadas na arborização urbana. pp. 427-443. In: (Pacheco, S. M.; Marques, R. V.; Esbérard, C. E. L. (Org.). *Morcegos no Brasil: biologia, sistemática, ecologia e conservação*. Porto Alegre: A Digital.
- UN (United Nations). 2010. World Urbanization Prospects: The 2009 Revision. *United Nations*. New York.
- University of Idaho. 2009. Estimating Biodiversity. University of Idaho. [https://www.webpages.uidaho.edu/veg_measure/modules/lessons/module%209\(composition&diversity\)/9_3_Estimating%20Biodiversity.htm](https://www.webpages.uidaho.edu/veg_measure/modules/lessons/module%209(composition&diversity)/9_3_Estimating%20Biodiversity.htm). Consultado el 18 de Agosto de 2021.
- Valle, D., Griffith, D.M., Jara-Guerrero, A., Armijos-Ojeda, D. y Espinosa, C. 2021. A multifaceted approach to understanding bat community response to disturbance in a seasonally dry tropical forest. *Sci Rep*. 11:5667.

- Vaughan, T., Ryan, N. y Czaplewski, N. 2000. *Mammalogy*, 4th Edition. Brooks Cole. Toronto.
- Vaughan, T., Ryan, J. y Czaplewski, N. 2011. *Mammalogy*. Jones and Bartlett Publishers. Sudbury, Massachusetts.
- Vázquez-Pérez, E.U., Roque-Velázquez, J. A. y Velázquez-Velázquez, E., 2010. Diversidad alfa y beta en murciélagos cavernícolas de la Depresión Central, Chiapas, México.
- Villarreal, J. C., Suiira, C., Arúz, J., Pérez, R. J. y Jiménez, A. M. Diversidad de quirópteros en el campo universitario de la universidad de Panamá. Panamá. *Revista nicaragüense de biodiversidad*. 69: 1-19.
- Voss, R. S. y Emmons, L. H. 1996. Mammalian diversity in neotropical lowland rainforests: A preliminary assessment. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 230: 1-115.
- Wackernagel, M., Kitzes, J., Moran, D., Goldfinger, S. y Thomas, M. 2006. The ecological footprint of cities and regions: comparing resource availability with resource demand. *Environment and Urbanization*. 18: 103-112
- Webster, D. y Jones, J. K. 1984. *Glossophaga leachii*. *Mammalian Species*. (226): 1-3.
- Young, B. E., Stuart, S. N., Chanson, J. S., Cox, N. A. y Boucher, T. M. 2004. Disappearing jewels: the status of New World amphibians. NatureServe. Arlington, Virginia. 60: 98.
- Young, J. K., Olson, K., Reading, A. R. P., Amgalanbaatar, S. y Berger, J. 2011. Is wildlife going to the dogs? Impacts of feral and free-roaming dogs on wildlife populations. *Bioscience*. 61: 125-132.
- Zukal, J., Pikula, J. y Bandouchova, H. 2015. Bats as bioindicators of heavy metal pollution: history and prospect. *Mammalian Biology*. 80:220-227.

XIII. ANEXOS



✧ *Artibeus lituratus* (Murciélago Frugívoro Gigante). Frugívoro nómada.



✧ *Artibeus jamaicensis* (Murciélago Frutero). Frugívoro nómada.



✧ *Glossophaga sp.* (Murciélago Lengüetón). Nectarívoro-Polinívoro.



✦ *Sturnira hondurensis* (Murciélago de Charreteras). Frugívoro sedentario.



✦ *Chiroderma villosum* (Murciélago Ojón Peludo). Frugívoro nómada.